

Structure et physiologie de l'homme démontrées la l'aide de figures colorées découpées et superposées / par Achille Comte.

Contributors

Comté, Achille, 1802-1866.
Royal College of Physicians of London

Publication/Creation

Paris : G. Masson, 1881.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/y64w7e6n>

Provider

Royal College of Physicians

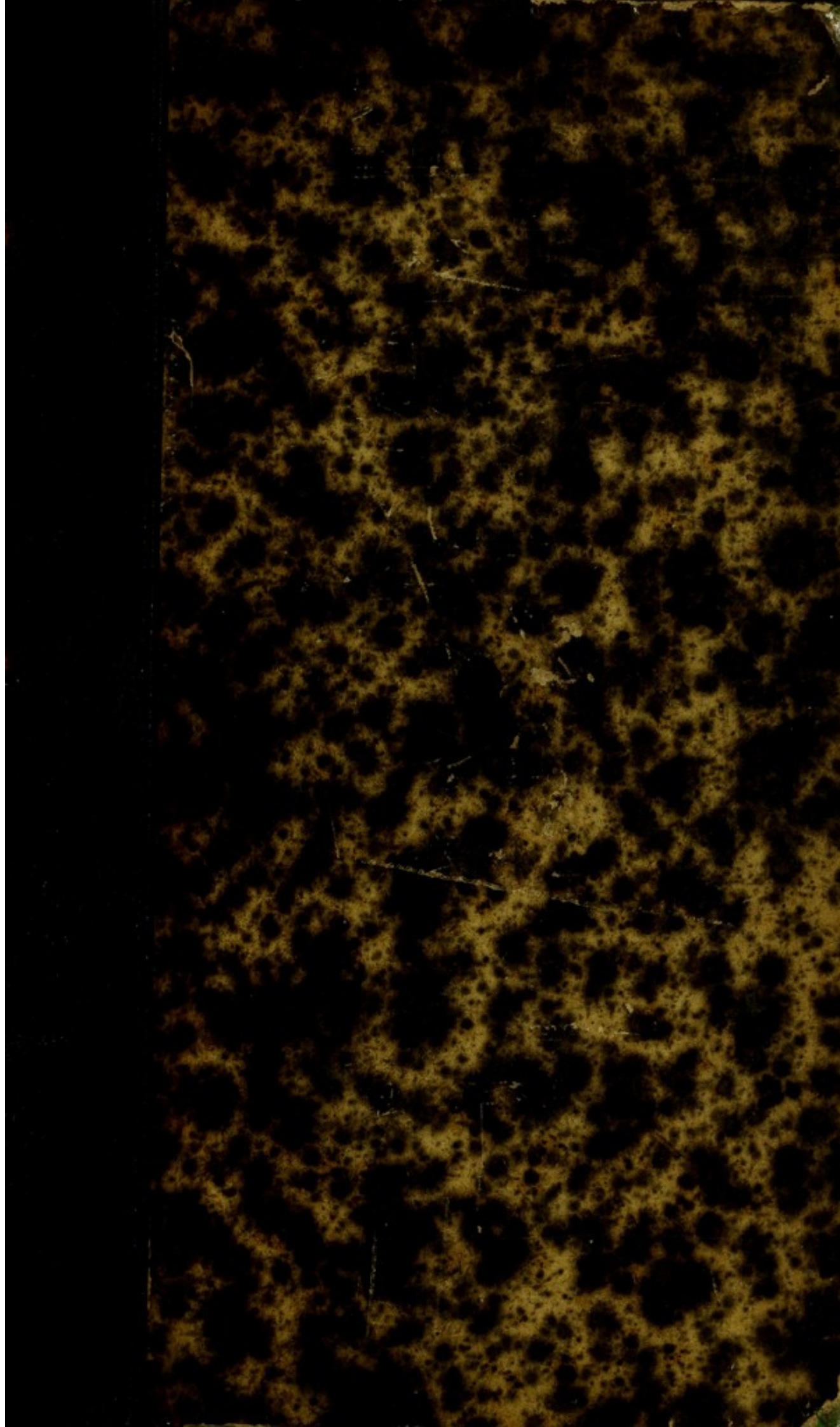
License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by Royal College of Physicians, London. The original may be consulted at Royal College of Physicians, London. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.




Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



52

612(02)4184

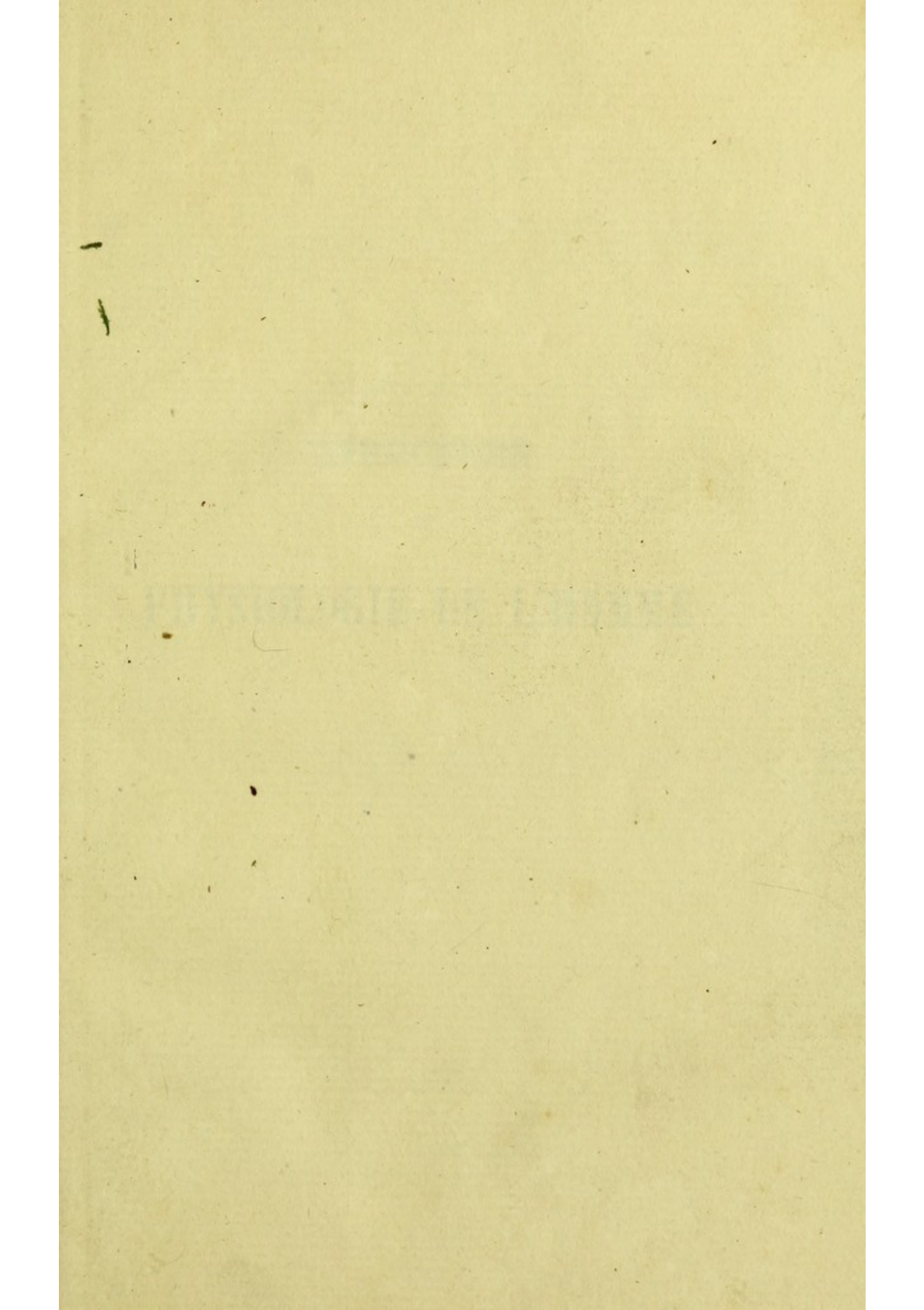


The image shows the front cover of a book. The cover is decorated with a marbled paper pattern featuring large, irregular, dark green or teal spots separated by a network of thin, branching veins in red and cream. In the center of the cover is a rectangular, off-white paper label with a thin black border. The label contains the following text:

DON DE
M. RENÉ QUINAULT
1939

DON DE
M. RENÉ QUINAULT
1939

6





Digitized by the Internet Archive
in 2015

<https://archive.org/details/b24756386>

STRUCTURE

ET

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

STRUCTURE
PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

STRUCTURE
ET
PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

DÉMONTRÉES
A L'AIDE DE FIGURES COLORIÉES

DÉCOUPÉES ET SUPERPOSÉES

PAR

ACHILLE COMTE

Directeur et Professeur à l'École supérieure des sciences et des lettres de Nantes
Officier de l'Instruction publique,
Chevalier de la Légion d'honneur et de plusieurs Ordres étrangers.

TREIZIÈME ÉDITION

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

M DCCC LXXXI

48402



ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS LIBRARY	
CLASS	612(02)"18"
ACCN.	30532
SOURCE	V.L. Gift
DATE	June 1965

LETTRE

DE S. E. M^{GR} LE CARDINAL LAMBRUSCHINI

Secrétaire d'État, Préfet de la Congrégation des Études

ÉCRITE AU NOM DE

S. S. LE SOUVERAIN PONTIFE

A M. ACHILLE COMTE

SUR SON LIVRE :

ORGANISATION ET PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

Clarissime Domine,

Opus a te lucubratum, cui titulus : *Organisation et Physiologie de l'homme*, sanctissimus Pater perlibenter excepit, gratique animi sensu intellexit quod, ex novem ejusdem exemplaribus sane elegantissimis expresse a te editis, primum, illudque perbelle ornatum, eidem sistendum curaveris. Nec potuit quin finem summopere probaret, quem in eodem exarando tibimetipsi proposuisti, Christianam, scilicet, Religionem adversus pseudo-philosophorum blasphemias ipsa rerum experientia tueri. Quocirca, in mandatis mihi dedit hosce animi sui sensus tibi promere, quorum pignus habes in aureo numismate, quo te donandum decrevit. Hic excusum habes celebratissimum Urbis valetudinarium ad S. Jacobi in Augusta, quod Summū Pontificis munificentia restitutum ampliatumque est. Nihil vero hoc munere tibi magis accommodatum ; ædificium enim exhibet, ubi eadem salutaris ars colitur, in qua ipse, tanto cum omnium plausu, rei que Christianæ utilitate, versaris. Puto autem novum exinde sumi argumentum

propositi tui; quandoquidem opus ejusmodi, inter alia memoratu dignissima, cuique manifestat quam effusa amoris charitate omnium Christianorum Parens pauperes ægrotos in nosocomiis jacentes complectatur, et quam impense curet ut qui juvenes salutaribus disciplinis illic dant operam, in bonum afflictæ humanitatis recte ibidem instituantur.

Pontificiis mandatis obsequutus, ipse ego impense tibi gratulor, tibi que fausta cuncta et salutaria precor a Domino.

Tui, Clarissime Domine,

Ad serviendum paratissimus,

A. Card. LAMBRUSCHINI.

Datum Romæ, die 7 septembris MDCCCXLIV.

Vidimus, et authenticam declaravimus signaturam hic appositam ab Eminentissimo ac Reverendissimo Domino D. Aloisio Cardinali Lambruschini.

Datum Parisiis, ex ædibus Sanctæ Nuntiaturæ apostolicæ, die 19 octobris anno MDCCCXLIV.

RAPHAEL,

Archiepiscopus Nicænus, Nuntius Apostolicus.

PREFACE

L'approbation dont S. S. Grégoire XVI a daigné, en 1844, honorer cet ouvrage, lui a assigné une place à part dans les livres destinés à faire connaître les conditions physiques de l'existence de l'homme.

Un suffrage aussi élevé m'eût soutenu, si j'en avais eu besoin, dans la voie que j'ai suivie, depuis que j'enseigne les sciences naturelles.

« C'est en vain que l'impiété a prétendu que le Christianisme favorisait l'ignorance et faisait *rétrograder les jours*, dit Chateaubriand; c'est en vain que des physiologistes et des philosophes, dans le fol orgueil de leurs découvertes, ont voulu repousser la foi comme une atteinte à leur intelligence. La religion chrétienne répond à ce blasphème en dirigeant la raison humaine dans ses progrès vers un but qu'elle n'a point encore atteint. La religion chrétienne, après avoir sauvé le monde du paganisme, de la corruption et de la barbarie, possède encore des

trésors pour les cœurs soumis à sa puissance et pour les esprits qu'elle veut éclairer. Lumière quand elle se mêle aux facultés intellectuelles, sentiment quand elle s'associe aux mouvements de l'âme, cette raison divine croît avec la civilisation et marche avec le temps. »

C'est dans cette pensée exprimée par un grand admirateur du Christianisme, que j'ai rédigé le livre que je publie aujourd'hui, pour servir à l'*Enseignement de la Physiologie*, dans les établissements d'instruction publique.

Après beaucoup d'incertitudes et d'hésitations, sur la place que cette science devait occuper dans les études classiques et dans les épreuves qui les couronnent, l'Histoire Naturelle a pris, enfin, dans les *Programmes de l'enseignement*, le rang qui était dû à l'importance de ses lumières.

Cette science, qu'on peut définir l'intelligente contemplation des œuvres de Dieu, est, en effet, la plus sûre, la plus noble part faite à l'esprit de l'homme et, seule, elle le met en pleine possession de la certitude. La Philosophie, l'Histoire, la Politique, sont soumises aux révolutions intellectuelles de l'humanité flottante; mais les faits de la Création sont invariables comme Dieu, et l'analyse qui s'empare d'une plante ou d'un insecte marque sa démonstration du sceau de la Vérité éternelle.

Le double effet de l'étude de l'Histoire naturelle, c'est de mettre de la religion dans l'âme et du positif dans l'esprit; la Création est comme l'échelle visible par où l'homme monte vers son invisible Créateur.

De tous les moyens auxquels on peut avoir recours pour développer l'intelligence des jeunes gens, et dont les résultats soient les plus sûrs, c'est la curiosité. Le désir de savoir est inhérent à notre nature, mais il a toute son activité dans la jeunesse, où l'esprit, manquant de connaissances, saisit avec avidité tout ce qu'on lui expose, se livre volontiers à l'attention nécessaire pour apprendre et contracte, sans effort, l'habitude de réfléchir et de s'occuper.

« Il est étonnant, dit Rollin, que l'homme, placé au milieu de la nature, qui lui offre le plus grand spectacle qu'il soit possible d'imaginer, et environné, de tous côtés, d'une infinité de merveilles qui sont faites pour lui, ne songe presque jamais ni à considérer ces merveilles, si dignes de son attention et de sa curiosité, ni à se considérer soi-même. Il vit au milieu du monde dont il est le roi, comme un étranger pour qui tout ce qui s'y passe serait indifférent, et qui n'y prendrait aucun intérêt. L'Univers, dans toutes ses parties, annonce et montre son auteur; mais, pour le plus grand nombre, c'est à des sourds et à des aveugles, qui ont des oreilles sans entendre et des yeux sans voir.

Ces critiques du savant auteur du *Traité des Études*, n'ont été que trop longtemps justifiées par l'esprit qui dirigeait la marche de l'Instruction Classique; elles ne sauraient être reproduites, maintenant qu'une réforme profonde a fait, dans le plan général des Études, une large part à l'Enseignement des Sciences.

On a pu s'assurer, en effet, que, loin d'ouvrir des routes trompeuses à l'imagination des jeunes gens, ces

études contribuent au développement de leur esprit et de leur raison, qu'elles rendent plus faciles et plus brillants les autres travaux auxquels ils sont livrés, et servent de base aux connaissances plus approfondies qu'ils acquerront dans un autre âge.

C'est pour venir en aide à l'attention des élèves que nous avons ajouté à notre texte les *figures à plans superposés* qui forment notre *Atlas*. Notre expérience déjà longue de l'enseignement leur est une garantie de l'utilité de ce moyen de démonstration.

Dans le même but de rendre la physiologie plus intelligible et plus facile à enseigner et à comprendre, nous publions, à ce moment, des *Planches murales d'histoire naturelle*, où l'organisation des animaux et des plantes est représentée dans de grandes proportions, par des figures dessinées et coloriées avec le plus grand soin.

ACHILLE CONTE.

STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les sciences qui enseignent l'organisation du corps de l'homme et le mécanisme de la vie sont deux branches importantes des Sciences Naturelles : l'Anatomie et la Physiologie.

Par l'Anatomie, on apprend le nombre, la forme, la situation, les rapports, les connexions et la structure des organes dont le corps est composé.

Par la Physiologie on recherche les usages de chacun de ces organes. Cette science est l'histoire de la vie, depuis le moment où elle apparaît dans le germe, abrégé microscopique de l'animal, jusqu'au jour où, après s'être développé et avoir assuré la conservation de son espèce, l'être animé achève les dernières phases de son existence individuelle, et meurt.

Jamais science ne fut à la fois plus grande et plus intéressante que la Physiologie ; en nous révélant ce que l'organisation animale offre d'extraordinaire, elle nous laisse frappés d'admiration à la vue de cet ouvrage infini, la plus étonnante des merveilles du Créateur.

Dans un temps où les intelligences avides de connaissances variées se portent avec une louable ardeur vers les sciences d'observation, il est presque superfluo d'insister sur l'importance des connaissances physiologiques. Veut-on savoir l'influence constante qu'elles ont eue sur les progrès de l'art de guérir,

on n'a qu'à tourner ses regards vers le passé, on verra que la Médecine a manqué de bases solides jusqu'au jour où l'Anatomie et la Physiologie humaines lui révélèrent la structure et les fonctions de nos organes, dans l'état de santé, et firent apprécier les changements qu'éprouve cette organisation dans les maladies.

Si, dans les siècles qui ont précédé le nôtre, il était rare de trouver, dans la société, des hommes curieux de connaître les conditions de leur structure et les fonctions de la vie, il faut le dire, c'est qu'on a besoin d'un véritable courage pour entrer dans un amphithéâtre où l'étude de la Physiologie se trouve entourée de tout ce que la mort a de plus hideux, et que beaucoup de personnes reculent devant de semblables tableaux. Les affranchir des dégoûts de l'amphithéâtre, c'est leur ouvrir une source de jouissances intellectuelles aussi vives que celles que procure l'étude des phénomènes des sciences physiques.

S'il est beau, en effet, d'apprécier les deux mouvements combinés de la terre, de découvrir les lois qui président à la marche des astres, combien n'est-il pas intéressant aussi d'étudier les actes qui se succèdent dans la vie des animaux, depuis la nutrition du polype le plus obscur jusqu'aux fonctions du cerveau de l'homme, et de soulever, en partie, le voile dont la nature a enveloppé ses plus admirables ouvrages !

Le corps de l'homme offre un ensemble de combinaisons dont les machines les plus compliquées ne donnent qu'une idée imparfaite. On y trouve des modèles sans nombre de constructions ingénieuses dont les architectes et les opticiens auraient souvent besoin de s'inspirer.

Les fondements de nos phares, de nos colonnes, de nos monolithes, établis d'après les principes d'une Géométrie savante, laissent encore à désirer, quand on voit et que l'on comprend les règles qui ont présidé à la disposition des os du pied ou à la structure des os creux qui nous supportent.

L'insertion d'un mât de vaisseau dans son emplanture ne peut se comparer à l'articulation de la colonne vertébrale avec le bassin.

Les tendons et leurs poulies de renvoi ont une perfection qu'on chercherait en vain dans les cordages les plus habilement disposés.

Nul instrument de musique ne peut rivaliser avec l'appareil vocal.

L'hydrodynamique retrouve ses pompes et ses soupapes dans la structure du cœur et dans les grands canaux circulatoires, et, quelques progrès que les physiciens aient fait faire, de nos jours, à la construction des télescopes, des microscopes et des chambres obscures, l'œil est encore le plus parfait des instruments d'optique.

Il avait parfaitement compris tout l'intérêt des notions qu'on puise dans l'étude de l'Anatomie, ce célèbre Vaucanson qui a étonné son siècle par ses ingénieuses constructions mécaniques. On dit qu'il consultait fréquemment la structure du corps humain dans le squelette, dans la distribution des vaisseaux, et surtout dans la disposition des tendons et des muscles ; et l'on raconte que, lorsqu'il construisait son flûteur, arrêté par la difficulté de lui donner l'embouchure de la flûte et de reproduire certains coups de langue qui pussent en moduler les sons, il eut recours à l'anatomie humaine, examina dans ses détails la structure du larynx, et y trouva les indications qu'il cherchait, et qu'il avait vainement demandées à la science et à la méditation.

La structure des animaux nous montre, à chaque pas, d'étonnantes merveilles, et plus on pénètre dans cette étude, plus on la voit déconcerter les calculs de la science et de la raison. C'est en se livrant aux travaux de l'Anatomie, c'est en examinant les ressorts matériels de son être, que l'homme sent le besoin de s'élever vers leur auteur et leur conservateur. Qu'il explique, s'il veut, avec une pénétrante sagacité la structure de son corps, les travaux des organes et les usages auxquels Dieu les a destinés ; mais qu'il ne s'attende pas à en pénétrer les principes secrets.... La nature, tout en lui montrant ses instruments, enveloppe d'un mystère impénétrable les merveilles de son travail.

Aussi, la Physiologie, qui prend place au milieu des con-

naissances les plus honorables pour le génie de l'homme, n'est une science vraiment philosophique que lorsque, mettant Dieu en tête de ses recherches, elle considère dans l'homme, non-seulement le mécanisme des organes, mais encore l'action indépendante d'un agent immatériel par lequel il a conscience de ses impressions. Le Physiologiste comprend alors l'insuffisance des explications entassées par les matérialistes pour abuser l'esprit humain, et il sent que cette machine qui va d'elle-même est réglée par une autre sagesse que la sienne. Comme il ne saurait conduire cette organisation, malgré la connaissance qu'il a de ses parties, il est contraint d'en rechercher le moteur au delà des causes physiques, et sa raison éclairée lui révèle la *Divine Intelligence* qui enchaîne toutes choses, et préside avec une constante sollicitude aux phénomènes si variés et si nombreux de la Création.

Ainsi qu'on l'a souvent fait remarquer, tous les philosophes anciens et modernes ont étudié l'organisation humaine avec enthousiasme et émotion. Cicéron a décrit, avec toutes les richesses de son style, les formes et la beauté de cet être miraculeux ; Fénelon a rencontré des expressions qui partent d'une âme chrétienne, pour montrer, dans la perfection de nos organes, la perfection bien autrement infinie de notre Créateur ; Bossuet s'est élevé à toute la hauteur de l'éloquence philosophique, en traitant à fond ce grand sujet, dans son beau *Traité sur la Connaissance de Dieu et de soi-même*, livre admirable, qui semble avoir défié le temps et les progrès de la science physiologique. Il ne contient, en effet, aucune erreur grave dans ses détails, et pourrait, en outre, servir de règle à la science moderne du raisonnement, car il renferme toutes les vérités d'observation qu'elle est allée chercher dans les traités des matérialistes, sans présenter aucun de leurs égarements.

Voici comment le grand évêque résume ses recherches sur l'homme :

« En un mot, il fallait à l'âme un corps organique ; et Dieu lui en a fait un capable des mouvements les plus forts, aussi bien que des plus délicats et des plus industrieux.

« Ainsi tout l'homme est construit avec un dessein suivi et avec un art admirable. Mais si la sagesse de son auteur éclate dans le tout, elle ne paraît pas moins dans chaque partie.

« Nous venons de voir que notre corps devait être composé de beaucoup d'organes capables de recevoir les impressions des objets, et d'exercer des mouvements proportionnés à ces impressions.

« Ce dessein est parfaitement exécuté. Tout est ménagé dans le corps humain avec un artifice merveilleux. Le corps reçoit de tous côtés les impressions des objets, sans être blessé. On lui a donné ces organes, pour éviter ce qui l'offense ou le détruit ; et les corps environnants, qui font sur lui ce mauvais effet, font encore celui de lui causer de l'éloignement. La délicatesse des parties, quoiqu'elle aille à une finesse inconcevable, s'accorde avec la force et avec la solidité. Le jeu des ressorts n'est pas moins aisé que ferme ; à peine sentons-nous battre notre cœur, nous qui sentons les moindres mouvements du dehors, si peu qu'ils viennent à nous ; les artères vont, le sang circule, les esprits coulent, toutes les parties s'incorporent leur nourriture, sans troubler notre sommeil, sans distraire nos pensées, sans exciter tant soit peu notre sentiment ; tant Dieu a mis de règle et de proportion, de délicatesse et de douceur dans de si grands mouvements.

« Ainsi, nous pouvons dire avec assurance que, de toutes les proportions qui se trouvent dans les corps, celles du corps organique sont les plus parfaites et les plus palpables.

« Tant de parties si bien arrangées, et si propres aux usages pour lesquels elles sont faites ; la disposition des valvules ; le battement du cœur et des artères ; la délicatesse des parties du cerveau, et la variété de ses mouvements, d'où dépendent tous les autres ; la distribution du sang et des esprits ; les effets différents de la respiration, qui ont un si grand usage dans le corps : tout cela est d'une économie, et, s'il est permis d'user de ce mot, d'une mécanique si admirable, qu'on ne la peut voir sans ravissement, ni assez admirer la sagesse qui en a établi les règles.

« Il n'y a genre de machine qu'on ne trouve dans le corps

humain. Pour sucer quelque liqueur, les lèvres servent de tuyau, et la langue sert de piston. Au poumon est attachée la trachée-artère, comme une espèce de flûte douce d'une fabrique particulière, qui, s'ouvrant plus ou moins, modifie l'air et diversifie les tons. La langue est un archet qui, battant sur les dents et sur le palais, en tire des sons exquis. L'œil a ses humeurs et son cristallin ; les réfractions s'y ménagent avec plus d'art que dans les verres les mieux taillés ; il a aussi sa prunelle, qui se dilate et se resserre ; tout son globe s'allonge ou s'aplatit selon l'axe de la vision, pour s'ajuster aux distances, comme les lunettes à longue vue. L'oreille a son tambour, où une peau aussi délicate que bien tendue résonne au mouvement d'un petit marteau que le moindre bruit agite ; elle a, dans un os fort dur, des cavités pratiquées pour faire retentir la voix, de la même sorte qu'elle retentit parmi les rochers et dans les échos. Les vaisseaux ont leurs soupapes ou valvules, tournées en tous sens ; les os et les muscles ont leurs poulies et leurs leviers : les proportions qui font et les équilibres et la multiplication des forces mouvantes, y sont observées dans une justesse où rien ne manque. Toutes les machines sont simples ; le jeu en est si aisé et la structure si délicate, que toute autre machine est grossière en comparaison.

« A rechercher de près les parties, on y voit de toute sorte de tissus ; rien n'est mieux filé, rien n'est mieux passé, rien n'est serré plus exactement.

« Nul ciseau, nul tour, nul pinceau ne peut approcher de la tendresse avec laquelle la nature tourne et arrondit ses sujets.

« Tout ce que peut faire la séparation et le mélange des liqueurs, leur précipitation, leur digestion, leur fermentation, et le reste, est pratiqué si habilement dans le corps humain, qu'auprès de ces opérations la chimie la plus fine n'est qu'une ignorance très-grossière.

« On voit à quel dessein chaque chose a été faite : pourquoi le cœur, pourquoi le cerveau, pourquoi les esprits, pourquoi la bile, pourquoi le sang, pourquoi les autres humeurs. Qui voudra dire que le sang n'est pas fait pour nourrir

l'animal ; que l'estomac et les eaux qu'il jette par ses glandes, ne sont pas faits pour préparer par la digestion la formation du sang ; que les artères et les veines ne sont pas faites de la manière qu'il faut pour le contenir, pour le porter partout, pour le faire circuler continuellement ; que le cœur n'est pas fait pour donner le branle à cette circulation ; qui voudra dire que la langue et les lèvres, avec leur prodigieuse mobilité, ne sont pas faites pour former la voix en mille sortes d'articulations ; ou que la bouche n'a pas été mise à la place la plus convenable pour transmettre la nourriture à l'estomac ; que les dents n'y sont pas placées pour rompre cette nourriture, et la rendre capable d'entrer ; que les eaux qui coulent dessus ne sont pas propres à la ramollir, et ne viennent pas pour cela à point nommé ; ou que ce n'est pas pour ménager les organes et la place que la bouche est pratiquée de manière que tout y sert également à la nourriture et à la parole : qui voudra dire ces choses, fera mieux de dire encore qu'un bâtiment n'est pas fait pour loger, et que ses appartements, ou engagés ou dégagés, ne sont pas construits pour la commodité de la vie, ou pour faciliter les ministères nécessaires ; en un mot, il sera un insensé qui ne mérite pas qu'on lui parle.

« Si ce n'est peut-être qu'il faille dire que le corps humain n'a point d'architecte, parce qu'on n'en voit pas l'architecte avec les yeux ; et qu'il ne suffit pas de trouver tant de raison et tant de dessein dans la disposition, pour entendre qu'il n'est pas fait sans raison et sans dessein.

« Plusieurs choses font remarquer combien est grand et profond l'artifice dont il est construit.

« Les savants et les ignorants, s'ils ne sont tout à fait stupides, sont également saisis d'admiration en le voyant. Tout homme qui le considère par lui-même trouve faible ce qu'il a ouï dire, et un seul regard lui en dit plus que tous les discours et tous les livres.

« Depuis tant de temps qu'on regarde et qu'on étudie curieusement le corps humain, quoiqu'on sente que tout y a sa raison, on n'a pu encore parvenir à en pénétrer le fond. Plus

on considère, plus on trouve de choses nouvelles, plus belles que les premières qu'on avait tant admirées ; et, quoiqu'on trouve très-grand ce qu'on a déjà découvert, on voit que ce n'est rien en comparaison de ce qui reste à chercher.

« Par exemple, qu'on voie les muscles si forts et si tendres, si unis pour agir en concours, si dégagés pour ne se point mutuellement embarrasser ; avec des filets si artistement tissus et si bien tors, comme il faut, pour faire leur jeu ; au reste, si bien tendus, si bien soutenus, si proprement placés, si bien insérés où il faut ; assurément on est ravi, et on ne peut quitter un si beau spectacle, et, malgré qu'on en ait, un si grand ouvrage parle de son artisan. Et cependant tout cela est mort, faute de voir par où les esprits s'insinuent, comment ils tirent, comment ils relâchent, comment le cerveau les forme, et comment il les envoie avec leur adresse fixe. Toutes choses qu'on voit bien qui sont, mais dont le secret principe et le maniement ne sont pas connus.

« Et parmi tant de spéculations faites par une curieuse anatomie, s'il est arrivé quelquefois à ceux qui s'y sont occupés de désirer que, pour plus de commodité, les choses fussent autrement qu'ils ne les voyaient, ils ont trouvé qu'ils ne faisaient un si vain désir que faute d'avoir tout vu ; et personne n'a encore trouvé qu'un seul os dût être figuré autrement qu'il n'est, ni être articulé autre part, ni être emboîté plus commodément, ni être percé en d'autres endroits, ni donner aux muscles, dont il est l'appui, une place plus propre à s'y enclaver, ni enfin qu'il y eût aucune partie, dans tout le corps, à qui on pût seulement désirer ou une autre constitution ou une autre place.

« Il ne reste donc à désirer dans une si belle machine, sinon qu'elle aille toujours, sans être jamais troublée et sans finir. Mais qui l'a bien entendue en voit assez pour juger que son auteur ne pouvait pas manquer de moyens pour la réparer toujours, et enfin la rendre immortelle ; et que, maître de lui donner l'immortalité, il a voulu que nous conuissions qu'il la peut donner par grâce, l'ôter par châtiment, et la rendre par récompense. La Religion, qui vient là-dessus,

nous apprend qu'en effet c'est ainsi qu'il en a usé et nous apprend tout ensemble à le louer et à le craindre.

« En attendant l'immortalité qu'il nous promet, jouissons du beau spectacle des principes qui nous conservent si longtemps ; et connaissons que tant de parties, où nous ne voyons qu'une impétuosité aveugle, ne pourraient pas concourir à cette fin, si elles n'étaient, tout ensemble, et dirigées et formées par une cause intelligente. »

PREMIÈRE PARTIE

DISTINCTION DES DIVERS CORPS DE LA NATURE

CHAPITRE PREMIER

COMPARAISON SOMMAIRE DE L'ORGANISATION ET DES FONCTIONS DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.

C'est par une connaissance préalable des diverses branches de la physique et de la chimie que, d'ordinaire, on se prépare à l'étude de la Physiologie, science qui a pour objet de rechercher et d'expliquer les effets de l'organisation chez les végétaux et les animaux, et de montrer les divers changements qu'amènent dans leur structure l'action continue des agents extérieurs et l'exercice des fonctions vitales. Cette science considère donc tous les êtres organisés, depuis l'homme jusqu'aux animaux infusoires, depuis ces ébauches animales dont le microscope seul peut révéler l'existence, jusqu'aux colosses du règne végétal ; elle étudie leurs formes, leur texture, leurs organes, leurs fonctions ; elle les compare dans leurs rapports, et cherche à saisir le lien qui les unit les uns aux autres.

On ne peut aborder avec sûreté l'étude des phénomènes de la vie, sans avoir apprécié, même dans un aperçu rapide, les lois générales qui la constituent. Si l'on ne prenait une semblable précaution, il pourrait arriver aux descriptions les plus méthodiques, aux développements les plus clairs de paraître confus ou obscurs. C'est pour éviter un pareil embarras que nous exposons ici, dans quelques notions générales sur la structure des corps de la nature, les faits dont la connais-

sance est le prélude ou la préface de tout enseignement physiologique.

Dès l'origine des sociétés, au moment où l'homme jetant, autour de lui, les yeux sur l'univers, ouvrit son âme à l'intelligence des choses créées, le monde lui sembla se partager, de lui-même, en trois groupes d'êtres profondément distincts les uns des autres et que la science de la nature devait caractériser plus tard :

Les Minéraux, privés de vie, augmentant en volume, par la superposition de nouvelles molécules ;

Les Végétaux vivant, croissant, se propageant et mourant ;

Les Animaux, unissant à ces propriétés des végétaux le sentiment de leur existence, la sensibilité.

Une définition courte, mais remplie de précision et de clarté, a posé les limites de ces TROIS RÉGNES DE LA NATURE, comme on les a longtemps appelés :

Les minéraux croissent ; les végétaux croissent et vivent, les animaux croissent, vivent et sentent ;

Mineralia crescunt ; vegetabilia crescunt et vivunt ; animalia crescunt, vivunt et sentiunt.

Dans cet aphorisme si plein de choses, Linnée constate une sorte de dégénérescence dans les êtres de la nature : les minéraux ne font que croître, les végétaux ont de plus la vie, et, enfin, les animaux joignent à ces propriétés la faculté de sentir.

Il faut le reconnaître, cette manière d'envisager les œuvres de la Création est, à la fois, noble et imposante ; mais, pour peu qu'on y réfléchisse, on voit bientôt qu'il n'est pas possible d'en faire une application rigoureuse, parce que, d'une part, la limite entre les végétaux et les animaux n'est pas assez tranchée pour faire de chacun de ces Règnes une division qui ait une importance égale ; que, d'une autre part, on ignore où commence et où cesse la sensibilité dans les êtres organisés, et, enfin, qu'il existe entre les végétaux et les animaux des liaisons beaucoup plus étroites et plus intimes que celles qui relient ces deux Règnes au troisième, le Règne Minéral. De là on a été conduit à diviser les corps de la nature en corps bruts, inertes ou inorganiques c'est-à-dire les Minéraux et

en *êtres organisés* ou *vivants* : les *Animaux* et les *Végétaux*.

Les principales différences qui existent entre ces deux grands groupes sont surtout dans leur nature chimique, leur structure, leur forme, leur origine, leur développement, leur fin.

La plupart des minéraux composent ce que l'on appelle des corps simples ; les êtres organisés sont tout au plus des combinaisons quaternaires, de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène. Le carbone domine dans les végétaux, l'azote dans les animaux. Les êtres inorganiques n'ont pas de formes particulières vers lesquelles ils tendent ; ils se forment par l'agglomération successive d'atomes, qui, placés dans des circonstances convenables, se réunissent.

Les *Corps inorganiques* n'ont pas de commencement ; leur origine remonte à la création du monde, sans que personne puisse dire quand cela a eu lieu et comment cela s'est fait.

Les *Êtres organisés*, au contraire, viennent d'un parent de leur espèce, vers la forme duquel ils tendent toujours ; ils sortent d'une particule de son corps, nommée œuf, germe, graine, bouture, qui s'en détache plus tard et, placée dans certaines circonstances, donne la vie à un nouvel individu. Ainsi, pour l'*être organisé* il y a un moment où il n'existe pas, et un moment pendant lequel il vient au monde : c'est ce dernier moment que l'on appelle la naissance.

Quant au développement, la séparation est encore parfaitement tranchée. Dans une de ces eaux courantes qui contiennent du carbonate de chaux, posez un objet quelconque ; il se couvrira de carbonate de chaux ; laissez-le plusieurs jours, plusieurs mois, plusieurs années, le corps deviendra de plus en plus gros, mais il pourra se faire qu'il ne présente plus la même forme. Il se sera grossi par l'addition continue de nouvelles particules qui seront venues se placer à côté des autres : ce mode de développement se nomme *juxtaposition*.

Les *êtres organisés* tendent toujours vers la forme des parents qui leur ont donné la vie. Tout en obéissant à cette loi, ils se développent : un enfant qui ne pesait que 3 kilogrammes, à sa naissance, pèse huit et dix fois plus, à l'âge de

quatre ans et, au lieu d'avoir la taille de 40 à 50 centimètres, il a atteint celle d'un mètre. Ce développement, il l'a acquis par la nourriture ; il a introduit dans son corps des aliments, qui y ont subi plusieurs transformations et sont enfin devenus propres à être mêlés à ses organes et à les accroître. Il y a donc, dans les *êtres organisés*, un mouvement continu de parcelles qui se détachent, mais qui sont bientôt remplacées par d'autres. Ce mode de développement est nommé *intussusception*.

Les *Corps inorganiques*, n'ayant point eu de commencement, n'ont pas de fin. Pour mourir il faut avoir vécu ; pour vivre il faut naître : or les minéraux ne naissent pas, ils ne vivent pas ; et, par suite, ils ne peuvent mourir. C'est en effet ce qui a lieu : un morceau de fer, par exemple, pourra durer éternellement, si rien ne vient en changer la nature.

Tous les *êtres organisés*, au contraire, ont une fin ; ils naissent, se développent jusqu'à un certain moment, et ensuite meurent d'eux-mêmes.

Il résulte des remarques qui viennent d'être exposées, que, si les *Corps bruts* se forment par la force attractive des éléments, les *Êtres organisés* doivent la vie à des êtres de leur espèce. Les premiers cessent d'exister quand les forces qui retenaient leurs molécules unies, agissent sur ces molécules et les séparent ; les seconds meurent quand les organes nécessaires à la vie perdent leur irritabilité, car c'est dans ces organes que circulent les fluides qui entretiennent leur existence. Ils ne sont pas, comme les minéraux, le résultat de la décomposition d'un autre corps qui n'est plus ; mais ils doivent leur naissance à un être existant antérieurement, et qui a continué d'exister, au moins quelque temps après les avoir produits. Les êtres nouveaux s'accroissent, non, comme les minéraux, par une *juxtaposition* des molécules, mais par *intussusception* des sucs qu'ils tirent des autres corps, et qui pénètrent dans leur intérieur pour y renouveler les fluides et mêler aux solides de nouvelles parties.

Nous devons ajouter, comme un caractère distinctif, que depuis leur naissance et dans le cours de leur vie les *Êtres*

organisés éprouvent diverses vicissitudes. Dans les premiers temps, leur constitution est plus tendre, plus molle, parce que la proportion des fluides est plus considérable. Peu à peu celle des solides augmente ; c'est ce qui forme l'accroissement. Cette proportion devient égale, vers une certaine époque, qui est celle de l'état de maturité ; c'est le temps où l'être *organisé* peut se reproduire et former un être semblable à lui. A cet état succède le décroissement, qui est amené par une plus grande proportion des solides. Lorsque cette proportion devient excessive, les vaisseaux sont obstrués, les fibres se roidissent, les fonctions sont gênées, et leur interruption successive amène le dépérissement et la mort.

Tous les corps vivants meurent, en effet, après un temps dont la limite extrême est déterminée pour chaque espèce, et la mort paraît être un effet nécessaire de la vie qui, par son action même, altère insensiblement la structure du corps où elle s'est manifestée, de manière à y rendre sa continuation impossible.

En résumé, et pour bien fixer dans l'esprit les distinctions profondes que le Créateur a mises entre les *Corps inorganiques* et les *Êtres organisés* :

On reconnaîtra un *Corps inorganique* aux caractères suivants : rien de symétrique dans la disposition des parties ; aucun vestige d'organes, pas d'instruments de nutrition, aucun signe de sensibilité. Rien ne peut exciter, ou débilitier, ou détruire, en les fractionnant, ces objets d'apparence anguleuse et rude. Au lieu de lignes courbes et de formes rondes, on voit paraître des arêtes informes, des blocs irréguliers et inégaux. Le corps ne se développe et grandit que par *juxtaposition*, c'est-à-dire en s'agrégeant, par sa surface extérieure et successivement, les particules qui sont ou non homogènes aux siennes, à l'instar de la boule de neige qui grossit par l'agglomération de nouvelles parties.

L'*Être organisé*, de son côté, se reconnaîtra aux caractères que nous allons énumérer : une disposition symétrique, c'est-à-dire, entre les différentes parties de l'être, une harmonie, une correspondance de formes telles, qu'en séparant l'être

par une ligne médiane, on ait, de chaque côté, à peu près deux parties égales. Une texture contenant certains organes agissants et vivants, capables de servir à l'existence et à l'accroissement, par un moyen quelconque de nutrition. Un corps augmentant, grandissant, se développant par *intussusception*, c'est-à-dire trouvant, à l'aide de certains suc nutritifs empruntés aux corps extérieurs, la substance nécessaire à sa croissance, et opérant des mouvements par lui-même et sans le concours d'une force étrangère.

Après avoir énuméré les différences que présentent, entre eux, les *Corps inorganiques* et les *Êtres organisés*, examinons, à leur tour, les êtres organisés et voyons ce qui, dans cette CLASSE d'êtres, distingue les *Animaux* d'avec les *Végétaux*.

Ces deux groupes d'*Êtres organisés* se forment aux dépens de la terre et de l'air ou, en d'autres termes, aux dépens des *Corps inorganiques*.

L'air contient ou engendre les produits oxydés : 1° l'acide carbonique, 2° l'eau, 3° l'acide azotique, 4° l'oxyde d'ammonium.

Les plantes, qui sont des appareils réducteurs, s'emparent des radicaux de ces produits : Carbone, hydrogène, azote, ammoniacque.

Avec ces radicaux, elles façonnent toutes les matières organisables dont certains animaux s'emparent pour leur nutrition.

Les animaux, qui sont des appareils comburants, reproduisent l'acide carbonique, l'eau, l'acide azotique, l'oxyde d'ammonium qui retourne dans l'air, pour reproduire de nouveau, et dans l'immensité des siècles, les mêmes phénomènes.

Ce que les uns donnent à l'air, les autres le lui reprennent ; et l'on a pu dire, dans un langage aussi exact qu'il est élégant, que, sous le rapport de leurs éléments vraiment inorganiques, les plantes et les animaux ne sont que de l'air condensé.

Quant aux fonctions destinées à l'entretien de la vie, les plantes et les animaux ont un grand nombre de points de contact. Les uns et les autres, en effet, empruntent au monde extérieur des matériaux qu'ils s'incorporent, qui, pénétrant

dans leur structure, servent à la fois à la réparation de leurs pertes incessantes et à l'augmentation de leur individu.

Les plantes pompent dans le sein de la terre les sucs dont elle est pénétrée; ces sucs, dont l'eau fait la base, contiennent parfois des substances inorganiques assez variées. Ce sont ces sucs pompés par les racines, charriés par les vaisseaux, qui entrent dans la constitution végétale, qui, portés dans le parenchyme des feuilles, y subissent une transformation, sous l'influence de l'air atmosphérique, et deviennent le fluide réparateur et nourricier de la plante.

Les animaux introduisent dans leur appareil digestif des matières végétales, animales et même minérales que le travail digestif transforme en chyle. C'est ce chyle qui, porté dans l'appareil respiratoire, y subira des changements par l'action de l'air et deviendra du sang, seul fluide qui puisse servir à la nutrition et à la réparation de nos tissus.

Les faits établissent la dépendance mutuelle dans laquelle se trouvent les végétaux et les animaux. Les premiers ont précédé les seconds sur la terre; car il était indispensable qu'ils existassent pour faire subir aux corps inorganiques la transformation qui en fait des aliments pour les animaux. Aussi trouve-t-on, dans le sein de la terre, les débris organiques du règne végétal à des profondeurs où ne se rencontrent pas les débris d'animaux.

« Les *végétaux* et les *animaux* ont entre eux des rapports si intimes, dit M. de Candolle, qu'ils semblent formés sur un plan analogue; les uns et les autres sont composés de parties, les unes agissantes, les autres élaborées; les unes plus ou moins solides, les autres généralement liquides; dans les deux *Règnes* on remarque, tant que la vie dure, une tendance énergique pour résister à la putréfaction; dans les deux *Règnes*, on trouve des composés particuliers que la synthèse chimique ne sait pas imiter: dans l'un et l'autre *Règne*, les matières qui doivent servir à la nutrition passent, avant d'en être susceptibles, par une série de phénomènes analogues: dans tous les deux on distingue des sécrétions et des excrétions variées; dans les deux *Règnes*, les lois de la reproduction

offrent une similitude frappante; dans tous deux, les individus nés d'un être quelconque lui ressemblent dans toutes les parties essentielles, et la réunion de tous ces individus, qu'on peut supposer originairement sortis d'un seul être, constitue une espèce. »

Afin de faire mieux saisir la valeur relative de ces points d'analogie ou de ressemblance, nous les avons exposés dans un rapprochement et une concordance parallèles :

ANIMAUX.

Ils ont des organes ou parties qui, dans leur disposition particulière, remplissent chacune un emploi spécial, et dont l'ensemble en action donne pour résultat l'existence du tout.

Ils vivent, et la force vitale paraît résulter chez eux de l'irritabilité de leurs parties, qui sont susceptibles de se contracter par le contact de certains stimulants.

L'azote, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, des sels alcalins et des oxydes métalliques forment la base des substances animales.

Les animaux meurent; c'est-à-dire, que les molécules qui étaient unies, sous l'empire de la vitalité, pour constituer les différents organes, se désunissent, et ne tardent pas à se combiner d'après les lois de l'affinité et de l'attraction.

Les animaux résistent aux forces extérieures qui tendent à les détruire, et réparent leurs parties lésées par une blessure.

PLANTES.

Elles ont des organes remplissant les mêmes fonctions

L'irritabilité et la contraction paraissent d'une manière énergique dans les feuilles et les rameaux de plusieurs plantes.

Il en est de même dans les plantes; seulement, dans celles-ci, le carbone domine et l'azote ne se rencontre que dans quelques produits que l'on appelle animalisés, tels que le *gluten*, etc.

La même chose arrive pour les plantes.

Les plantes résistent également et cicatrisent leurs blessures.

ANIMAUX.

Les animaux rejettent les substances inutiles ou nuisibles à leur nature, et s'approprient celles qu'ils peuvent s'assimiler. Ce mouvement continu de composition et de décomposition est soustrait à l'empire de la volonté, et s'exerce par l'influence des *nerfs* de la *vie organique*.

Beaucoup d'animaux sont ovipares, c'est-à-dire qu'ils se reproduisent par des œufs.

Quelques zoophytes se multiplient par de petits individus qui se forment comme des tubercules autour de leur mère.

La plus grande partie des zoophytes ne sont formés que d'une substance molle et gélatineuse.

Les insectes, les reptiles, et même quelques mammifères, peuvent être engourdis par le froid, sans donner signe de vie.

Les animaux se nourrissent de fragments d'animaux et de végétaux, qui se décomposent dans leurs appareils digestifs, ainsi que de quelques substances minérales pures, par exemple, l'eau; ou combinées, les sels terreux, les oxydes métalliques, etc.

Dans les insectes, les fluides nourriciers traversent les parois d'un long tube intestinal, abreuvent les tissus organiques, et s'éla-

PLANTES.

Les plantes agissent absolument de la même manière; leurs tiges, principalement leurs racines, se détournent : les premières pour abandonner les ténèbres et aller chercher la lumière; les secondes pour abandonner un sol sec et stérile, et aller chercher une terre humide plus nutritive. Les plantes absorbent les fluides qui leur conviennent, et rejettent au dehors les sécrétions inutiles ou nuisibles.

Une graine n'est autre chose qu'un œuf végétal.

Beaucoup de plantes se multiplient de rejets et de caïeux. Les conferves n'ont pas d'autre mode de reproduction que celui de ces polypes.

Tels sont les végétaux dont l'organisation nous paraît la plus simple.

Les arbres des zones tempérées cessent de végéter pendant l'hiver.

Les plantes se nourrissent des fluides résultant de la décomposition des animaux et des végétaux, et des substances minérales pures ou combinées, comme l'eau, les sels terreux, les oxydes métalliques, etc.

Dans les plantes, la sève circule dans les longs tubes qui forment le végétal, en abreuve toutes les parties, et se porte dans les feuilles où,

ANIMAUX.

borent au contact de l'air, qui s'introduit par des stigmates ou pores respiratoires placés le long du corps, et qui circule dans toutes les parties de l'animal.

D'autres animaux, parmi les zoophytes, ne se nourrissent que par une absorption des fluides, qui s'opère par toute leur surface.

Les animaux respirent; si on les plonge quelque temps dans un gaz pur, excepté l'oxygène, ils périssent asphyxiés : ils respirent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique.

PLANTES.

se trouvant en contact avec l'air et la lumière, elle se combine et s'identifie avec la substance de la plante.

Beaucoup de plantes sont absolument dans le même cas, et se nourrissent plutôt par imbibition que par l'absorption de leurs racines.

Les plantes respirent; si on les plonge quelque temps dans un gaz pur, autre que l'acide carbonique ou l'oxygène, elles meurent asphyxiées : elles s'approprient le carbone et exhalent de l'oxygène.

Ce tableau comparatif entre les *végétaux* et les *animaux* fait croire, au premier coup d'œil, que ces êtres sont si étroitement unis, dans les caractères essentiels de leur organisation, qu'il doit être impossible de les distinguer par un trait prononcé qui appartienne exclusivement aux uns ou aux autres. Mais, si les analogies de ces deux groupes d'*êtres organisés* se montrent surtout dans les espèces les moins parfaites, on peut aussi constater que les différences deviennent plus tranchées à mesure qu'on s'éloigne de ce point de départ. Le *Règne végétal* et le *Règne animal* forment, en quelque sorte, deux chaînes ascendantes partant l'une et l'autre d'un anneau commun, et s'écartant à mesure qu'elles s'élèvent.

Pour trouver une distinction absolue entre les *animaux* et les *végétaux*, ce n'est donc pas seulement dans les divers actes de la vie qu'il faut la chercher, c'est dans la composition chimique qui est propre à chacun de ces deux *ordres* d'êtres, et dans les modifications particulières de leur organisation.

Les *animaux* et les *végétaux* ont, les uns et les autres, un tissu aréolaire ou composé de mailles; leur accroissement ou développement se fait par les parties étrangères qu'ils s'in-

corporent ; ils ont une respiration des fluides nourriciers, avant que ces fluides soient employés à leur développement ; une transpiration et des excrétions, ou une sortie continuelle des molécules qui ont fait partie du corps ; la mort arrive par un effet de la vie et par l'obstruction qu'amènent lentement, dans les mailles du réseau, les matières étrangères qui s'y accumulent ; ils reproduisent, chacun dans son espèce, des êtres semblables à eux et destinés à remplacer ceux que la mort a détruits ; enfin, leur composition chimique résulte d'une foule de substances qui ne sont retenues dans une sorte de combinaison que par l'action de la vie, et qui tendent à se disperser et se dispersent, en effet, dès que cet état a cessé.

Le tissu des *végétaux* est très-simple, et ce n'est que dans les *animaux* les moins parfaits qu'on peut rencontrer une structure aussi élémentaire. Les diverses parties d'une même plante sont tellement similaires qu'elles peuvent toutes se changer les unes dans les autres : c'est ainsi qu'on voit, dans certaines fleurs doubles, les étamines se changer en pétales, et dans les boutures, les branches devenir des racines ; chaque portion de plante peut même devenir une plante entière.

Les *animaux* un peu élevés dans l'échelle ne présentent rien de pareil et leurs diverses parties ont des formes, des tissus et des éléments différents.

Le caractère le plus distinctif entre les *végétaux* et les *animaux* se trouve dans la manière dont s'opère la nutrition.

Les plantes n'ont aucune grande cavité intérieure où puisse être déposée leur nourriture ; elles l'absorbent par les pores de leur surface et surtout par leurs racines et par leurs feuilles. Les animaux en absorbent bien aussi une partie par leur surface ; mais, destinés à changer de lieu, ils ne pouvaient avoir de racines, et se trouvaient par là privés d'une source de nourriture à la fois abondante et continue. Pour y suppléer il était nécessaire qu'ils pussent prendre, à la fois, et emporter partout avec eux la matière alimentaire, pour en absorber ensuite à loisir les sucs utiles. Ce but est atteint par l'existence de leur cavité intestinale, surface intérieure

qui absorbe par ses pores les sucs des substances nutritives, comme la racine des plantes pompe ceux de la terre ; ce qui a fait dire à Boerhaave que les animaux ont leurs racines en dedans d'eux-mêmes : *Ventriculus sicut humus* ; comparaison ingénieuse déjà trouvée par Hippocrate, qui l'avait énoncée en ces termes : *Quemadmodum terra arboribus, ita animalibus ventriculus.*

Si l'on jette les yeux sur un végétal et sur un animal, on remarquera, tout d'abord, que, dans le premier, les principaux organes de la vie sont situés à l'extérieur, tandis que, chez le second, ils occupent des cavités creusées dans l'intérieur du corps. Cette première observation conduit bientôt à reconnaître l'influence de la locomotion, faculté qui manque aux végétaux, et dont les animaux jouissent. Les animaux pouvant, en effet, changer de place et ne restant pas constamment dans le même milieu, il n'était pas nécessaire que leurs pores absorbants s'ouvrissent à la périphérie du corps ; leurs aliments sont, intérieurement, dans un contact permanent avec les bouches de ces pores absorbants, en un mot, ils *digèrent*.

Nous l'avons déjà dit : l'organisation est en général beaucoup plus simple dans les végétaux que dans les animaux. Chez ceux-ci le mécanisme de la structure est compliqué en raison de la multiplicité des actes que l'animal devra exercer ; on y trouve une foule de cordes, de poulies, de leviers, d'instruments de physique et même de chimie, que n'offrent pas les végétaux. Aussi tout animal auquel on retranche quelque partie en devient-il plus ou moins malade ; chaque jour, au contraire, le jardinier taille des végétaux, et ils n'en vivent que mieux.

Le but et l'usage des organes des animaux sont presque toujours déterminés d'avance, on ne peut les changer en entier ; il n'est, au contraire, aucune partie des végétaux dont on ne puisse modifier la destination.

En poursuivant encore l'énumération des différences que présentent les deux *Règnes organisés*, nous voyons que l'excès

d'azote paraît le caractère propre de l'organisation des animaux et que le carbone domine dans celle des végétaux. Il en résulte que les principes des matières animales peuvent subir des combinaisons beaucoup plus promptes et plus faciles, et que ces principes sont par conséquent plus diffusibles.

On comprend par là pourquoi les substances animales se décomposent incomparablement plus vite que les matières végétales. On le comprendra bien mieux encore, si l'on se rappelle que, dans les animaux, il y a proportionnellement plus de liquides que dans les végétaux ; que chez les premiers la matière fluide est souvent accumulée en masses plus ou moins considérables dans des réservoirs, tandis que chez les seconds elle est constamment divisée par molécules ou par filets très-fins dans des cellules étroites ou dans des vaisseaux.

La durée de la vie est différente chez les végétaux et chez les animaux. C'est chez les végétaux que se rencontrent, à la fois, des exemples de la vie la plus courte et des existences les plus prolongées : des champignons et des moisissures ne vivent, en effet, que quelques heures, mais sans parler du Boabab, qui traverse l'immensité des siècles, on sait que la longévité des plantes est en quelque sorte sans limite.

Pour nous résumer, nous voyons que les animaux se distinguent des végétaux par les deux caractères généraux suivants :

1° Ils peuvent changer de lieu et se mouvoir volontairement, tandis que les autres sont attachés par des racines au sol sur lequel ils se sont élevés.

2° Ils sont pourvus, pour l'accomplissement de leur nutrition, d'un sac intérieur dans lequel les aliments subissent une préparation spéciale, et où leurs principes assimilables sont absorbés par une foule de radicules. Les végétaux n'ont point ce sac intérieur : ils vont pomper dans les corps voisins les matériaux de leur nourriture, et cela à l'aide de racines extérieures.

Ce que nous avons exposé jusqu'ici semble ne laisser aucun doute sur les différences que révèle l'étude de l'*organisation végétale et animale*. Il ne nous est pourtant pas permis de

nous arrêter ici, car il y a certains êtres chez lesquels ces distinctions ne se laissent pas facilement surprendre, et nous devons en parler même succinctement. Dans l'échelle de l'organisation, les derniers des animaux, en effet, paraissent identiques aux derniers des végétaux ; et cette analogie dans les résultats a fait supposer qu'il y avait une certaine ressemblance dans les causes.

Les éponges et les coraux, implantés à la surface des rochers sous-marins, ne peuvent pas plus changer de place que le végétal le mieux caractérisé.

Dans beaucoup de plantes il existe des mouvements partiels qui rappellent ceux des animaux. C'est ainsi que les folioles des sensitives, celles du sainfoin de Barbarie, les cils qui bordent les feuilles de la dionée attrape-mouches, les feuilles de presque toutes les légumineuses, exécutent des mouvements plus apparents que ceux des gorgones et des coraux. Mais ces mouvements ne sont pas dirigés par une action volontaire et une détermination spontanée, et diffèrent essentiellement des mouvements volontaires des animaux. Il en est de même des mouvements de direction vers la lumière, des oscillations du sainfoin des bords du Gange, des anthères de la grenadille bleue, des étamines de l'épine-vinette ; des mouvements de rotation de la parnassie, du tournesol à grandes fleurs, de l'héliotrope suave du pays des Incas, des mouvements d'élasticité de l'aristoloche-siphon, etc., etc.

Les proportions de la taille offrent également de grandes différences chez les *végétaux* et chez les *animaux* ; un cèdre, un chêne et même un Baobab n'ont pas une masse supérieure à celle de la Baleine, tandis qu'on voit des animaux microscopiques plusieurs milliers de fois plus petits que les plus petites plantes connues, telles que les moisissures et les byssus.

Les différences qui résultent de la forme donnent lieu à la même observation. Si l'on excepte les champignons, toutes les plantes ont un port commun, un air de famille qui les fait aisément reconnaître. On ne voit rien de pareil dans les animaux : leur structure étant beaucoup plus compliquée, elle offrait plus d'éléments de combinaisons différentes, et la na-

ture s'est jouée avec beaucoup plus de liberté dans les dispositions multiples et variées de leur conformation.

Quant à l'élément dans lequel vivent les êtres organisés, nous voyons les plantes attachées à la surface du sol, soit du sol sec, soit du sol couvert d'eau ; les plantes aquatiques sont même en petit nombre en comparaison des autres. Il y a encore bien moins de plantes simplement nageant à la surface, et on en compte à peine une ou deux qui soient souterraines.

Les animaux sont beaucoup moins restreints dans leur domicile : ils couvrent la surface de la terre ; ils traversent les airs, ils peuplent les eaux ; plusieurs s'enfoncent sous le sol, et partout ils portent la vie et le mouvement.

Il est encore d'autres considérations qui établissent des différences entre les *végétaux* et les *animaux* : le nombre des *espèces*, par exemple.

Les *espèces* d'animaux sont beaucoup plus nombreuses que celles des plantes ; il n'est presque pas de plante, en effet, qui n'ait quelque insecte particulier ; quelques-unes même en ont un grand nombre. Beaucoup d'animaux se nourrissent de substances animales, et d'autres dévorent indistinctement toutes sortes de plantes ; quelques-unes rongent jusqu'aux pierres, les pholades, par exemple. Enfin la mer, qui n'a presque aucune plante, fourmille d'animaux de tout genre qui ne vivent qu'aux dépens les uns des autres.

CHAPITRE II

EXPOSITION GÉNÉRALE DES DIVERS ORGANES QUI CONSTITUENT UN ANIMAL ; RELATION DE LEURS DIVERSES FONCTIONS ; DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TISSUS QUI LES COMPOSENT.

Le tableau que nous venons de tracer des rapports et des différences qui existent entre les végétaux et les animaux nous a conduits à l'étude spéciale de ces derniers que leur exis-

tence rapproche plus intimement du sujet de cet ouvrage. Nous allons donc examiner rapidement la structure élémentaire des animaux, les organes qui en font partie et le jeu qui les anime et les fait vivre.

La base du corps animal est un tissu spongieux dans lequel toutes les autres parties sont mêlées ou épanchées : on le nomme *tissu cellulaire*, parce qu'il est composé d'une multitude innombrable de petites cellules qui communiquent si exactement les unes avec les autres, qu'en soufflant dans un endroit de ce tissu on peut enfler tout le corps.

Ce tissu a la propriété de se contracter autant que les forces qui le distendent peuvent le lui permettre, et c'est par cette propriété qu'il unit dans des rapports constants les diverses parties du corps de l'animal.

Quand les mailles de ce tissu sont rapprochées, il forme des parties plus solides; on leur donne le nom de *membranes* lorsqu'elles sont étendues en longueur et en largeur, et de *fibres* lorsqu'elles ne le sont qu'en longueur seulement. Une membrane roulée en un canal cylindrique ou conique se nomme *vaisseau*. Dans beaucoup d'animaux, presque toutes les parties du corps ne sont formées que de vaisseaux entrelacés.

Un second élément du corps animal est la *fibre irritable*, *charnue* ou *musculaire* : sa forme est celle des filaments. La propriété de la fibre est de se raccourcir et de se mouvoir convulsivement, lorsqu'elle est touchée par quelque corps aigu ou par quelque liqueur âcre. Les muscles, qui sont les organes du mouvement volontaire, sont composés par ce tissu fibreux. La *fibre* entre aussi dans la constitution des membranes et des vaisseaux, dans lesquels elle produit diverses contractions nécessaires aux fonctions qu'ils doivent remplir.

Enfin le troisième et dernier élément solide est la substance *médullaire*. Elle ressemble à une bouillie homogène. Elle n'est ni contractile comme le tissu cellulaire, ni irritable comme la fibre musculaire; mais elle jouit de la propriété merveilleuse d'être le conducteur des sensations, et l'instrument par lequel le principe immatériel de la volonté réagit sur les organes des mouvements.

Ces trois éléments forment tout l'édifice solide du corps animal. Le *tissu cellulaire*, rempli de matières salines, forme les os ; la *fibre*, liée en faisceaux par le tissu cellulaire, forme les muscles ; des membranes enveloppent le corps et le divisent en cavités : l'intestin n'est qu'un grand vaisseau revêtu de fibres charnues ; des vaisseaux plus petits et de divers ordres y prennent le fluide nourricier, le pompent au moyen des contractions qui se produisent dans leur texture, et portent dans chaque point du corps des molécules convenables, soit pour nourrir ce point, soit pour former de nouveaux fluides qui doivent être conduits ailleurs. Les *glandes* ne sont que des amas de ces vaisseaux particulièrement destinés à la production de fluides nouveaux. Un faisceau médullaire, nommé cerveau et moelle épinière, envoie des filets de la même substance, nommés nerfs, qui animent toutes les autres parties.

C'est par l'action convenable et proportionnée de ces solides que sont maintenus en bon état les fluides, renfermés dans des cavités qu'ils forment, ou transmis au travers de leur substance.

Quand on pousse aussi loin que possible l'analyse des organes du corps des animaux, c'est-à-dire quand on les traite par les procédés de la chimie, on obtient pour derniers résultats les substances élémentaires suivantes : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le phosphore, le soufre, le fer, le manganèse, le calcium, le sodium, le chlore, etc., etc. : ce sont là autant d'*éléments inorganiques* ou de principes constituants, indépendants du climat et du genre d'alimentation des individus dans l'organisation desquels on en démontre la présence.

La matière des organes n'a donc rien de particulier ; on la retrouve dans les corps inorganiques, et c'est d'eux en effet qu'elle est venue. C'est beaucoup moins sa nature que son arrangement qui la distingue ; elle pénètre sans cesse, tant que dure la vie, dans un centre qui se l'approprie et qui la rejette au bout de quelque temps ; sorte de mouvement de formation momentanée, pendant lequel la matière du corps animé change continuellement, tandis que la forme de celui-ci per-

siste. A la mort, elle tombe dans le repos ; mais l'arrangement de ses molécules, qui constitue l'*organisation*, reste le même, et c'est cet arrangement, cette *organisation* en repos, que l'anatomie décrit, sous ses différents aspects.

Les phénomènes par lesquels un animal révèle son existence ont pour cause l'action ou les actions d'une ou de plusieurs parties quelconques de son corps ; ces différentes parties, que l'on peut regarder comme autant d'instruments, portent le nom d'*organes*.

Lorsque plusieurs organes concourent à produire un phénomène, on désigne cette réunion d'instruments sous le nom d'*appareil*, et l'on appelle *fonction* l'action d'un de ces organes isolés ou de l'un de ces *appareils*.

Afin de mettre de la clarté dans la description des *organes* et de l'ordre dans l'histoire de leurs *fonctions*, les physiologistes ont divisé les phénomènes de la vie en différents groupes ; dans chacun de ces groupes sont enveloppées et comprises diverses actions qui sont en relations réciproques et qui tendent toutes vers un même but.

Ainsi, l'on a réuni sous le nom de *fonctions nutritives* tous les actes qui coopèrent à la nutrition de l'animal :

Soit qu'ils servent à enlever aux productions de la terre des substances qui sont alimentaires :

Soit qu'ils modifient ces substances alimentaires, en les réduisant en un suc qui puisse se mêler aux organes ;

Soit, enfin, qu'ils servent à charrier le suc nutritif dans la structure de ces organes, pour qu'en se combinant avec cette structure, ce suc en répare les pertes et en favorise l'accroissement.

On a ensuite réuni sous le nom de *fonctions de relation*, tous les actes qui mettent l'animal en rapport avec les êtres de la nature. A l'aide de ces fonctions, l'animal unit son existence avec celle de ses semblables, il s'en éloigne ou s'en rapproche suivant ses craintes ou ses besoins. Il est pourvu, à cet effet, d'un nombre assez considérable d'*organes* que l'on nomme *sensitifs*, qui lui servent à établir entre lui et le monde extérieur des relations aussi nombreuses que faciles. Ces organes lui

servent à connaître ce qui existe hors de lui ; par eux, il est l'habitant du monde, et non pas, comme le végétal, l'habitant du coin de terre sur lequel il est né. Il sent, il perçoit les corps qui l'environnent, se dirige d'après ces impressions et, quelquefois même, il peut manifester ses sensations, et communiquer au monde extérieur ses désirs et ses craintes, ses plaisirs et ses peines, par des gestes, par la voix, par la parole.

L'étude à laquelle nous allons maintenant nous livrer nous montrera souvent la relation de ces diverses fonctions les unes avec les autres, se prêtant sans cesse un concours mutuel ; elles sont, en effet, dans un état continuel de croisement, *in circulum abeuntes*, comme disait Hippocrate, et représentent un cercle dans lequel on ne peut indiquer ni le point où commence le travail, ni celui où il s'achève.

DEUXIÈME PARTIE

FONCTIONS NUTRITIVES.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DIGESTIF ET DE SES ANNEXES.

Fonctions nutritives.

On ne rencontre que chez les *Êtres organisés* cette fonction qui leur donne la faculté de se nourrir, c'est-à-dire de renouveler les matériaux dont leur corps se compose, en s'appropriant une partie des substances qui les environnent, et en rendant au monde extérieur des parties de leur propre substance. Lorsque ce mouvement intérieur s'arrête sans retour, ces êtres meurent; leur corps ne tarde pas à se détruire complètement, et, comme la durée de ce mouvement nutritif a une limite déterminée, la mort est, ainsi que nous l'avons déjà dit, une suite inévitable de la vie.

Ainsi tout être passe du simple au composé, en s'enrichissant graduellement de nouvelles acquisitions; et tout être retourne du composé au simple, pour rendre ses éléments à la nature.

Nos sens ne peuvent saisir l'assimilation permanente des molécules nutritives dans la texture de l'animal ou du végétal. Cet acte, qui consiste dans un mouvement continu de composition et de décomposition, se passe dans la trame intime des tissus, il ne se révèle que par des faits qui sont imperceptibles, et ne se constate que dans ses résultats généraux.

Quels que soient les *Êtres organisés* chez lesquels on la considère, la *nutrition* s'accomplit par trois ordres d'actions distinctes :

1° L'être, soit végétal, soit animal, prend, en dehors de lui, les matériaux qui doivent servir à son accroissement ou à sa conservation ;

2° Ces matériaux, convenablement élaborés, s'incorporent aux différentes parties de sa texture ;

3° Les matériaux premiers qui le composaient et qui vont être remplacés, se retirent de toutes les parties, et sont rejetés au dehors.

Nous avons déjà vu que le *végétal* entretient sa vie individuelle :

1° En absorbant, par les racines, dans le sol, et par les tiges, dans l'atmosphère, les sucs qui lui sont propres ;

2° En faisant circuler ces sucs dans toutes les parties, après les avoir élaborés et changés en sève ;

3° En les incorporant à chaque organe.

On sait aussi qu'afin que le volume du végétal ne croisse pas indéfiniment, et qu'il y ait des déperditions dans la même proportion qu'il y a des acquisitions, les matériaux usés sont rejetés au dehors.

Si nous comparons maintenant ce mode de nutrition avec celui de l'*animal*, nous remarquerons deux différences considérables.

1° Chez l'*animal*, les aliments sont introduits dans une cavité particulière par une ouverture unique, tandis que, chez le végétal, la préhension des substances étrangères se fait par toute la surface de l'être ;

2° Chez le végétal cette préhension est involontaire et continue ; chez l'*animal*, au contraire, elle est généralement volontaire et n'a lieu que par intervalles. Tout cela tient à ce que la nature a créé le *végétal* immobile, et l'a fixé au sol ; tandis qu'elle a doué l'*animal* de la faculté de se mouvoir et, par conséquent, de se rapprocher des objets qui lui sont indiqués par ses besoins.

La cavité dans laquelle l'*animal* introduit les aliments, et dont le *végétal* est dépourvu, a été nommé *digestive*, et l'ac-

tion intérieure des organes qui les élaborent *digestion*. L'*animal* a donc une fonction de plus à ajouter à celles qui composent le mécanisme de la *nutrition végétale*.

Nous avons déjà fait remarquer que ces rapprochements sont d'autant plus faciles qu'on essaye de les établir dans un *végétal* d'une classe élevée et un *animal* d'un ordre inférieur; mais lorsqu'on cherche à saisir les phénomènes de la *nutrition*, dans les degrés supérieurs de l'échelle animale, on trouve qu'elle est le résultat d'actions compliquées qui sont en rapport avec l'organisation plus parfaite de ces êtres. En effet, si chez les végétaux d'une classe élevée, comme chez les animaux d'un ordre inférieur, l'influence de l'air extérieur s'exerce sur le fluide nutritif, au moment de sa formation et dans toutes les parties à la fois; chez les animaux supérieurs, ce fluide nutritif est soumis à une seconde élaboration spéciale; l'air atmosphérique s'introduit par un canal particulier, appelé *canal aérien*, dans un organe distinct et séparé, pour y être mis en contact immédiat avec lui : c'est cette digestion dont l'air est l'agent qu'on a désignée sous le nom de *respiration* et qui comprend plusieurs phénomènes secondaires indispensables à son intégrité.

Nous aurons plus tard à étudier, avec détail, les diverses actions nutritives; qu'il nous suffise, pour le moment, de les caractériser en quelques mots; ce sont :

1° La **Digestion**, par laquelle les aliments sont transformés en principes nutritifs, et en parties non assimilées qui doivent être expulsées de l'économie;

2° La **Respiration**, qui change, au moyen de l'air atmosphérique, le chyle, la lymphe et le sang veineux en sang artériel, ou fluide immédiatement nutritif et vivifiant;

3° La **Circulation**, qui fait pénétrer le sang dans la texture de tous les organes;

4° La **Calorification**, par laquelle l'animal produit et conserve une température propre, indépendante de celle des organes voisins et de celle du milieu dans lequel il est placé;

5° L'**Exhalation**, qui consiste dans la décomposition des

divers matériaux du sang, qui se séparent de ce fluide, pour s'amasser soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du corps;

6° La **Sécrétion**, en vertu de laquelle certains organes fabriquent avec le sang des fluides divers, qui tantôt doivent rentrer dans le cercle circulatoire, et tantôt doivent être rejetés hors du corps;

7° L'**Absorption**, qui recueille les diverses substances, tant celles qui viennent du dehors que celles qui proviennent de l'économie elle-même, et les transporte dans le torrent de la circulation.

Description de l'appareil digestif et de ses annexes.

Les phénomènes de la digestion se passent dans le trajet d'un canal qui s'étend depuis la *bouche* jusqu'à l'*anus*. Ce canal n'est pas uniforme; il présente de grandes et nombreuses différences qu'il est important de noter.

Son entrée, d'abord étroite, constituée par les lèvres, s'agrandit tout à coup, pour former une cavité ovalaire appelée *bouche*, dont les parties antérieures et latérales, circonscrites par les lèvres et les joues, sont garnies intérieurement de petits corps très-durs appelés *dents*.

Dans cette même cavité se trouvent encore la *langue*, qui goûte les aliments et leur sert de guide; et les *glandes salivaires* qui commencent la transformation de ces derniers en les humectant continuellement du fluide qu'elles préparent.

Après s'être élargi pour loger les organes dont nous venons de parler, le canal alimentaire se rétrécit peu à peu, il forme d'abord le *pharynx*, espèce de vestibule qui se continue un peu au-dessus du milieu du cou par un canal auquel on donne le nom d'*œsophage*. Sa forme est celle d'un cylindre un peu aplati. Il descend ainsi, appuyé sur la colonne vertébrale, en passant derrière le *cœur*, à travers la poitrine, jusqu'au-dessous du *diaphragme*, dans l'*abdomen* où il se dilate de nouveau pour former l'*estomac*, grand réservoir[®] posé transversalement dans le bas-ventre, au-dessous et au-devant du foie, et assez semblable à une cornue. C'est là que les

aliments subissent la seconde et la plus importante préparation (pl. I et II, e).

Après l'estomac, dont il n'est séparé que par un rétrécissement nommé *pylore*, le tube digestif se continue par les *intestins grêles*, ainsi nommés à cause de leur étroitesse : c'est vers le milieu de la première portion de ces intestins, appelée *duodenum* à cause de sa longueur qui n'est que de douze travers de doigt, que se rendent la *bile* et le *suc pancréatique* produits par le foie et le pancréas (pl. I, lambeau f, v, b, p).

Les deux autres intestins grêles, le *jejunum* et l'*iléon*, formant seuls, par leur longueur, la moitié du canal alimentaire, sont retenus en paquet et fixés à la colonne vertébrale, au moyen d'une espèce de fraise ou d'éventail ouvert, qu'on a appelé *mésentère* (pl. II, lambeau m). Dans leur intérieur s'ouvrent les innombrables bouches des vaisseaux absorbants qui y puisent le *chyle*.

L'*iléon*, le dernier des intestins grêles, vient se terminer au *cæcum* où le canal alimentaire se dilate de nouveau, pour former une poche dans laquelle les aliments dont les parties assimilables ont été successivement absorbées le long du canal qu'ils ont parcouru, commencent à devenir matières fécales. Une fois arrivé au *cæcum*, le bol alimentaire ne peut plus remonter dans l'*iléon*, parce que cet intestin se termine par une espèce de soupape qui se ferme au moyen de la distension des parois du *cæcum* (pl. I, cæ).

Le *cæcum* se continue avec le *côlon*, dont la longueur est considérable et qui présente, à sa face intérieure, des replis saillants et épais et des cellules qui retardent la marche des aliments, et donnent ainsi aux vaisseaux absorbants, qui sont assez rares en ce point, la possibilité d'absorber les faibles quantités de chyle qui s'y trouvent entraînées (pl. I, cæ, c, t, c, d).

Enfin, le *côlon* vient s'emboucher dans le *rectum*, dernière modification du canal alimentaire, où les aliments se déposent en dernier lieu, après avoir acquis, en traversant le précédent intestin, tous les caractères des matières fécales. C'est de là que le résidu de la digestion est expulsé par l'*anus*.

La longueur ou la capacité de l'*intestin* est liée au régime des animaux. Chez ceux qui se nourrissent exclusivement de chair, elle est d'environ deux ou trois fois la longueur du corps; et chez ceux qui ne se nourrissent que de matières végétales, elle est en général au moins de douze à quinze fois cette étendue.

Pour ne citer que quelques exemples pris dans des points extrêmes :

Dans l'*homme*, qui est *omnivore*, cette étendue est à la longueur du corps :: 1 : 7 ;

Dans la *noctule*, espèce de chauve-souris très-carnassière, on trouve la proportion de 1 : 2 ;

Dans le *bélier*, celle de 1 : 27.

Chez le *têtard* ou larve de la grenouille, qui se nourrit de végétaux, elle est :: 1 : 10 ;

Chez la *grenouille*, qui se nourrit d'animaux, elle est de 1 : 2.

En général, la longueur va en diminuant des mammifères aux poissons. Lorsque la longueur du canal intestinal d'un animal s'éloigne beaucoup de celle que présente le canal des animaux très-voisins de lui, dont les habitudes sont cependant les mêmes, la relation s'établit par une autre dimension du canal intestinal; l'on constate alors que la largeur est bien différente et que cette dimension est d'autant plus grande que le canal intestinal est plus court.

Les annexes du tube digestif sont : les dents, les glandes salivaires, le foie, le pancréas, la rate et les glandes développées entre les membranes de l'intestin et qui communiquent avec sa surface intérieure, au moyen de petits canaux, de façon à y verser les sucs particuliers qu'elles préparent.

Dents.

Les *dents* sont de petits corps extrêmement durs, implantés dans les alvéoles, et qui forment, par leurs séries non interrompues, ce qu'on appelle les arcades dentaires.

Il y a trois substances dans les dents : la substance tubuleuse ou dentaire proprement dite, qui en fait la masse prin-

cipale, l'émail de la couronne, et la matière corticale des racines. Au premier aspect, elles ressemblent à de petits os, et cependant leur constitution en diffère. Les os vivent et se nourrissent sans cesse; les dents, au contraire, ne sont pas le siège d'un mouvement nutritif, les matériaux dont elles sont formées ne se renouvellent pas. Les dents sont sécrétées par de petits sacs membraneux nommés *capsules* ou *matrices*, au fond desquels on rencontre un petit noyau pulpeux appelé *germe*. Ces *germes*, formés de filets nerveux et d'un grand nombre de vaisseaux sanguins, laissent transsuder une humeur gélatineuse qui remplit la capsule. La surface de cette capsule est bientôt couverte de granulations pierreuses qui se multiplient et se confondent, en enveloppant le noyau pulpeux ou bulbe dentaire et en se moulant exactement sur le germe. Le volume de la dent s'augmente ainsi par l'addition des couches pierreuses successives et concentriques de deux organes emboîtés l'un dans l'autre, et le germe se trouve renfermé dans un canal qui occupe le milieu du corps de la dent et diminue progressivement.

Lorsque le germe dentaire n'adhère au fond de la capsule que par un seul point, la dent ne se termine que par un seul tube ou racine; mais lorsqu'il y tient par plusieurs points, la matière pierreuse qu'il sécrète pénètre entre les pédoncules, enveloppe le dessous du noyau et forme alors, en se prolongeant, autant de tubes ou de racines qu'il y a de points d'adhérence.

Toute la partie centrale sécrétée par le germe se nomme l'*ivoire*. En même temps qu'il se dépose par lames dans l'intérieur de la dent, la surface de celle-ci se couvre d'une autre substance que sécrète la capsule. Cette liqueur particulière s'épanche en gouttelettes, elle sort d'une multitude de petites vésicules, disposées avec ordre vers la partie supérieure du sac membraneux qui enveloppe le germe; elle s'épaissit ensuite pour former cette espèce de vernis d'un blanc laiteux et très-dur que l'on appelle *émail* et qui protège les dents contre l'usure qui, à la longue, doit résulter du frottement des dents les unes contre les autres.

Le tissu de l'émail est compacte et fibreux, et sa dureté est si grande qu'il fait feu comme le caillou. La dent est composée d'un tiers en poids de matière animale. Des sels minéraux, tels que le phosphate de chaux allié au fluorure de calcium et le carbonate de chaux, représentent les deux autres tiers. Quant à l'émail, il donne à l'analyse 1 pour 100 de matière animale, 88 pour 100 de phosphate de chaux et le reste de carbonate de chaux.

Les dents ont en général une direction presque verticale ; elles offrent trois parties distinctes :

1° Le corps ou la couronne, partie libre, recouverte, ainsi que nous venons de le dire plus haut, d'un émail plus ou moins épais, destiné à préserver ces petits os de l'impression du froid et du chaud ;

2° Le col ou collet, ligne circulaire où semblent finir l'émail et la gencive ;

3° La racine ; celle-ci, plus ou moins profondément cachée dans le bord alvéolaire, est simple ou multiple, selon l'espèce de dent ; elle est rarement quintuple.

La forme et le volume des dents sont variables : on les divise en trois sortes : 1° les incisives ou cunéiformes qui coupent à la manière d'un couteau ; 2° les canines qui perforent et dissocient les aliments fibreux ; 3° les molaires qui présentent de véritables surfaces de mastication (pl. VII, fig. 3, 4, 5).

La troisième dent grosse molaire reçoit aussi le nom de *dent de sagesse*.

Les incisives centrales supérieures offrent beaucoup plus de largeur que les inférieures.

Les dents sont formées par le développement de germes que l'on commence à apercevoir, chez le fœtus humain, pendant le second mois de son existence dans le sein maternel. Ces germes s'accroissent rapidement et prennent peu à peu la forme de la couronne de la dent.

L'ossification des germes commence du troisième au sixième mois du fœtus, se montrant au sommet des papilles sous forme de petites écailles osseuses. Il n'en existe qu'une seule pour chaque incisive ou canine ; quant aux molaires,

il y en a autant qu'elles présentent de tubercules distincts.

Une alvéole est simple ou divisée en plusieurs cavités, suivant que la dent qu'elle reçoit a une ou plusieurs racines. Les racines des dents ont pour but d'assurer leur adhérence avec les mâchoires dont le bord est revêtu d'une membrane fibreuse nommée gencive : cette gencive environne exactement le collet de la dent.

La manière dont les dents sont fixées dans leurs alvéoles respectives varie.

Les dents incisives (*id.* 3) ont une racine simple ; les dents canines et les deux premières molaires ou petites molaires (*id.* 4) n'ont qu'une racine ; les grosses molaires (*id.* 5) ont deux, trois et quelquefois même quatre racines.

Les dents se forment dans l'intérieur de la mâchoire et, à mesure qu'elles grandissent, elles s'élèvent, traversent la gencive et se montrent au dehors.

Chez l'enfant nouveau-né on n'en voit pas encore ; elles ne commencent à se développer que vers les deux tiers de la première année, et celles qui paraissent alors ne sont destinées à rester que peu de temps dans la bouche ; leur apparition se fait dans l'ordre suivant : incisives moyennes inférieures. — Incisives moyennes supérieures. — Incisives externes inférieures. — Incisives externes supérieures. —

Vers le 15^e mois, les premières molaires inférieures. — Les premières molaires supérieures. — Les deux canines inférieures. — Les deux canines supérieures. — Les deux secondes molaires inférieures. — Les deux secondes molaires supérieures.

Vers l'âge de sept ans ces dents commencent à tomber pour faire place à d'autres. On donne le nom de *dents de lait* à la première série, qui est propre à l'enfance.

L'évolution des dents de remplacement se fait à peu près dans l'ordre suivant :

Les quatre premières grosses molaires et les deux incisives centrales inférieures.....	de 6 à 7 ans.
Les deux incisives centrales supérieures..	de 8 à 10
Les quatre latérales.....	de 9 à 11

Les quatre premières petites molaires...	de 10 à 12 ans.
Les quatre canines.....	de 10 à 13 —
Les quatre deuxièmes petites molaires...	de 12 à 14 —
Les quatre deuxièmes grosses molaires..	de 13 à 17 —
Les quatre dernières molaires, dites de sagesse.....	de 20 à 25 —

La dent est une pyramide qui, pressée perpendiculairement contre l'arcade dentaire, ne peut céder dans cette direction; elle ne pourrait comprimer la pulpe nerveuse, qu'en faisant éclater l'alvéole; c'est pour cela que les dents branlantes sont douloureuses.

Les seuls changements naturels et appréciables que les dents éprouvent après leur accroissement sont : l'ossification de la pulpe, l'atrophie des vaisseaux et nerfs dentaires, l'oblitération du canal dentaire, l'usure et la sortie progressive des dents, qui finissent par tomber souvent même avant la vieillesse.

Glandes salivaires.

Les liquides qui se mêlent aux aliments dans la bouche proviennent de deux sources : ou ils y ont été apportés par les aliments eux-mêmes, telles sont les boissons; ou ils y sont versés, en assez grande abondance, par des follicules muqueux que l'on observe à l'intérieur des joues, à l'union des lèvres et des gencives, sur le dos de la langue, sur le voile du palais, et surtout par les six glandes placées dans la bouche ou dans l'épaisseur de ses parois, et qui portent le nom de *parotides sous-maxillaires sublinguales*.

Les *glandes parotides* sont placées sous la peau, entre l'oreille et la mâchoire; elles s'ouvrent dans la bouche par un canal placé dans l'épaisseur des joues. *

Les *glandes sous-maxillaires* sont placées en dedans de la partie moyenne de la mâchoire inférieure; le canal qui porte la salive formée par ces glandes s'ouvre près du filet de la langue.

Enfin les *glandes sublinguales* sont logées sous la langue, au-devant des précédentes.

Ces *glandes salivaires*, excitées d'abord par le désir, ensuite par la présence des aliments, fournissent une plus grande quantité de salive qui pénètre ceux-ci, les ramollit de façon à aider leur déglutition, et qui a, par son ferment, comme nous le verrons plus tard, une action spéciale sur les aliments féculents.

Foie.

Le foie est une glande volumineuse sécrétant un liquide d'un jaune verdâtre qui est généralement versé dans l'intestin qui suit l'estomac. Situé à la partie supérieure de l'abdomen, dans l'hypocondre droit, au niveau de l'estomac auquel il semble faire contre-poids, il représente une masse charnue, d'un rouge plus ou moins brun. Il est divisé en plusieurs lobes et donne place, dans sa face inférieure, à une vésicule verdâtre remplie de bile et que l'on nomme *vésicule biliaire* ou *fiel*.

C'est de cette vésicule que part le canal cystique. Un autre canal qui résulte de la réunion d'un grand nombre de canaux capillaires, naissant dans les molécules intégrantes du foie et que l'on nomme *hépatique*, se réunit au canal *cystique* pour former le canal *cholédoque* qui porte dans l'intestin *duodenum* la bile sécrétée par le foie (pl. I, f, v, b).

La *bile* est un liquide visqueux, filant, verdâtre et d'une saveur à la fois douce et amère. Elle est toujours alcaline ; on y trouve, dissous dans l'eau, un sel formé de soude unie à un acide gras de nature particulière, de la cholestérine, un principe colorant, un peu d'oléate ou de margarate de soude et du mucus. Cette humeur est le produit d'un travail d'élimination considérable qui se produit dans la texture intime du foie, et, à ce titre, c'est un liquide excrémentitiel, comme la sueur, les larmes, etc. Elle remplit un autre rôle, c'est d'opérer la solubilité des substances grasses, en les *émulsionnant*.

Pancréas.

Un autre glande située près de l'estomac, et nommée *pancréas*, verse, de son côté, le suc qu'elle sécrète dans la cavité du

duodenum; c'est une masse granuleuse qui, chez l'homme, est divisée en un grand nombre de lobes et de lobules, de consistance assez ferme, de couleur blanc grisâtre tirant un peu sur le rouge, et qui est placée en travers entre l'estomac et la colonne vertébrale. Chacune des granulations qui la forment donne naissance à un petit conduit excréteur, et tous ces conduits se réunissent, à la manière des veines, pour former un canal qui s'ouvre dans le *duodenum* près de l'embouchure du canal *cholédoque* (pl. I, lambeau p).

Rate.

La rate est un corps, d'un rouge violacé, placé à gauche de l'estomac (pl. I, r). On ignore encore les véritables usages de la rate; mais comme son tissu, de nature spongieuse, est fréquemment pénétré d'une assez grande quantité de sang, on admet que cet organe fait subir au sang qui le remplit, des modifications particulières qui le rendent propre à jouer un rôle dans la digestion. Il n'y a pas jusqu'au voisinage de la rate et de l'estomac qui ne semble justifier l'opinion que des relations intimes existent entre ces deux organes. Quoi qu'il en soit, il faut bien le reconnaître, le rôle de la rate n'est pas indispensable à l'intégrité des fonctions vitales, car elle a pu être impunément enlevée dans des animaux.

NATURE DES ALIMENTS. — RÉGIME ALIMENTAIRE.

La DIGESTION a pour objet la réparation des pertes incessantes de l'économie, par la transformation des aliments en substances absorbables qui puissent être introduites, comme liquide nutritif, dans les tissus qui nous constituent.

Divers organes et diverses fonctions servent à produire ce résultat par lequel les substances étrangères à l'animal s'introduisent dans les voies digestives, changent de qualité et fournissent un composé nouveau. Mais il est une question qui doit être traitée avant la Digestion elle-même, c'est celle de l'Alimentation.

Nature des aliments

On donne le nom d'*aliment*, de *alere*, nourrir, à toute matière qui, introduite dans les voies digestives et absorbée, s'incorpore aux tissus, entretient la substance vivante, et répare les pertes éprouvées par l'organisme dans l'exercice des fonctions vitales.

L'alimentation de l'homme n'est pas limitée à telle ou telle substance végétale ou animale, il est omnivore. Quand les faits ne prouveraient pas cette assertion, elle serait démontrée par la structure de son appareil digestif. Destiné, dans des vues providentielles, à peupler l'univers, il avait, en effet, besoin d'une organisation spéciale qui le rendit indépendant des lieux et des climats.

L'alimentation humaine suppose l'emploi de matières végétales et de matières animales ; les matières minérales y figurent aussi, dans une proportion minime, il est vrai, mais qui n'empêche pas que leur rôle ne soit important. Le chlorure de sodium, le phosphate de chaux, le soufre, le phosphore, le fer, sont introduits dans notre organisme, soit pour concourir au renouvellement de nos parties solides et liquides, soit pour favoriser la sécrétion des sucs et aider à l'acte de la digestion.

Pour qu'une substance, quelle que soit son origine, végétale, animale ou minérale, serve à la nutrition et devienne un *aliment*, il faut qu'elle soit soluble dans les sucs digestifs, afin qu'en cet état elle soit absorbée.

Les aliments d'origine animale qui forment le plus généralement le fond de l'alimentation humaine sont les animaux de boucherie, la volaille, le gibier, le poisson, les mollusques, les crustacés et quelques substances composées, appartenant à la même catégorie : le lait, les œufs, le beurre, la graisse, le miel, etc., etc.

Les aliments d'origine végétale sont : les céréales, les légumes, les herbes potagères ou autres et les substances répandues dans la structure des végétaux : le sucre, les gommes, etc., etc.

Toutes ces matières alimentaires ont une composition com-

plexe, et il serait très-long et sans utilité réelle d'étudier, successivement, comment chacun de leurs éléments se comporte dans les actions et réactions qu'offre l'ensemble des phénomènes digestifs. Un pareil travail entraînerait, en outre, des répétitions continuelles.

Or, comme toutes ces substances présentent des *principes* immédiats qui leur sont communs et sur lesquels les sucs préparés par les *annexes* du tube digestif agissent de la même manière, on a simplifié l'étude de la digestion en recherchant les transformations que produit le mélange de ces sucs non dans l'aliment complexe : chair, lait, graisse, miel, sucre, gomme, etc., etc., mais dans les principes immédiats appartenant aux uns et aux autres.

En soumettant à l'analyse les matières de nos aliments d'origine végétale ou animale, qu'y trouve-t-on comme *éléments chimiques*? Les éléments que nous avons vus figurer dans toute substance organique : carbone, hydrogène, oxygène, azote et, parfois, quelques traces de phosphore et de soufre.

Or, ces éléments constituent, par leur association, et dans des proportions diverses, les *principes immédiats* des aliments et, suivant que ces principes contiennent ou non de l'azote, on les a distingués en : *principes immédiats azotés* qui sont des composés quaternaires et *principes immédiats non azotés*, qui sont des composés ternaires.

Ces deux groupes de principes peuvent se trouver, les uns et les autres, dans des aliments d'origine ou animale ou végétale; mais les *principes azotés* dominent dans les substances animales, et les *principes non azotés* se rencontrent plus particulièrement dans les substances végétales.

1° Principes azotés. — Composés quaternaires, constitués par du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote.

Les *principes immédiats azotés* produits par les aliments d'origine animale sont la *fibrine* que l'on rencontre particulièrement dans le sang, dans la chair; l'*albumine* que montrent les œufs, la substance nerveuse (cervelle), les glandes, le sang; la *caséine* fournie par le lait, le fromage; la *gélatine* qu'on

extrait de la peau, des os, des tendons ; l'*osmazome* qui forme la partie essentielle du bouillon.

Les *principes immédiats azotés* produits par les aliments d'origine végétale sont : la *fibrine végétale* ou *gluten* qu'on trouve dans les graines des céréales et beaucoup d'autres graines ; l'*albumine végétale* qu'on rencontre dans les graines émulsives et dans les sucres végétaux ; la *caséine végétale* ou *légumine* contenue dans les pois, les fèves, les lentilles, les haricots, etc.

2° Principes non azotés — composés ternaires renfermant les mêmes éléments que les autres, moins l'azote.

Les *principes immédiats non azotés* produits par les aliments d'origine animale ont été réunis sous le nom collectif de *matières grasses* ; ce sont : la graisse qui se trouve abondamment sous la peau, dans les membranes mésentériques qui soutiennent l'intestin, dans le tissu spongieux des os, dans la substance nerveuse et dans le tissu cellulaire de tout le corps, le beurre qui existe dans le lait ; les *matières saccharoïdes animales*, ainsi nommées parce qu'elles peuvent se transformer en *sucres animaux* et qu'on rencontre dans le lait, dans le sang, dans la substance du foie ; le miel, production sucrée sécrétée par les abeilles.

Les *principes immédiats non azotés* produits par les aliments d'origine végétale sont aussi appelés *principes amylacés*, parce que l'amidon leur sert généralement de type. Ce sont : l'amidon ou fécule, matière abondamment répandue dans les végétaux et que présentent, en grande proportion, la pomme de terre, les graines des céréales, des légumineuses ; la dextrine qui n'est autre chose que de la *fécule* transformée, sans changement de composition chimique et devenue ainsi soluble, d'insoluble qu'elle est, à l'état de *fécule* : on la trouve partout où est la fécule elle-même ; la *dextrine* se manifeste aussi à une certaine période du développement de la plante, ou de la fermentation du grain : le *sucres végétaux* qu'on trouve dans presque tous les fruits, dans la racine et dans la tige d'un grand nombre de végétaux ; la *gomme* et les *mucilages* qu'on trouve dans les plantes, soit coulant spontanément de leur substance, soit enveloppant sous un état visqueux, les

graines; l'huile qui existe dans certains tubercules et dans un grand nombre de graines.

Dans les recherches qui ont établi une théorie toute nouvelle de la digestion, on ne s'est pas borné aux distinctions que nous venons d'exposer sur les *principes* en lesquels sont réductibles les diverses substances alimentaires, on a aussi voulu envisager les aliments sous le rapport de leur *destination physiologique*, et c'est en se plaçant à ce point de vue qu'on les a partagés, sans distinction d'origine, en deux groupes :

1° Ceux qui suffisent aux besoins de l'assimilation, et qu'à cause de cette circonstance on nomme *plastiques* ;

2° Ceux qui contiennent des produits que la respiration consomme ou transforme, et qu'en raison de ce fait on a nommés *respiratoires*.

M. Dumas est le premier qui ait fait voir que la digestion se composait de deux ordres de phénomènes :

L'assimilation ;

La combustion respiratoire.

Tout régime qui n'introduit pas dans le sang les éléments nécessaires à l'entretien de ces deux phénomènes conduit tôt ou tard à l'inanition. En effet chaque être vivant, pour assurer son existence, doit, avant tout, développer, dans un temps donné, une certaine quantité de chaleur ; il doit donc aussi recevoir, dans le même espace de temps, une certaine quantité d'éléments combustibles. Il doit aussi s'assimiler des matériaux qui réparent ses pertes incessantes et favorisent son accroissement. Réduite à des aliments *plastiques* ou à des aliments *respiratoires*, la nourriture serait insuffisante : ou parce qu'elle ne réparerait pas les pertes qui ont lieu par diverses sécrétions qui ne cessent de se manifester, même durant la diète la plus absolue, ou parce qu'elle ne donnerait pas de matériaux, pour l'entretien de la chaleur animale.

Régime alimentaire.

Nous avons dit que l'homme, par son organisation, avait

besoin d'aliments végétaux et animaux ; ses forces physiques et ses facultés intellectuelles lui permettant d'habiter toutes les contrées de la terre, il y avait nécessité pour lui d'être omnivore. Si les plaines de la Laponie, les rivages de la mer Glaciale, les steppes glacées du Groënland étaient destinés par la nature à être les habitations de l'homme, comment, en effet, serait-il herbivore ? Il lui serait impossible de se procurer des végétaux sur une terre toujours couverte de glace et de neige.

Malgré cette faculté qu'a l'homme de se nourrir indistinctement de végétaux et d'animaux, il est néanmoins soumis, sous ce rapport, à l'influence des climats ; de sorte que tel aliment, très-convenable pour lui dans un pays, cesse de l'être dans un autre. En général, plus on s'avance vers le nord, et plus on remarque le besoin, on pourrait dire la nécessité, d'une nourriture animale.

Sous les tropiques, où les substances animales répugnent autant qu'elles nuisent, on recherche les substances sucrées et l'on voit naître le riz, la patate, le maïs, le manioc, le millet, l'arbre à pain, tous les fruits aqueux et mucilagineux.

En quittant cette zone, on entre dans celle où croît le froment qui unit à la fécule un principe particulier, le gluten, ou *fibrine végétale* douée de toutes les propriétés des substances animales, puisque son analyse fournit de l'azote. C'est donc par un passage gradué, et pour ainsi dire insensible, que la nature procure à l'homme ce qui lui est nécessaire. Dans la zone dont nous parlons, il n'y a pas que le blé qui contienne un principe qui le rapproche des substances animales, on en trouve encore un dans la châtaigne, qui fait l'unique ressource de quelques provinces montagneuses de la France et de l'Italie ; mais ce n'est plus du gluten que contient cette dernière substance, c'est de l'albumine, et dans des quantités considérables.

On commence à manger de la viande dans les pays qui se trouvent entre l'Atlas et la Méditerranée. Cette consommation devient plus grande en Espagne, plus considérable en

France ; elle est énorme en Angleterre et dans le nord de l'Allemagne ; enfin, dans les régions glacées, l'alimentation purement animale est la seule qui puisse faire surmonter l'influence débilitante du froid. Le Groënlandais, le Kamtchadale, etc., dévorent les phoques et les ours marins ; leur pain n'est composé que de chair de poissons desséchés et pulvérisés, et il n'est pas de mets plus délicats pour eux, qu'un hareng trempé dans de l'huile de baleine.

Cet aperçu sommaire des changements que comporte l'alimentation de l'homme montre la nécessité de modifier les aliments, suivant les climats ; et si cela est vrai pour la population prise en masse, à plus forte raison faut-il le faire lorsqu'il s'agit d'ouvriers dont on exige un grand déploiement de forces. Le nègre et l'Arabe, transportés dans nos régions, ont besoin de la même nourriture que nos artisans dont ils partagent les travaux et, lorsque ces derniers passent dans les climats intertropicaux, ils compromettraient leur existence s'ils ne modifiaient pas leur manière de vivre.

La nourriture animale est aussi salubre pour l'Esquimau que la nourriture variée est nécessaire à d'autres hommes. Les Russes, qui habitent l'hiver la Nouvelle-Zemble, doivent, pour conserver leur santé, imiter les Samoïèdes, manger la chair crue et boire le sang du renne. Il serait difficile, sous l'équateur, de nourrir les troupes nécessaires à la subsistance des habitants. Des pluies périodiques, des inondations et l'action prolongée d'un soleil brûlant détruisent les pâturages. Mais la nature a remédié à cet inconvénient en faisant naître la noix de coco, le sagou, la banane et quantité de tiges, de racines et de graines nutritives. Ainsi nous voyons que la nourriture végétale est plus salubre sous la zone torride. Un régime exclusivement animal y exposerait l'homme à toutes les maladies épidémiques qui naissent de la putréfaction des animaux dans les pays bas et humides.

On voit donc que l'homme, loin d'être indépendant du climat et du sol, est très-souvent esclave de ces conditions, et que ses manifestations morales et physiques sont liées à ces influences. C'est le sol qui fournit à l'homme sa nourriture, et c'est du

sol aussi que viennent les exhalaisons malsaines qu'il respire dans l'air. Sous les tropiques, l'homme, toujours exposé à de fortes chaleurs, a le tempérament nerveux, et son activité vasculaire est sans cesse fortement excitée, malgré des téguments qui mettent son corps à l'abri de l'ardeur du soleil.

Le choix des aliments est très-important pour le maintien de la santé, car, sans manger trop, on peut se nourrir de substances dont l'usage prolongé devienne nuisible. On doit éviter les ragoûts fortement épicés dont l'action sur l'estomac et la réaction sur la peau sont des plus funestes. Les maladies de la peau et de l'appareil digestif sont dues, en grande partie, à l'abus des salaisons. La soupe, cette nourriture fondamentale de nos pays, est sans contredit le meilleur aliment. Mais, pour suffire à l'homme qui travaille, il faut qu'elle soit faite avec du bouillon de viande, et l'on a remarqué que l'homme nourri de viande exécute, en un temps donné, plus d'ouvrage que celui dont la nourriture est principalement végétale.

Les enfants doivent, en général, être nourris de lait jusqu'à l'apparition des premières dents.

Quant aux boissons, l'eau est sans contredit la meilleure de toutes et celle dont l'homme peut le moins se passer. Quand il s'agit d'apaiser la soif, c'est celle qui remplit le mieux ce but. Toutes les eaux ne sont pas également bonnes, et le choix à faire entre celles qui sont potables est très-important. Les eaux chargées de sels calcaires, celles des puits de Paris ou de la Beauce, par exemple, altèrent rapidement l'émail des dents; les eaux de source, et en général les eaux stagnantes ou coulant avec lenteur, sont de digestion difficile. Les habitants de la campagne savent très-bien apprécier les eaux qu'un cours rapide et accidenté mélange d'une grande quantité d'air, et ils choisissent celles qui sont le plus battues.

On trouve de l'avantage à mêler à l'eau certains acides, comme l'acide sulfurique, le vinaigre et le suc de citron. L'addition de ces acides peut rendre moins sensible l'usage des eaux insalubres que la nécessité contraint quelquefois de boire. Le mélange du vinaigre dans l'eau semble désaltérer mieux que l'eau pure, mais il a l'inconvénient d'exciter la

transpiration, et l'on sait que la sueur amène l'affaiblissement. Le jus de citron a une action tonique qui augmente les forces, et il est préférable pour aciduler l'eau. A l'état de santé, les boissons froides sont préférables aux boissons chaudes ; cependant, quand on a chaud, on doit se garder de boire un liquide froid ; les affections de poitrine les plus graves sont presque toujours les suites d'une pareille imprudence. Le lait froid, quand on a chaud, est encore plus funeste que l'eau. Le vin, pris avec modération, est d'un usage excellent pour la santé. L'homme sage doit savoir la quantité qui lui convient. A quelques-uns, il suffit d'un verre de bon vin par jour, et le travailleur le plus robuste doit se contenter d'une bouteille. La bière est une ressource précieuse pour l'homme qui n'a pas le moyen d'acheter du vin ; c'est une boisson tonique, nourrissante, très-convenable pour les personnes nerveuses. La bière non fermentée est d'une digestion assez difficile. L'eau-de-vie et les spiritueux sont dangereux pour les voies digestives, ils peuvent toujours être remplacés par le vin, qui donne plus de force et soutient plus longtemps que l'eau-de-vie ; c'est surtout à jeun que les liqueurs alcooliques ont de si funestes effets.

Les causes les plus fréquentes des maladies résident, en effet, dans la mauvaise qualité des aliments et des boissons, ainsi que dans l'intempérance. « Lorsque je vois, disait Addison, ces tables à la mode couvertes de toutes les richesses des quatre parties du monde, je m'imagine voir la goutte, l'hydropisie, la fièvre, la léthargie et la plupart des autres maladies cachées en embuscade sous chaque plat. » Cette pensée de l'illustre auteur des *Essais sur le goût* vaut, à elle seule, un long traité sur le *Régime*, et, en la méditant, on éviterait presque toutes les occasions de trouble dans la santé. La tempérance consiste, en effet, à ne point prendre d'aliments au delà du besoin qui nous est indiqué par la faim naturelle, et à ne faire usage que de ceux qui sont les plus simples.

Mais la somme de quantité nutritive n'est pas le seul point qui doit préoccuper le physiologiste, il n'est pas moins indispensable de surveiller la qualité des aliments. Qui ne sait qu'il y a une infinité de causes qui peuvent les altérer et les ren-

dre plus ou moins salubres? L'irrégularité des saisons leur imprime quelquefois des qualités malfaisantes qu'ils éprouvent aussi pour avoir été gardés trop longtemps. C'est une méthode très-blâmable que celle de laver les grains, et, quoiqu'ils restent peu de temps dans l'eau, celle-ci les pénètre et les gonfle; il s'y excite un mouvement intestin qui altère sensiblement le gluten. On trouve quelquefois de grands tas de blés entièrement gâtés, et dont l'altération dépend uniquement de cette cause.

La viande conservée sans préparation devient très-malsaine et elle est d'un usage très-nuisible, dans un court espace de temps. Toutes les substances animales tendent naturellement à la putréfaction, et elles se corrompent bien vite dès qu'elles sont privées de la vie. S'il est vrai qu'un léger degré de fermentation attendrisse les chairs des animaux et les rende plus solubles, dès que cette altération passe certaines bornes, elles sont repoussées par le goût et, introduites dans l'estomac, elles portent dans l'organisation des principes malfaisants qui occasionnent de graves maladies.

Le régime ne doit pas être uniforme, et il est bon de varier les aliments, sans cependant abuser de ce précepte. Quels qu'ils soient, du reste, il convient de ne manger que d'un ou deux mets à chaque repas, d'y mettre le moins d'apprêt possible, car les assaisonnements très-épicés irritent les sens du goût, excitent immodérément l'appétit et troublent les organes de la digestion.

Il n'est pas prudent de garder le pain trop longtemps : le meilleur s'altère. Le pain chaud est indigeste; — le pain bis est moins nourrissant que le pain blanc; celui qui contient du son moisit promptement; — le pain de froment est le meilleur.

La chair de poisson est moins nourrissante. La viande des jeunes animaux (la chair blanche) contient moins de sucs nutritifs que celle de l'animal qui est parvenu à son entier développement.

Les aliments féculents sont de facile digestion : ils nourrissent beaucoup. Quant aux végétaux herbacés, ils sont peu

nutritifs ; les fruits le sont moins encore, et l'on doit s'en abstenir lorsqu'ils ne sont pas bien mûrs.

Rien n'est subordonné à l'habitude comme le nombre des repas. On peut en faire plusieurs dans la journée, mais avant d'en commencer un autre, il faut toujours attendre que la digestion du repas précédent soit faite, et, pour cela, quatre heures au moins sont nécessaires. Les enfants doivent manger plus souvent que les adultes et les vieillards, parce qu'ils ont besoin de croître, tandis que les autres n'ont qu'à réparer les pertes qu'ils ont faites. On devra graduer avec prudence tout changement d'alimentation ; car des aliments peu sains, mais auxquels l'estomac est habitué, sont souvent préférables à une nourriture plus salubre, mais dont on n'a pas l'habitude.

A un âge avancé, l'homme devra faire plusieurs repas dans la journée pour ne pas fatiguer son estomac. Un seul repas par jour expose à de fréquentes indigestions.

Il est des signes qui font juger que la digestion s'opère d'une façon satisfaisante : c'est lorsqu'on a de l'appétit, et que l'on ne sent ni besoins irréguliers, ni aversion pour la nourriture. La présence de ces deux signes, jointe à la facilité à respirer, fait présumer que l'estomac est en état de bien digérer. Dans une bonne digestion, l'homme éprouve une douce chaleur à la peau, un peu d'élévation dans le pouls, un sentiment de plaisir qui se répand sur tous les organes.

En hiver, on peut faire usage d'aliments forts, excitants, et aussi de boissons stimulantes : c'est dans cette saison que les forces digestives ont leur plus grande énergie ; l'estomac doit être fortement exercé, afin qu'il puisse donner aux autres organes la force de résister à l'impression du froid ; on dort et on mange plus que dans les autres saisons.

L'été active le système veineux, la sécrétion de la bile. C'est alors que l'on doit faire usage des viandes blanches, de la chair des jeunes animaux, de légumes et de fruits, ne boire que peu de vin mêlé à l'eau fraîche, user des assaisonnements avec modération. Les aliments compactes, les viandes grasses et visqueuses, les exercices violents sont très-nuisibles, pendant la grande chaleur.

L'automne est accompagné de changements brusques de température. Aux approches de l'hiver il faut revenir peu à peu à l'usage des viandes, à une alimentation et aux boissons toniques, à des vêtements plus chauds.

Les personnes d'un *tempérament sanguin-bilieux* ne doivent user de viande que modérément. Les végétaux leur conviennent beaucoup mieux. La vie de l'homme sanguin doit être variée, et, s'il n'a pas de dispositions à devenir trop gras, il peut faire usage de tous les aliments et de toutes les boissons.

L'homme dont le *tempérament* est excessivement *sanguin* prendra des aliments peu nourrissants, des boissons rafraîchissantes, un exercice modéré ; il s'abstiendra de vin pur, de liqueurs, de café. Les viandes blanches, les herbes potagères, les fruits doivent faire la base de son régime. S'il est *pléthorique*, il évitera les aliments succulents, gras, huileux, assaisonnés, ne boira que peu de vin, jamais pur, et préférera les végétaux et les viandes blanches.

Il en sera de même pour l'homme d'un *tempérament bilieux* ; il évitera les épices et tous les stimulants ; les acides lui conviennent : le lait ne lui est pas avantageux ; point de graisses, point de viandes noires, de fromages, d'aliments doux, sucrés, mielleux ; il boira peu de vin, ou le mêlera à beaucoup d'eau.

Quant au *tempérament nerveux*, il indique l'abstinence d'aliments visqueux, de légumes farineux, de pâtes non fermentées, de mets d'une digestion difficile, d'assaisonnements excitants. L'homme *nerveux* mangera du pain bien levé, bien cuit, des viandes blanches, gélatineuses, des herbages, des fruits ; il boira un vin léger, de la petite bière ou un cidre peu chargé ; point de viandes noires, pas de poisson de mer, de mollusques surtout, pas de viandes salées, fumées, etc.

Les hommes à *tempérament lymphatique* mangeront peu de végétaux ; les plantes réputées antiscorbutiques, diurétiques, leur conviennent ; point d'aliments gras, visqueux ou provenant des jeunes animaux ; pas de poisson, de farineux, de légumes féculents ; qu'ils mangent des viandes riches en fibrine, du bœuf, du mouton, etc. ; qu'ils usent, mais sans excès, de vins généreux, de liqueurs spiritueuses, d'assaison-

nements ; l'exercice leur est indispensable, surtout par une atmosphère sèche et chaude ; l'oisiveté suffit pour rendre lymphatique ; il leur faut un régime tonique, un sommeil léger, l'air des montagnes.

Tous ces préceptes, qui ressortent de l'étude de la physiologie, sont, du reste, relatifs à l'homme des sociétés modernes : car les anciens habitants de la terre ne connaissaient probablement que les aliments simples et sans apprêts, et cette nourriture leur procurait les plus grands avantages. La simplicité des aliments et la tempérance sont en effet des sources abondantes de santé et de vie, sans lesquelles on ne peut espérer la longue conservation ni de l'une ni de l'autre. « Il suffit, dit Plutarque, d'avoir le goût du vrai plaisir pour être tempérant. L'intempérance ruine la santé, et quand celle-ci est détruite, on n'est plus sensible à aucun plaisir. Qu'est-ce que tous les mets les plus exquis pour un estomac malade ? et qui peut ignorer qu'il n'est point de meilleur assaisonnement que l'appétit ? »

On dit que, dans une guerre, Alexandre le Grand renvoya ses cuisiniers, disant qu'il en emmenait d'excellents avec lui : une longue marche à faire le matin, qui lui vaudrait de l'appétit à dîner, et un dîner frugal, qui lui ferait trouver délicieux le repas du soir.

Il ne serait pas difficile de prouver, par une multitude de faits, que la plupart des hommes périssent avant l'âge, ou traînent péniblement leur vie, sous le poids de la douleur, pour s'être livrés habituellement et avec excès aux plaisirs de la table ; ceux, au contraire, qui se sont contentés d'une quantité d'aliments simples, proportionnée aux besoins du corps, ont joui de la meilleure santé et vécu le plus longtemps. Nous pourrions citer Auguste Barthol, l'immortel Newton et une infinité d'autres ; mais un des exemples les plus frappants de ce genre est celui du célèbre Cornaro, Vénitien, qui fut attaqué, dès l'âge de vingt-cinq ans, de maux d'estomac, de douleurs de côté, de fièvre lente et de la goutte. A l'âge de quarante ans, malgré tous les secours des médecins, sa santé continuait d'être délabrée ; il abandonna tous les médica-

ments, et s'imposa un régime sobre et simple. L'effet de ce genre de vie fut tel que ses infirmités disparurent pour faire place à la santé la plus heureuse, avec laquelle il vécut au delà de cent ans.

DIGESTION. — PHÉNOMÈNES DIGESTIFS.

On peut diviser les phénomènes de la digestion : 1° en ceux qui la précèdent et la préparent, tels que la faim, la soif, la préhension des aliments, la mastication, l'insalivation et la déglutition ; 2° en ceux qu'on appelle *digestifs* proprement dits : ce sont la chymification, la chyification, l'absorption du chyle, etc., etc.

Faim.

La *faim* ou besoin de prendre des aliments est une sensation interne ou une impulsion instinctive plus ou moins pénible, dont le siège est rapporté à l'estomac. Les époques de son retour sont en raison de la quantité d'aliments prise et de l'activité digérante de cet organe. Elle est aussi, pour le retour périodique de ses impressions, soumise à l'influence de l'habitude. La faim se fait sentir à divers degrés, désignés sous les noms d'*appétit*, de *faim*, de *satiété*, de *boulimie* ou faim insatiable. Le *pica* est la *faim* qu'éprouvent les personnes qui font usage d'aliments inusités.

A la suite d'une abstinence prolongée jusqu'à ce que mort s'ensuive, on observe les phénomènes suivants : la capacité de l'estomac diminue ; on ne voit, dans sa cavité, qu'un peu de salive mêlée à quelques bulles d'air et à un peu de mucus, de bile et de suc pancréatique ; ce viscère reçoit moins ou plus de sang qu'à l'ordinaire ; la bile s'accumule dans la vésicule et s'y épaisse ; toutes les fonctions se ralentissent ; il n'y a d'exception que pour l'absorption qui se produit, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de notre corps, et semble s'efforcer de suppléer à ce que n'apporte pas l'alimentation : enfin, l'estomac, entièrement vide et quelquefois comme corrodé, est affaissé sur lui-même ; la faim devient une douleur toujours

plus déchirante ; le plus souvent un délire furieux éclate ; et la mort a lieu : tantôt au milieu d'horribles souffrances, tantôt dans une agonie calme, et d'autant plus promptement que l'individu est plus jeune et plus robuste. C'est ce que le Dante a traduit, avec une si terrible énergie, dans la déchirante peinture de la mort d'Ugolin.

On a placé, successivement, le siège de la sensation de la faim dans divers appareils nerveux ; on a voulu expliquer ce sentiment par l'irritation que le suc gastrique accumulé exerce sur les parois de l'estomac ; par le frottement des rides et des houppes nerveuses qui se trouvent en contact dans l'état de vacuité ; par la contraction fatigante des fibres musculaires de cet organe ; par les tiraillements que le foie et la rate, qui ne peuvent plus s'appuyer sur l'estomac, exercent sur le diaphragme, etc. Aucune de ces explications n'est complètement satisfaisante, et ce qu'il y a de plus probable c'est que le siège de la faim, qui est un sentiment instinctif de conservation, doit, comme le besoin de respirer, être placé dans le système nerveux central.

Soif.

La soif, qui n'est autre chose que la sensation du besoin d'introduire des liquides dans le canal alimentaire, varie dans son intensité, selon qu'a eu lieu une soustraction plus ou moins grande des liquides de l'économie, et elle est ainsi liée à un état du sang caractérisé par la diminution de sa portion aqueuse. L'abstinence des boissons amène chez l'homme un sentiment de sécheresse et de constriction au pharynx et à la base de la langue : ces parties-là deviennent chaudes, rouges et gonflées ; la salive est rare et visqueuse ; il y a excitabilité de toutes les fonctions, et le malheureux succombe au milieu d'un délire frénétique. Les chimistes ont constaté, sur des animaux, que le sérum du sang est d'autant moindre que l'abstinence des boissons est plus prolongée.

Il existe quelque incertitude sur le siège de la soif : ce serait l'arrière-gorge, selon les uns ; l'estomac, selon d'autres. Mais la sensibilité de la muqueuse de l'estomac est tellement

obscurer qu'il est difficile d'admettre cette dernière explication. Si nous rapportons la sensation de la soif à la bouche, à la gorge et au pharynx, c'est que la sensibilité de ces parties nous donne la conscience de leur état de desséchement. Contrairement à ce qui arrive dans la faim, cette sensation peut être apaisée par l'introduction d'un liquide dans le sang, quelle que soit la voie par laquelle soit faite cette introduction. L'amiral Anson a obtenu ce résultat par l'application de vêtements mouillés sur la peau, et Dupuytren, en injectant du petit-lait, de l'eau, etc., dans les veines des animaux.

Préhension des aliments.

Les organes de la préhension des aliments sont, dans l'homme, les membres supérieurs et la bouche. La main de l'homme lui sert à saisir les aliments liquides et solides, qu'il porte ensuite à sa bouche. Ainsi que lui, d'autres animaux se servent de leurs membres antérieurs pour prendre les aliments : tels sont, entre autres, le singe et le chat. Un grand nombre d'animaux ne peuvent se servir de leurs membres ; chez eux la nature a pourvu à cette privation par le développement d'organes particuliers : la trompe des éléphants, la langue des fourmiliers, le suçoir des insectes ; enfin, dans le plus grand nombre, les lèvres sont les seuls organes de préhension. La bouche (pl. I et VII) est une cavité de forme ovale, limitée, en haut, par le palais et la mâchoire supérieure ; en bas, par la langue et la mâchoire inférieure ; sur les côtés, par les joues ; en arrière, par le voile du palais et le pharynx ; en avant, par les lèvres.

La bouche varie de dimension suivant l'âge et les individus ; elle peut s'agrandir en tous sens ; de haut en bas, par l'abaissement de la langue et l'écartement des mâchoires ; de côté, par la distension des joues ; d'avant en arrière, par le prolongement des lèvres et le soulèvement du voile du palais.

Mastication.

Pour que les aliments solides puissent être avalés et digé-

rés avec facilité, il faut qu'ils aient été préalablement divisés en fragments très-petits. Cette division mécanique a lieu dans l'intérieur de la bouche : elle s'opère à l'aide des dents et porte le nom de *mastication*.

Lorsque les aliments ont été introduits dans la bouche, le voile du palais s'abaisse de façon à fermer cette cavité en arrière et à les empêcher d'être avalés immédiatement (pl. I et II, *lambeau*) ; en même temps, les mâchoires s'écartent et se rapprochent alternativement, et, par les mouvements de la langue et des joues, les aliments sont continuellement ramenés sous les dents chargées de les diviser. Lorsque ces substances ne présentent que peu de résistance, la mastication peut s'opérer à l'aide des incisives, des canines ou des petites molaires ; mais, dans le cas contraire, elles doivent nécessairement, pour être écrasées, être portées entre les grosses molaires dont la surface est plus large ; le rapprochement de ces dents est assuré par la place qu'elles occupent dans le bord alvéolaire, près de l'articulation des mâchoires (pl. VIII, fig. 11).

C'est par l'élévation et l'abaissement de la mâchoire inférieure que sont produits les divers changements qui surviennent, dans les dimensions verticales de la bouche, pendant la mastication, car la mâchoire supérieure, faisant corps avec les os de la tête, ne peut être mue qu'avec la tête elle-même.

Aux mouvements d'élévation et d'abaissement de la mâchoire inférieure, qui opèrent l'ouverture et l'occlusion de la bouche, se joignent des mouvements latéraux, au moyen desquels les dents *molaires* glissent les unes sur les autres, et triturent ou broient les substances que les *incisives* ou les *laniaires* avaient tranchées ou déchirées.

Les parois musculaires de la bouche sont, durant la mastication, dans une continuelle activité. La langue presse en tous sens les aliments et les pousse sous les arcades dentaires ; les muscles de la joue, et principalement les buccinateurs, contre lesquels les aliments sont poussés, les repoussent sous ces arcades pour qu'ils y soient suffisamment triturés. Les lèvres agissent aussi dans les divers mouvements que néces-

site la mastication. Quelquefois, lorsque l'appétit est très-violent, cet acte digestif est incomplet, parce que l'estomac est pressé de digérer ; mais alors la digestion en est d'autant plus difficile. Aussi une lenteur mesurée est-elle plus salutaire qu'une trop ardente précipitation.

Insalivation.

Nous avons déjà dit que, dans le même temps où les aliments sont divisés par la mastication, ils s'imprègnent de certains liquides contenus dans la bouche ; ce phénomène, auquel on donne le nom d'*insalivation*, amène la première métamorphose opérée par les sucs digestifs sur les aliments avec lesquels ils se trouvent en contact.

La transformation d'une certaine nature d'aliments en produits solubles commence, en effet, dans la bouche, et elle se produit par l'action de la salive sur les *principes amylacés* ou *féculeux* qu'elle change en *dextrine* d'abord, et en *glucose* ensuite ; la matière alimentaire s'en trouve, à partir de ce moment, profondément pénétrée, ce qui peut se constater encore quand elle est arrivée dans l'estomac. Nous rappelons sommairement que les glandes salivaires, au nombre de six, versent leurs produits dans la bouche : les deux glandes parotides par le canal de Sténon, les deux glandes sublinguales par le canal de Wharton, les deux glandes sous-maxillaires par le canal de Bartholin. Mentionnons aussi, pour mémoire, les glandes muqueuses développées sous la membrane interne de la bouche et qui communiquent avec cette cavité par un nombre infini d'orifices. La salive qui est versée dans la bouche a donc des origines distinctes et, s'il faut admettre certaines hypothèses, les liquides sécrétés seraient aussi divers dans leur nature que dans leurs sources. Sans entrer dans un débat qui importe peu au but que nous poursuivons, bornons-nous à faire remarquer que la salive mixte, la seule qui nous occupe comme suc digestif, est un liquide transparent, visqueux, inodore, alcalin, qui, évaporé à siccité, contient 98 p. 100 de matériaux salins dans lesquels figurent : des chlo-

rures de sodium et de potassium ; des phosphates de soude, de chaux, de magnésie, des carbonates de soude, de potasse, de chaux, des traces d'oxyde de fer et de sulfocyanure de potassium et une matière organique azotée appelée d'abord *ptyaline*, et plus récemment *diastase salivaire*.

La *diastase* (substance active de l'orge germée) amène, on le sait, la fermentation sucrée de l'amidon ou fécule et sa transformation en *glucose* et en *sucré*. On admet que la *diastase salivaire* agit d'une façon analogue sur les parties amylacées ou féculentes de nos aliments et que, s'y transformant en dextrine et en glucose, elle en fait des produits solubles. Il est même arrivé que, pour les cas où la salivation ordinaire faisait défaut, on a pu y suppléer en mêlant aux aliments féculents ou sucrés une petite proportion de *diastase végétale* qui a accompli parfaitement la transformation qu'on désirait.

Ce qu'il importe de savoir, c'est que la chaleur est nécessaire à l'action de la salive sur les féculs et qu'il faut, de plus, quelques minutes pour que ces substances, pénétrées par la salive, décèlent la présence du sucre. Or, comme le séjour de l'aliment féculent ou autre dans la bouche ne dure pas ce temps-là, ordinairement, il devient évident que l'action commencée dans cette cavité se continue et s'achève plus loin.

On a constaté que la quantité de salive sécrétée en vingt-quatre heures, chez l'homme, s'élevait, en moyenne, à 400 grammes.

Ajoutons que, très-active sur les *aliments féculents*, la salive n'attaque pas les *aliments azotés* et que la fibrine et les matières grasses, telles que les graisses, l'huile, le beurre, n'éprouvent de sa présence aucune modification chimique. Une observation fréquente le prouve : les particules de ces matières qui demeurent fixées dans les interstices des dents y restent inattaquées par la salive et s'y putréfient, parfois, sans se transformer en glucose.

Déglutition.

Quand la mastication a suffisamment broyé les aliments, que la salive les a assez mouillés et pénétrés, le moment est

venu pour le *bol alimentaire* de suivre sa route et de se mettre en contact avec de nouveaux *sucs digestifs*. C'est ce temps de la digestion qu'on appelle *déglutition*.

A cet effet, les lèvres se rapprochent, les aliments sont ramenés par la langue, des divers points de la bouche, sur la face dorsale de cet organe contractile et dont la pointe, repliée sur elle-même, va chercher, en avant et en arrière des arcades dentaires, sous la voûte du palais, partout enfin, les parcelles les plus amoindries. Puis, la langue, se soulevant comme une voûte, s'applique successivement, de sa pointe à sa base, contre la surface du palais et, pressant le bol alimentaire entre sa masse contractée et cette surface résistante, elle la fait glisser, de proche en proche, jusqu'à l'isthme du gosier.

On peut voir, dans la figure 2 de la planche VII et le *lambeau* qui la recouvre, les rapports anatomiques de la bouche, du pharynx et de l'œsophage. Dans la figure 2, la langue est horizontalement placée, mais elle prend une position oblique d'avant en arrière et de haut en bas. C'est sur ce plan incliné que le bol alimentaire parvient au pharynx *t*, d'où il glisse dans l'estomac, à travers le conduit œsophagien. C'est à l'intérieur du pharynx *t* que viennent s'ouvrir les fosses nasales *b*, le larynx ou canal aérien et la trompe gutturale de l'oreille.

Au moment où le bol alimentaire glisse sur le plan incliné que la langue forme par un double mouvement d'élévation de sa pointe et d'aplatissement de sa base, le voile du palais, qui jusque-là avait été abaissé, se relève en arrière et laisse béante l'ouverture que l'on nomme isthme du gosier. Les piliers du voile du palais (pl. I, *lambeau retourné*) augmentent encore cette ouverture en se relâchant, et le bol alimentaire descend vers l'estomac en passant derrière l'ouverture de la glotte (*ep*, pl. I, *lambeau*) par laquelle l'air pénètre dans les poumons.

Pendant la déglutition, cette ouverture se resserre par l'occlusion spontanée des lèvres de la *glotte*. Une soupape *ep*, nommée *épiglotte*, qui la surmonte, rencontrant la base de la langue gonflée en ce moment, se renverse, par un mouvement de bascule, sur l'ouverture du larynx et le recouvre, ce

qui concourt aussi à empêcher les aliments d'y pénétrer. Cela pourtant peut arriver, et on avale de travers : c'est lorsqu'un rire subit, nécessitant l'élévation de l'épiglotte, permet l'introduction dans le larynx de quelques parcelles alimentaires dont l'expulsion cause une respiration convulsive, et parfois des accidents très-graves.

Le voile du palais, en se plaçant obliquement, empêche aussi le bol alimentaire de pénétrer dans l'ouverture postérieure des fosses nasales. Enfin, la partie inférieure de l'arrière-bouche et le conduit qui y fait suite ont la faculté de se dilater et de se contracter alternativement, pour faire place au bol alimentaire, et se resserrer ensuite sur lui et le pousser en bas : c'est par ces dilatations et ces resserrements successifs que l'aliment est porté jusqu'à la cavité de l'estomac *e* (pl. I et II). Le canal placé entre l'estomac et le pharynx se nomme *œsophage* ; l'ouverture qui sépare ce canal de l'estomac se nomme *cardia* (pl. I et II).

La *déglutition des solides et des liquides* offre trois temps.

Dans le premier, les aliments passent de la bouche dans le pharynx.

Dans le second, ils franchissent l'ouverture de la glotte et arrivent jusqu'à l'œsophage.

Dans le troisième, ils parcourent ce conduit et arrivent dans l'estomac.

La *déglutition des gaz* peut être *involontaire*. Ainsi, chaque bouchée qui est avalée chasse devant elle une certaine quantité d'air ; quelques personnes ont la faculté d'opérer *volontairement* cette déglutition. Il paraît qu'il suffit pour cela de remplir la bouche d'air, et d'exécuter un violent mouvement de déglutition.

Digestion dans l'estomac.

C'est par le canal *æ* et par l'ouverture *c* que chaque portion de l'aliment arrive dans l'estomac *e* (pl. II), espèce de poche membraneuse qui a la forme d'une cornemuse, et qui est placée en travers, à la partie supérieure du ventre ou abdomen, vers le point appelé vulgairement le creux de l'estomac. Au

fur et à mesure de leur introduction dans la cavité de cet organe, les aliments se placent les uns à côté des autres, et préparent, par ce rapprochement, le travail de fermentation qui survient plus tard.

Lorsque l'estomac a été distendu par une assez grande quantité d'aliments, le cardia *ca* se resserre et apporte ainsi un obstacle soit à l'introduction de nouvelles parties, soit à la sortie de celles que contient déjà l'estomac. Lorsque, par suite d'une ingestion trop considérable d'aliments, ou de l'état maladif de l'estomac, cet organe ne peut se prêter à la distension que nécessite leur présence, le cardia se relâche, et ceux-ci, remontant de l'œsophage dans le pharynx, et du pharynx dans la bouche, sont expulsés par des contractions de l'estomac auxquelles on a donné le nom de *vomissements*.

Quand, au contraire, l'estomac remplit librement ses fonctions, il devient le siège d'une série d'actions qui ont pour effet de transformer les aliments qu'il contient, et de les réduire en une pâte d'un gris rougeâtre, visqueuse, douceâtre et fade, le plus ordinairement acide, à laquelle on a donné le nom de *chyme*.

Les actions qui amènent ce changement sont : l'augmentation de la chaleur, la trituration des aliments et, surtout, leur mélange avec un liquide particulier versé dans l'intérieur de l'estomac et appelé *suc gastrique*, liquide produit par diverses petites glandes qui s'ouvrent dans l'épaisseur des tuniques de l'estomac.

Le suc gastrique est un liquide incolore, limpide, d'une odeur faible, rappelant celle de l'animal qui le produit ; d'une saveur légèrement salée, il est constamment acide. Sur 100 parties, ce suc contient 99 parties d'eau et 1/100 qui contient, outre quelques particules de sels, un acide libre (lactique) et une substance organique particulière, qui joue un rôle décisif dans la *digestion stomacale* et qui, indiquée, pour la première fois, par Shaw, a été appelée *pepsine* ou *gastérase*. Cette substance est une matière azotée qui a beaucoup d'analogie avec les matières albuminoïdes et qui agit à la manière d'un ferment.

Nous avons déjà établi que le rôle des sucs digestifs était de transformer les substances alimentaires en une série de produits solubles, et ce qui rend l'étude de ces phénomènes très-compiquée, c'est que les produits de la dissolution exercent, à leur tour, une action chimique sur les parties non encore modifiées de l'aliment.

C'est le suc gastrique qui gonfle, hydrate et prépare les matières alimentaires contenues dans l'estomac. Sous son influence les matières albuminoïdes (albumine, fibrine, caséine), sont transformées en une substance soluble dans l'eau et dans la partie liquide du sang, et que l'on nomme *albuminose*. Les matières *azotées* devenues ainsi absorbables sont, dès ce moment, pompées par les vaisseaux chylifères contenus dans l'épaisseur des parois de l'estomac et versées dans un courant dont nous parlerons plus tard.

Les tissus animaux et végétaux et les matières féculentes étant ainsi détruits et dissous : soit, pour les premiers, par le suc gastrique ; soit, pour les seconds, par la salive qui les a pénétrées dès la bouche et les accompagne dans l'estomac, en continuant son action, au fur et à mesure qu'elle est en contact avec ces substances, les graisses encore intactes sont mises en liberté et prêtes à recevoir la transformation qui les attend, dans le duodenum, par l'action commune des sucs pancréatique et biliaire.

Pendant l'acte de la *chymification* tout appétit cesse, la salive est sécrétée en moindre quantité, la déglutition devient pénible et même impossible ; un léger frisson se fait sentir ; la chaleur se concentre sur la région de l'estomac, et s'élève à 32 ou 33° centigrades ; la circulation est accélérée ; les mouvements respiratoires sont précipités et courts : ce qui tient à la compression des poumons, dont le développement est gêné par la dilatation de l'estomac *e* (pl. V) et par le soulèvement du diaphragme *d*.

Pour aider à la chymification, les parois de l'estomac s'appliquent sur les aliments, qu'elles embrassent étroitement. Cette contraction fixe et immobile, appelée *péristole*, se soutient pendant tout le temps nécessaire à la chymification. Cette

opération s'effectue successivement de la périphérie au centre de la masse alimentaire, par couches concentriques de l'épaisseur d'une ligne environ. A mesure qu'une couche chymeuse est formée, le mouvement de péristole la fait glisser vers le *pylore*, *py* (pl. II) avec d'autant plus de facilité que le *chyme* est une pâte beaucoup moins consistante et plus liquide que le bol alimentaire. Cette couche étant expulsée, l'estomac se resserre sur celle qui était subjacente ; celle-ci glisse, à son tour, et cet effet se continue de la même manière, jusqu'à ce que toutes les substances albuminoïdes contenues dans l'estomac soient entièrement chymifiées. Le chyme se forme au tour des parois de l'estomac, et jamais on n'en a trouvé dans le centre de la matière alimentaire.

La chymification commence à s'opérer une heure et demie environ après l'ingestion des aliments, et l'on peut évaluer la durée de ce phénomène de quatre à cinq heures pour un repas ordinaire ; mais ce temps varie selon la constitution digestive de l'individu, selon la nature des aliments, leur grosseur, leur préparation culinaire, etc. Des expériences faites sur ce sujet ont établi qu'un aliment séjourne d'autant plus longtemps dans l'estomac qu'il est plus nutritif ; que les substances animales sont plus aisément et plus complètement altérées que les substances végétales : ces dernières traversent, en effet, quelquefois impunément toute la longueur du tube digestif. Il résulte des mêmes expériences que les substances grasses ou albumineuses sont les moins digestibles, que les caséeuses et les fibrineuses le sont davantage, et enfin que les gros morceaux sont les moins facilement digérés. La chair bouillie est plus digestible que la chair rôtie. Les aliments qui déplaisent à l'estomac sont rejetés aussitôt, sans altération, et ceux au contraire qui le flattent sont digérés avec facilité. On sait, de plus, que le froid appliqué extérieurement sur ce viscère suspend l'action digestive, tandis qu'une chaleur modérée l'accélère.

Les physiologistes ont été longtemps partagés d'opinion sur l'essence et l'étendue de la digestion stomacale. On en a cherché la cause dans la coction, dans la fermentation, dans la

putréfaction, dans la trituration, dans la macération et dans la dissolution chimique des aliments.

On a, tour à tour, accordé une importance exclusive à une ou à plusieurs de ces hypothèses, et la dernière surtout a dû le grand crédit dont elle jouit encore aux expériences célèbres de Spallanzani. Ce savant physiologiste, en disséquant des oiseaux, parvint à extraire une abondante quantité de suc gastrique, soit par la compression de leurs glandes œsophagiennes, soit en introduisant une petite éponge dans leur jabot, et en l'y laissant séjourner quelques heures, pour l'en retirer ensuite tout imprégnée de ce liquide.

Il plaça ce suc gastrique dans des vases avec des aliments convenablement divisés ; il développa autour de ces vases une température analogue à celle de l'estomac, pendant la vie, et la masse alimentaire fut digérée artificiellement. Elle se réduisit en une matière analogue à la pâte chymeuse qui était résultée de substances alimentaires semblables qu'on avait introduites dans l'estomac d'un animal pris pour terme de comparaison. Depuis Spallanzani, des faits nouveaux sont venus corroborer l'explication qu'il a donnée des phénomènes digestifs, et l'on s'est assuré que le suc gastrique, filtré continuellement par les glandes de l'estomac, est une liqueur plus active et plus pénétrante que la salive, qu'il attaque les principes constitutifs des aliments, qu'il les décompose et les met dans l'état d'une dissolution complète.

On a suivi, chez l'homme lui-même, la comparaison de la digestion stomacale avec la digestion artificielle, jusque dans leurs moindres détails. Chez l'individu qui en fournit l'occasion, la partie antérieure de l'abdomen et de l'estomac était ouverte par une blessure qui ne s'était pas refermée, de sorte qu'on pouvait voir dans l'intérieur de l'organe et étudier tout ce qui s'y passait, comme par une sorte de fenêtre, > l'aide du simple déplacement d'un repli de la membrane muqueuse interne. On a vu ainsi le suc gastrique suinter des parois de l'estomac, produit par l'exhalation de sa tunique interne, et par certains petits organes ou *follicules gastriques* contenus dans son épaisseur ; on a suivi les progrès de la chymification ;

on a vu qu'en retirant les aliments, peu après leur arrivée, mais déjà imprégnés de suc gastrique, ils continuaient de se digérer comme dans l'estomac lui-même ; enfin, on a pu se procurer directement du suc gastrique, et reproduire artificiellement, comme l'avait fait Spallanzani, tous les phénomènes qu'il observait simultanément dans la digestion stomacale.

Digestion intestinale.

Lorsque les aliments ont été suffisamment altérés, soit par la trituration que produisent les resserrements de l'estomac sur lui-même, soit par le mélange des sucs gastriques, et que leur décomposition est assez avancée pour qu'il soit impossible de les reconnaître, l'ouverture inférieure de l'estomac, nommée *pylore*, *py* (pl. II), qui jusque-là avait été étroitement resserrée, se dilate pour donner passage à la pâte chymeuse.

Près du pylore est une valvule qui paraît avoir pour usage d'apprécier l'altération que doivent subir les aliments, avant de passer dans le duodenum.

Nous avons déjà dit qu'en général, la longueur du tube intestinal va en diminuant des mammifères aux poissons ; nous avons fait remarquer aussi que, lorsque cette longueur, dans un animal, s'éloigne beaucoup de celle qu'elle présente chez des animaux avec lesquels il a de grandes analogies d'habitude, on observe alors que la largeur est bien différente. Généralement elle est d'autant plus grande que l'intestin est plus court.

La raison de toutes ces différences tient à la nature de l'alimentation. Nous avons déjà fait remarquer qu'il était nécessaire, en effet, que les substances animales, dont la digestion est plus facile et plus prompte, et qu'un trop long séjour eût exposées à une décomposition putride, parcourussent avec rapidité l'intestin de l'animal carnivore. Par la raison contraire, les aliments végétaux ont besoin de séjourner plus longtemps dans l'intestin de l'animal herbivore, parce qu'il leur faut plus de temps pour s'assimiler avec les molécules de sa substance.

On trouve, dans les parois des intestins, des fibres musculaires qui, en se contractant, poussent devant elles les matières contenues dans ce tube; les mouvements qu'elles exécutent sont nommés *vermiformes*, parce qu'ils ressemblent à ceux d'un ver.

Les intestins sont enveloppés d'une membrane très-fine appelée *péritoine*. Cette membrane sert aussi à les fixer dans la cavité du ventre. C'est elle qui, en se repliant plusieurs fois sur elle-même, constitue : 1° une des enveloppes protectrices des organes abdominaux, l'épiploon, *ep* (pl. V); 2° la membrane nommée *mésentère*, *c, v, m* (pl. II), par laquelle les intestins sont retenus dans leur situation respective, et qui contient dans son épaisseur les vaisseaux nourriciers du tube intestinal et les vaisseaux chylifères, *v, c* (pl. II, *lambeau*), qui charrient les produits de la digestion. C'est dans les replis du *mésentère* que s'accumule la graisse, chez les personnes qui sont très-grasses, et chez les animaux hibernants, qui, pendant leur léthargie, se nourrissent par la résorption de cette provision intérieure.

La première partie de l'intestin grêle, celle qui fait immédiatement suite à l'estomac, a été nommée *duodenum*, *d* (p. II); c'est dans sa cavité que se passe la transformation ou dissolution des aliments carbonés, tels que la graisse, les matières sucrées, etc., etc. A cet effet, chaque portion du chyme qui traverse le duodenum, est arrosée de *bile* et de *suc pancréatique*.

Nous avons vu (p. 49) que la bile est le produit d'une glande placée dans le voisinage de l'estomac, *f* (pl. I), le *foie*, situé dans la partie droite de la cavité du ventre; il reçoit dans sa substance une assez grande quantité de sang, et il en extrait le fluide dont nous avons parlé (la bile). Ce fluide s'amasse peu à peu dans une petite poche adhérente à la surface inférieure du foie, et que l'on nomme la *vésicule du fiel*, *v, b* (pl. I). Nous avons vu que des canaux qui proviennent soit de cette vésicule, soit du foie lui-même, se réunissent pour former un conduit qui perce les parois du duodenum et verse dans sa cavité la bile qui le parcourt; ces canaux sont nommés *hépatiques* et *biliaires* *c, c'* (pl. I).

D'une autre part, le *pancréas* envoie, par un canal ou des canaux qui s'ouvrent dans le duodenum, le produit de sa propre sécrétion : c'est un liquide clair incolore, ressemblant beaucoup à de la salive et qui offre une réaction alcaline. Des expériences ont établi que le suc pancréatique agit sur les *matières féculentes* qui n'auraient pas été dissoutes par la salive, et qu'il achève la transformation de ce *principe immédiat* de la matière alimentaire : d'abord en dextrine, puis en glucose.

Mais c'est surtout sur les *corps gras* que ne peuvent dissoudre ni l'eau, ni la salive, ni le suc gastrique, qu'agit le suc pancréatique : il les divise en particules d'une finesse extrême et les transforme en une émulsion qui en fait une substance très-absorbable, par les bouches des vaisseaux qui rampent à la surface de l'intestin et dans l'épaisseur de ses parois.

Quant à la bile, elle semble jouer deux rôles dans la digestion. Dans le premier, elle se mélangerait avec les corps gras et en amènerait, comme le suc pancréatique, la transformation en une *émulsion* absorbable. Dans le second, la bile ne serait qu'un produit purement excrémentitiel, comme le mucus, la salive, une sorte de *caput mortuum*, auquel le canal intestinal sert momentanément de réservoir. Le foie serait donc, comme le poumon éliminateur des matériaux inutiles, avec cette seule différence que l'un les expulse, comme nous le verrons, sous forme d'eau et d'acide carbonique, c'est-à-dire complètement brûlés ; tandis que l'autre en débarrasse l'économie lorsqu'ils renferment encore une forte proportion d'éléments combustibles.

Nous compléterons le tableau des réactions chimiques qui se produisent, dans l'intestin, sur la bouillie alimentaire qui le traverse par portions successives, en mentionnant le *suc intestinal* qui est sécrété, depuis le pylore jusqu'à l'anus, par la membrane muqueuse qui tapisse le canal digestif. Cette humeur fabriquée par un nombre incalculable de glandes développées dans l'épaisseur de l'intestin, paraît propre à achever l'émulsion des particules graisseuses qui auraient échappé à l'action des deux liquides dont nous venons de faire l'histoire.

De toutes les transformations que nous venons de décrire et dont l'*aliment* est l'objet, résulte un liquide blanc, opaque et laiteux, destiné à réparer les pertes de l'organisme, quand une dernière épuration l'aura débarrassé de quelques principes qu'il contient et qui ne sont pas assimilables à nos tissus ; ce liquide c'est le *chyle*.

Avant d'en parler en détail, disons que les portions de la bouillie alimentaire qui n'ont pas été transformées en chyle descendent le long du tube intestinal.

Par suite des mouvements contractiles de l'intestin grêle, ce résidu du chyme passe dans le cœcum, *cœ* (pl. I). Un phénomène analogue de contraction s'établit bientôt dans le gros intestin. La progression est lente, soit à cause de la disposition en cul-de-sac du cœcum, soit à cause des nombreuses cellules et des contours de l'intestin dans lequel le mouvement a souvent lieu contre les lois de la pesanteur. La matière, dépouillée de tout le chyle, devient, en traversant le gros intestin, plus dure, plus foncée, et prend une odeur fétide. Elle se compose, en grande partie, du résidu des aliments que, quelquefois, l'on retrouve en nature ; de différents sucs altérés, en particulier de la bile ; de gaz fétides, dans lesquels prédominent l'azote, l'hydrogène simple, carboné ou sulfuré. Ce résidu est poussé, peu à peu, depuis le cœcum jusqu'au rectum, où il s'accumule et séjourne pendant un temps plus ou moins long (H, p. 87).

Le *gros intestin*, qui fait suite à l'intestin grêle et qui reçoit le résidu laissé par la digestion, se distingue facilement par les dilatations nombreuses que l'on remarque sur ses parois, entre les divers faisceaux formés par ses fibres musculaires. On le divise en *cœcum*, en *côlon* et en *rectum*. Le cœcum, qui est situé près de l'os de la hanche, du côté droit, se prolonge en cul-de-sac au delà du point d'insertion de l'intestin grêle, et présente, à son extrémité, un appendice vermiforme. Les replis, disposés en manière de valvules, garnissent l'ouverture de l'intestin grêle, et s'opposent à ce que les matières, poussées dans le cœcum, puissent rentrer dans l'iléon et retourner vers l'estomac (E, p. 87).

Le côlon^s fait suite au cœcum, remonte vers le foie, traverse l'abdomen, immédiatement au-dessous de l'estomac, (E', E'', p. 87) et redescend du côté gauche, pour gagner le bassin où il se continue avec le rectum, qui se termine à l'anüs.

Les fibres charnues qui entourent l'anüs, et qui forment le *muscle sphincter* de cette ouverture, sont continuellement contractées et s'opposent à la sortie des matières accumulées dans le gros intestin. En général, pour que leur expulsion ait lieu, il ne suffit même pas de la contraction des fibres musculaires qui entourent cet intestin, il faut aussi que le diaphragme et les autres muscles de l'abdomen concourent au même but, en comprimant la masse des viscères renfermés dans cette cavité.

Pendant la digestion, des gaz se développent dans toute la longueur du canal intestinal, indépendamment de l'air avalé, dont une partie est convertie en acide carbonique dans l'estomac. La nature de ces gaz dépend de celle des aliments et de l'état des organes digestifs. Quelquefois inodores, ils exhalent, la plupart du temps, une odeur fétide ; souvent ils sont inflammables. On peut y trouver de l'hydrogène, du gaz hydrogène carboné, du gaz hydrogène sulfuré.

Quoique la formation de ces gaz suppose un mouvement putréfactif exclusif de la vie, cette décomposition peut commencer par des matières déposées dans les gros intestins, tubes devenus presque inertes. Ce ne serait pas, au reste, le seul exemple de l'accomplissement d'un effet chimique dans le conduit intestinal, malgré la résistance de cet organe. Mais, si l'on y fait attention, c'est effectivement hors du domaine de la vie que ces actions chimiques s'accomplissent, car les matières déposées dans le réservoir intestinal en attendant que leur excrétion s'achève, sont déjà en quelque sorte éliminées. L'action contractile de la tunique musculaire des intestins s'exerce sur elles, soit pour les expulser, soit pour empêcher l'expansion trop considérable des gaz, absolument comme les muscles soumis à l'empire de la volonté, lorsqu'on les emploie à surmonter une résistance extérieure.

Les gaz intestinaux sont un produit des réactions chimiques

qui servent à la digestion, et ils remplissent aussi dans cette fonction un rôle mécanique important. Par eux, par le *coussin d'air* que représente leur masse, les organes de l'abdomen sont maintenus dans leurs rapports respectifs et les pressions qu'amènent les divers mouvements du corps sont amorties et réparties sur tous les points avec égalité. Ajoutons qu'ils maintiennent le calibre du canal digestif dans un état de distension qui favorise le travail absorbant des vaisseaux chylifères et des capillaires sanguins du système veineux.

Chyle.

Le chyle est le premier état que présente l'aliment arrivé au point de pouvoir réparer les pertes de l'organisme; tous les produits de la digestion sont représentés dans ce liquide assimilable qui, chez les animaux inférieurs, ne diffère pas du sang proprement dit; mais cet aspect et cet état ne sont que temporaires chez les animaux plus parfaits, dont le chyle ne tarde pas à se convertir en sang.

La connaissance du chyle se lie à celle des vaisseaux qui le contiennent : la coloration qu'il donne à leurs parois favorisa leur découverte; mais il fallut de nombreux tâtonnements pour que leurs usages fussent déterminés.

S'il est vrai qu'Aristote ait entrevu les vaisseaux chylifères ou lactés, si Érasistrate et Hérophile les aperçurent réellement, on peut avancer du moins que la nature de leur contenu ne fut pas soupçonnée, puisque Galien lui-même a prétendu que les substances alimentaires étaient absorbées dans le tube intestinal par les veines mésentériques, opinion qui régna dans les écoles jusqu'au milieu du seizième siècle et qui devait être, de nos jours, remise en honneur, par les belles expériences de Magendie.

La théorie de Galien touchant l'absorption de la substance alimentaire par les veines était tellement enracinée, qu'Eustachi, dominé par son influence, considéra comme une veine le canal thoracique qu'il avait découvert chez le cheval. En 1622, Gaspard Aselli, professeur à Pavie, reconnut, le premier,

l'existence du chyle, et constata que cette humeur s'écoulait à la suite d'une piqûre faite à l'une des lignes blanchâtres du mésentère.

En 1628, les médecins d'Aix examinèrent, à l'invitation de Gassendi, le mésentère d'un supplicié auquel on avait fait prendre des aliments, quelques heures avant sa mort, et reconnurent ainsi l'existence du chyle chez l'homme; mais ce ne fut qu'en 1649 que J. Pecquet, pendant le cours de ses études médicales à Montpellier, observa le chyle dans son réservoir et montra le trajet parcouru par ce liquide, depuis l'intestin jusqu'à la veine sous-clavière gauche.

La saveur du chyle est douce et un peu salée. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle du sang. Comme la lymphe et le sang, le chyle charrie des globules de formes et de dimensions déterminées, suivant les espèces ou les classes d'animaux. Les globules du chyle diffèrent, en général, des globules sanguins par leur forme sphérique et leurs plus petites dimensions.

Le chyle, considéré chimiquement, présente beaucoup de ressemblance avec le sang. Comme ce dernier liquide, il se sépare, hors de ses réservoirs, en deux parties : l'une solide ou le caillot, composée essentiellement de fibrine, et l'autre liquide, qui est un sérum semblable à celui du sang, contenant les mêmes sels; le feu et les acides le coagulent et il décèle, par ces changements, sa nature albumineuse.

Il se manifeste, de plus, à sa surface, une substance qui paraît comme une crème, et qui est de la nature de la graisse.

La première bonne analyse du chyle est celle faite par Vauquelin, en 1814, avec le liquide extrait du canal thoracique du cheval. Une incision du canal, vers son milieu, donna un chyle rosé, et une autre incision à l'une de ses branches sous-lombaires donna un chyle blanc.

Suivant MM. Leuret et Lassaigue, le chyle contient de l'albumine, de la soude, du chlorure de sodium, du phosphate de chaux, une matière colorante rouge, une matière jaune soluble dans l'alcool, de la fibrine.

Quel que soit l'animal dont le chyle a été extrait, il présente toujours ces mêmes substances. Il y a, de plus, de la matière grasse, mais qui ne s'y rencontre pas toujours.

Les proportions de la fibrine varient d'ailleurs beaucoup, suivant que le chyle appartient à un *carnivore* ou à un *herbivore*. Le chyle de *brebis*, suivant MM. Tiedemann et Gmelin, contiendrait, sur 1000 parties, au moins 2,40 et au plus 8,20 de fibrine; celui du *chien*, au moins 1,70 et au plus 5,60.

MM. Macaire et Marcet fils ont aussi donné une analyse comparée du chyle du *chien* et du *cheval*, et conséquemment d'un mammifère carnassier et d'un mammifère herbivore. Cette analyse montre une bien grande ressemblance dans la composition de l'un et de l'autre chyle.

Lymphes.

La *lymphe* est le contenu des vaisseaux lymphatiques. C'est un liquide limpide, d'un jaune clair, et qui n'a en général pas de teinte rougeâtre, à moins qu'il ne renferme, accidentellement, des globules de sang, ce qui arrive quelquefois. Chez les reptiles et les poissons, la lymphe est tout à fait claire, et même sans teinte jaunâtre. Elle n'a pas d'odeur; sa saveur est salée, et elle réagit faiblement à la manière des alcalis. Ainsi que le chyle, elle tient en dissolution de l'albumine et de la fibrine : cette dernière s'y prend en gelée dans l'espace de dix minutes.

La lymphe est une humeur formée : 1° de matériaux saisis dans la profondeur de toutes les parties; 2° et de la réunion de tous les sucs produits par l'organisation tout entière. Ces sucs, versés dans des surfaces qui n'ont aucune communication au dehors, augmenteraient indéfiniment, si l'*absorption* ne les reprenait à mesure que la sécrétion les a produits. Il est bien évident que le résultat d'une réunion de fluides si disparates, et qui n'ont rien de commun que la source d'où ils proviennent, c'est-à-dire le sang, ne saurait présenter une composition aussi spéciale que celle de la lymphe, si elle n'é-

tait modifiée par les organes qui la recueillent et par ceux qui la charrient.

Toutefois, les physiologistes sont loin de s'accorder sur cette origine multiple de la lymphe : les uns pensent qu'elle consiste seulement dans les sucs sécrétés, d'autres y ajoutent les éléments usés qui constituent les organes ; suivant une troisième opinion, la partie séreuse du sang, arrivée aux dernières extrémités des vaisseaux particuliers dans lesquels ce liquide circule, passerait dans les vaisseaux lymphatiques au lieu d'être reprise par les veines.

Ce qu'il y a de certain, c'est que la lymphe n'existe pas comme fluide avant qu'on la voie dans les vaisseaux absorbants qui la recueillent, et qu'elle n'est visible qu'après qu'elle en a franchi les radicules. Elle s'avance alors à travers les nombreux ganglions qui lui servent de points de repos, d'où, après s'y être sans doute perfectionnée, elle se rend : soit dans le canal thoracique, où elle se mêle avec le chyle, soit dans un grand vaisseau lymphatique situé sur la colonne vertébrale, du côté opposé au *canal thoracique*, et aboutissant dans la veine sous-clavière droite.

Absorption digestive.

L'absorption est un acte qui a pour effet d'introduire, dans les courants de la circulation, le produit des aliments, ou, en d'autres termes, le produit de la digestion.

Le passage de ces produits liquides, dans des canaux qui les absorbent, se fait en vertu d'une force particulière, décrite pour la première fois par M. Dutrochet, sous le nom d'*endosmose*.

Ce phénomène, entièrement physique, paraît être une conséquence de l'attraction capillaire qui s'exerce, à des degrés différents : d'une part, entre les molécules des liquides dissimilaires, séparées par une membrane perméable, et, d'autre part, entre ces mêmes molécules et le tissu de la membrane. Les membranes organiques, de même que tous les corps spongieux ou poreux, se laissent traverser par les li-

guides, de telle sorte que ce qui était d'un côté de la membrane, *avant* que le phénomène d'absorption se produise, se trouve de l'autre côté, *après*. Mais la facilité avec laquelle ce transport a lieu varie, suivant que ces liquides sont plus ou moins fluides, et suivant qu'ils mouillent plus ou moins facilement ces espèces de filtres.

L'*endosmose* consiste donc dans l'échange qui s'établit entre deux liquides de densité inégale, à travers une membrane perméable, jusqu'à ce qu'ils soient tous deux en équilibre de densité. Mais le courant qui se forme d'un liquide à l'autre, pendant cet échange, est beaucoup plus rapide du liquide le moins dense vers le plus dense, de telle sorte que le niveau de celui-ci s'élève à mesure que son volume s'accroît, et que la masse du liquide moins dense diminue ; phénomènes qui ont lieu d'autant plus rapidement que la différence des densités est plus considérable.

Si, par exemple, on plonge dans de l'eau pure un petit sac formé par une membrane organique, qu'on a préalablement rempli d'une solution sucrée ou gommeuse, et à l'ouverture duquel on a adapté un petit tube vertical, on ne tardera pas à voir le niveau du liquide épaissi par la gomme ou le sucre s'élever dans le tube, et l'eau pure diminuer dans le récipient qui la contient ; pendant ce temps, un courant plus lent, nommé *exosmose*, s'établit du liquide plus épais vers l'eau limpide, et l'ascension cesse dans le tube, quand les deux liquides ont acquis une égale densité. Le contraire aurait lieu si le liquide le plus dense était dans le récipient et l'eau pure dans le sac perméable.

Il est facile de mesurer la vitesse de l'*endosmose* et sa force en prenant un tube gradué ou un tube recourbé dans lequel le mouvement ascensionnel chasse devant lui une colonne de mercure.

Ajoutons, en terminant, que l'*endosmose* n'a pas lieu seulement à travers les membranes végétales ou animales, mais même à travers les substances inorganiques, telles qu'une lame mince d'argile cuite.

Les divers sucs absorbables qui sont le produit des actes

digestifs, se succédant depuis la bouche jusqu'à la fin du canal alimentaire, sont : 1° le *glucose* ou sucre de raisin (transformation des matières féculentes) ; 2° l'albuminose (transformation de la fibrine, de la caséine, de l'albumine) ; 3° les matières grasses : graisse, huile, beurre, miel (émulsionnées, mais non dissoutes par le suc pancréatique et la bile).

Ces divers principes passent, par voie d'endosmose : soit dans les vaisseaux chylifères contenus dans l'épaisseur des membranes qui retiennent et unissent les anses de l'intestin, soit dans les extrémités des veines qui se ramifient autour de ce tube alimentaire. C'est ce que mettent parfaitement en évidence les lambeaux de la planche II de l'atlas où se trouvent représentés, dans leurs rapports physiologiques, les divers organes qui concourent à la nutrition.

Cette planche expose, avec des détails précis, soit dans sa figure principale, soit dans les lambeaux qui y sont superposés, les diverses phases que traverse le produit de la digestion, avant d'être versé dans la *veine sous-clavière gauche*, *v, s, g*, et elle fait voir comment le chyle renfermé dans le tube intestinal est porté, par voie d'endosmose, dans les vaisseaux chylifères *v, c*, et les veines, *m*.

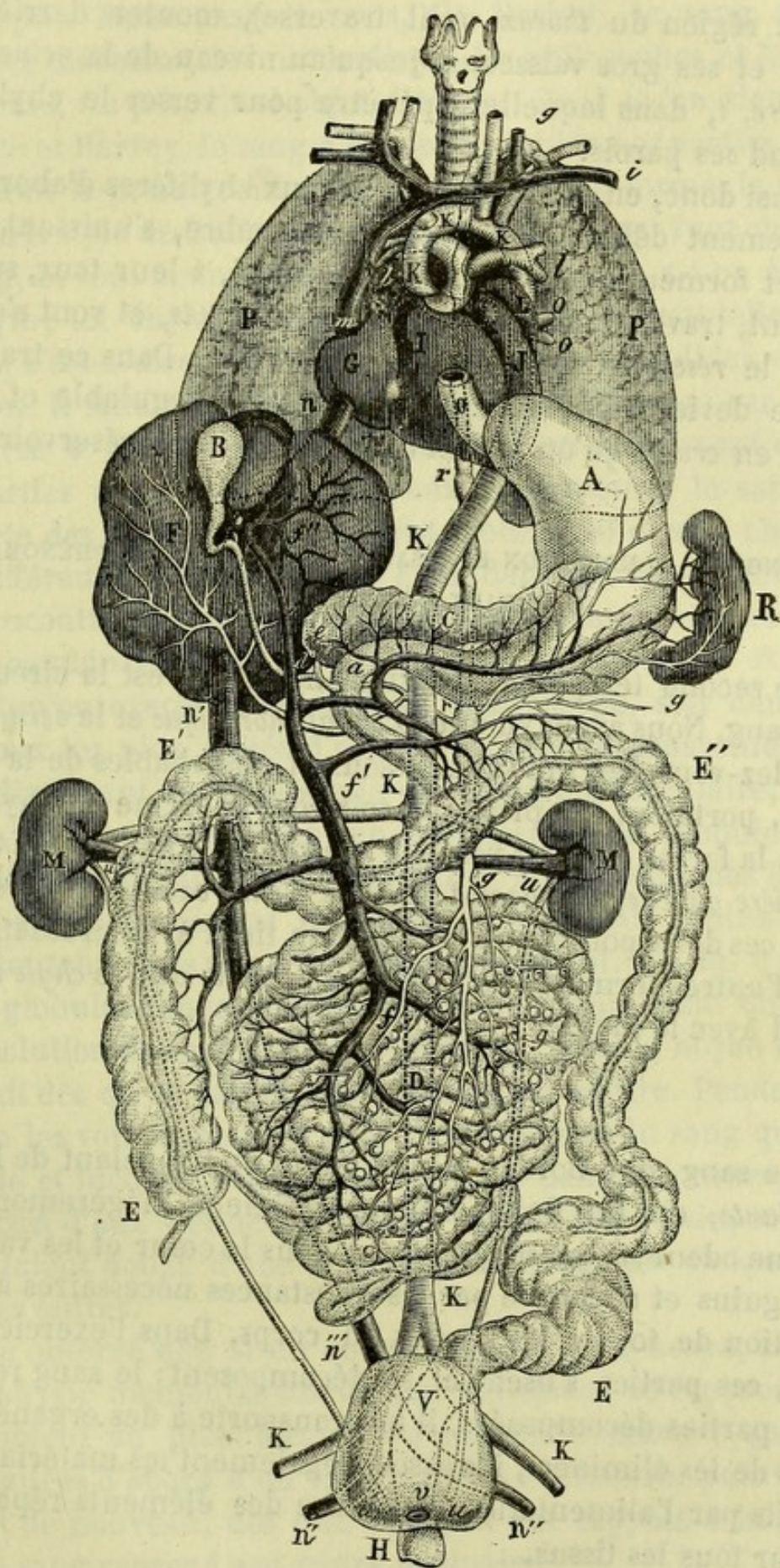
Ces vaisseaux traversent le mésentère *m, m, v, c, v, c* (pl. II), aboutissent à des glandes lymphatiques placées dans la duplicature de cette portion du péritoine, en sortent en moins grand nombre, et ainsi plusieurs fois de suite, jusqu'à ce qu'ils viennent se rendre dans le réservoir de Pecquet, placé sur la partie antérieure du corps des vertèbres lombaires *r, p*, (pl. II). De ce réservoir part le canal thoracique *c, t* (pl. *id.*), qui, montant sur la partie gauche de la colonne vertébrale, va verser le chyle dans la *veine sous-clavière* du même côté *v, s, g* (pl. *id.*) ; cette veine va s'ouvrir dans la *veine cave supérieure* que reçoit l'oreillette droite du cœur *v, s, d* (pl. *id.*, et pl. III et IV, fig. 4).

A l'aide des diverses figures et des divers plans superposés de la planche II, j'ai cherché à donner une idée de l'ensemble des divers actes de la digestion. Les lambeaux de la figure permettent, en effet, de suivre l'aliment dans les divers points

de sa route et dans les modifications successives qu'il doit y subir. En retournant la tête de la figure découpée de la planche I, on voit la partie postérieure de la langue *l*, au bas de laquelle est située l'ouverture du larynx *ep*, et plus bas encore l'entrée de l'œsophage *æ*; sur les côtés sont indiqués les muscles du pharynx, dont le resserrement et le relâchement alternatifs opèrent la déglutition des aliments. Dans le milieu de son étendue, l'œsophage est ouvert, et on voit l'intérieur *æ* de ce canal, l'ouverture cardia *c*, l'estomac *e*. L'ouverture pylorique, *py*, conduit à l'intestin duodenum, *d*, mis à découvert par le soulèvement du foie, *f*, et c'est à la surface intérieure de cet intestin que s'ouvrent les innombrables vaisseaux capillaires par lesquels est absorbé le chyle *v*, *c* (pl. II).

La figure de la page 87 est également relative à la digestion; cette figure montre : 1° d'une part, un canal veineux *f*, *f'*, naissant par des capillaires déliés de la surface des intestins, recevant, en route, les affluents qui, des points *g* ou *e*, versent dans sa cavité les produits de leur absorption respective, puis rampant quelque temps sous la face du foie et se plongeant (*f''*) dans cet organe où il versera, en s'y ramifiant à l'infini, le chyle et le sang que ses racines auront pompé dans l'appareil digestif. Ce canal et ses dépendances sont appelés *veine porte*; le sang mêlé aux produits albuminoïdes et sucrés qui circulent dans la veine porte et qu'elle verse dans le foie, sort, après avoir été modifié dans cette glande, par la *veine hépatique* qui s'ouvre dans la *veine cave inférieure*, *n*.

2° D'une autre part, naissent par des racines que terminent de petites ampoules, *g*, les vaisseaux chylifères qui remplissent une semblable fonction. On peut les voir s'unir, dès leur origine, un à un ou deux à deux, et constituer par ces anastomoses successives des tubes de plus en plus gros, se résument, au point *g*, *u*, en un seul canal, au point *r*, offrant un renflement que l'on nomme *réservoir de Pecquet*, du nom de l'anatomiste qui, comme nous l'avons dit, en signala le premier l'existence et l'objet. Au-dessus de ce réservoir, on voit le canal chylifère, qui, dès ce moment, prend le nom de *canal thoracique* (à cause



de la région du *thorax* qu'il traverse), monter derrière le cœur et ses gros vaisseaux, jusqu'au niveau de la *veine sous-clavière*, i, dans laquelle il pénètre pour verser le chyle qui distend ses parois.

Ainsi donc, en résumé, les vaisseaux chylifères d'abord, extrêmement déliés et en très-grand nombre, s'unissent entre eux et forment des canaux plus gros qui, à leur tour, se réunissent, traversent les *glandes mésentériques*, et vont s'ouvrir dans le *réservoir de Pecquet* r, p (pl. II). Dans ce trajet, le chyle devient d'autant plus rougeâtre, coagulable et abondant en *cruor*, qu'on l'observe plus près de ce réservoir.

SANG. — COMPOSITION ET USAGES DE CE LIQUIDE ; PHÉNOMÈNES
GÉNÉRAUX DE LA CIRCULATION.

Le second temps des fonctions nutritives est la circulation du sang. Nous avons vu que le *canal thoracique* et la *veine porte*, rendez-vous des produits dissous et absorbables de la digestion, portaient ces produits, soit sous la forme de chyle, soit sous la forme de sang veineux : le premier dans la *veine sous-clavière gauche*, le second dans la *veine cavé inférieure*. C'est par ces deux points que la digestion tient à la circulation ou, en d'autres termes, c'est à ces deux points que le *chyle* se confond avec le *sang*.

Du sang.

Le sang, que Bordeu a bien défini en l'appelant de la *chair coulante*, est un fluide rouge, visqueux, légèrement salé, d'une odeur *sui generis*, contenu dans le cœur et les vaisseaux sanguins et constitué par les substances nécessaires à la formation de toutes les parties du corps. Dans l'exercice de la vie, ces parties s'usent et se décomposent ; le sang recueille ces parties décomposées, il les transporte à des organes chargés de les éliminer ; il s'associe également les matériaux produits par l'alimentation et y puise des éléments réparateurs pour tous les tissus.

« Depuis Moïse jusqu'à nous, dit Pariset, le sang a été pour les médecins, les naturalistes, les philosophes et les législateurs, un perpétuel objet d'étude. Quoi qu'en aient dit Aristote et Harvey, le sang n'est pas de toutes nos parties celle qui paraît la première. En revanche, une fois formé, le sang, comme le style de Buffon, est l'homme lui-même. Tout change le sang, et tout change avec lui. Tels aliments, a-t-on dit, et tel chyle ; tel chyle, tel air, et tel sang ; tel sang et telle nutrition, c'est-à-dire, telle composition dans les solides et les liquides. Il fallait ajouter telle nutrition et tel sang ; car dans sa course à travers l'organisation, tout en distribuant entre nos parties altérées des matériaux réparateurs, le sang emporte des débris qui le rendent, pour ainsi dire, à chaque pas, différent de lui-même ; et c'est dans ces dépouilles que l'on rencontre chaque jour de nouveaux éléments ou de nouvelles combinaisons. »

Lorsqu'on examine le *sang* au microscope, soit dans les vaisseaux les plus déliés d'une membrane transparente, soit immédiatement après la sortie de l'appareil vasculaire, on y trouve de la sérosité tenant en suspension des globules qui sont circulaires dans les mammifères, elliptiques chez les oiseaux, et qui paraissent composés d'un globule centro-incolore, contenu dans une enveloppe colorée (pl. III, fig. 6 et 7).

Les globules rouges étendus d'eau ne disparaissent que par la dissolution de leur enveloppe colorée ; mais le noyau blanc reparaît dès qu'on sature l'eau par un sel neutre. Pendant la vie, on les voit se mouvoir avec l'autre partie du sang qui est limpide et incolore, et qui les entraîne dans son cours, sans qu'aucun d'eux vienne se heurter contre son voisin, comme s'ils étaient doués d'une force répulsive qui les éloignât les uns des autres.

On a observé que si un animal tombe en syncope, ou s'il est asphyxié momentanément, ces molécules se rapprochent et semblent ne plus former qu'une seule masse ; qu'elles sont agitées d'abord d'un mouvement oscillatoire, puis se séparent de nouveau, dès que l'animal est rappelé à la vie et que le sang reprend son cours ordinaire.

La proportion des deux parties organiques du sang, les globules et le liquide plastique, est difficile à bien apprécier.

Dans une expérience par laquelle il a prévenu la coagulation du liquide plastique, M. *Schultz* a estimé celui-ci aux $\frac{3}{4}$ du volume total du sang, et les globules à $\frac{1}{4}$ de ce volume, du moins pour le sang des *mammifères*.

On a déterminé dans quelle proportion le sang fait partie de tout l'organisme.

Haller portait à 14 ou 15 kilogrammes le poids total du sang chez un adulte.

Wrisberg a pesé celui d'une femme décapitée, elle en avait 13 kilogrammes.

La quantité relative du sang dans les animaux vertébrés paraît devoir varier beaucoup, même dans les animaux d'une seule classe.

Ainsi les mammifères aquatiques, tels que les *phoques*, les *dauphins* et les *marsouins*, paraissent avoir une grande proportion de sang.

Le rapport du poids du sang à celui du corps a été trouvé,

Chez les mammifères :

Dans le chien,	de $\frac{1}{16}$;
Dans le chat,	de $\frac{1}{23}$;
Dans le cheval,	de $\frac{1}{18}$;
Dans le bœuf,	de $\frac{1}{12}$;
Dans le veau,	de $\frac{1}{20}$.

Ces exemples du bœuf et du veau indiqueraient que les jeunes animaux ont moins de sang que les adultes.

Chez les oiseaux :

Dans le moineau,	de $\frac{1}{20}$;
Dans le canard,	de $\frac{1}{29}$;
Dans la poule,	de $\frac{1}{32}$.

Chez les reptiles la proportion du sang est en général plus forte; on l'a trouvée :

Dans le lézard,	de $1/14$;
Dans la grenouille,	de $1/14$;
Dans la salamandre,	de $1/12$.

Enfin, chez les poissons, elle semble être aussi faible que chez les oiseaux. Cette proportion est :

Dans la carpe,	de $1/30$;
Dans le brochet,	de $1/32$.

M. *Schultz* a constaté qu'il y a des différences individuelles qui dépendent du sexe et du degré d'embonpoint. Il estime de 50 à 60 kilogrammes le poids total du sang d'une vache de 300 kilogrammes; tandis qu'un bœuf gras du même poids n'aurait que 25, au plus 35 kilogrammes de sang, et un bœuf maigre, de 40 à 45 kilogrammes. Ainsi les femelles auraient, à proportion, plus de sang que les mâles, et les animaux gras moins de sang que les maigres.

Les anciens médecins avaient déjà fait cette observation, à l'égard de l'homme ; ils expliquaient par là pourquoi les personnes maigres supportent mieux les fortes saignées que celles qui ont beaucoup d'embonpoint.

Pour se convaincre de l'existence des globules, il suffit d'examiner le sang en circulation dans une membrane transparente de grenouille ou de salamandre. La matière colorante déposée entre le noyau et l'enveloppe varie en intensité, suivant les animaux et suivant l'âge du globule.

Les globules du sang varient considérablement, suivant les espèces, et leurs dimensions n'ont aucun rapport avec celles de l'animal lui-même. Les plus petits que l'on connaisse sont ceux de la chèvre; ils ont, terme moyen, de $1/250$ à $1/300$ de millimètre. Les plus grands, parmi les vertébrés, se rencontrent chez le protée; ils ont $1/16$ de millimètre en longueur sur un $1/40$ en largeur, et pourraient presque se voir à l'œil nu. Certains animaux inférieurs en présentent de beaucoup plus grands encore, comparativement à leur propre taille.

Composition du sang.

Les substances qu'on rencontre dans le sang, sont la matière colorante ou *hématosine*, le *fer*, la *fibrine*, l'*albumine*, etc.

1° L'*hématosine*, incinérée, après avoir donné beaucoup d'ammoniaque dans sa combustion, laisse des cendres qui ne font que la centième partie environ de son poids. La proportion de cette matière est fort abondante dans le sang. Cette substance, quoique soluble dans l'eau, est en suspension dans le sang, à cause des autres substances que renferme ce liquide, et qui empêchent sa dissolution.

2° Le *fer*. Si l'on traite le sang par le feu, qu'on le calcine, qu'on le pulvérise, et qu'on présente à cette substance ainsi porphyrisée une pierre d'aimant, l'attraction magnétique y démontre la présence du fer. Les auteurs sont peu d'accord sur la quantité de ce métal que le sang peut contenir. Menghini pense qu'il en fait la centième partie ; d'autres soutiennent que sa proportion est de $\frac{1}{500}$; ce qui porte à croire que ce principe constituant du sang, comme les matériaux de tous nos liquides, peut varier en quantité, suivant une foule de circonstances.

3° La *fibrine*. Substance solide qui, blanchie par des lotions multipliées, présente l'aspect d'un feutre dont les filaments entre-croisés sont extensibles et très-élastiques ; elle est d'une nature semblable à la fibre musculaire, ce que rappelle l'heureuse expression de *chair coulante* que déjà nous avons citée.

4° L'*albumine*, substance fort abondante : son rapport est de $\frac{1}{5}$, en poids, de la totalité du sang.

5° Une matière grasse, phosphorée, qui ressemble parfaitement à celle que renferme la substance nerveuse.

6° Enfin, on trouve différents sels, de l'hydrochlorate de soude et de potasse, des phosphates, carbonates et sulfates alcalins, du sous-carbonate de chaux et de magnésie, et des phosphates de même base. Ainsi constitué, le sang contient tous les matériaux réparateurs de nos divers tissus et les éléments de toutes les sécrétions organiques.

Outre ces parties qu'on retrouve toujours dans le sang, il

en est d'autres qui s'y rencontrent accidentellement. Ainsi, la présence de nitrate ou de prussiate de potasse dans le sang a été constatée, quelque temps après le passage de ces matières dans l'estomac. Le principe colorant de la rhubarbe, le principe odorant du camphre et autres substances se retrouvent dans le sang, après avoir été introduits dans les voies digestives.

Il y a des différences entre le sang artériel et le sang veineux : ainsi l'artériel contient moins d'eau, plus de globules, plus d'hématosine ; il est d'une couleur écarlate ; enfin, il renferme un peu plus de fibrine et moins d'albumine. Le sang veineux offre des qualités contraires ; de plus, sa couleur est d'un rouge foncé ; la proportion d'acide carbonique, dans le sang veineux, comparée à la proportion d'oxygène, est relativement plus considérable que dans le sang artériel.

Le sang artériel, qui, comme nous le verrons bientôt, doit sa teinte vermeille à l'oxygène qu'il a pris dans les poumons et qu'il entraîne à l'état de dissolution, redevient d'un rouge foncé noir en traversant les capillaires du corps, par suite du mélange qui s'établit entre lui et la matière organisée, mélange qui fait vivre les organes, mais qui rend le sang incapable de servir longtemps à l'entretien de la vie. Il revient des organes plus chargé d'acide carbonique, et ne reprend ses qualités vivifiantes qu'en repassant à l'état vermeil dans les poumons, où il s'empare d'une nouvelle quantité d'oxygène et abandonne de l'acide carbonique. Comme, ainsi qu'on le verra plus loin, il parcourt le corps en quelques minutes, ce temps suffit pour que chacune de ses portions perde et recouvre des facultés vivifiantes.

Pour apprécier toute l'importance du rôle que remplit le sang dans le corps d'un animal vivant, il suffit de le saigner et d'observer les phénomènes qui suivent l'opération. Lorsque l'écoulement du sang a continué pendant un certain temps, l'animal tombe en syncope ; si l'on n'arrête pas l'hémorrhagie, toute espèce de mouvement cesse en quelques instants, la respiration s'arrête, et la vie ne se manifeste plus par aucun signe extérieur. Si on laisse l'animal dans cet état, la mort ne

tarde pas à arriver. Mais si l'on parvient à injecter dans ses veines du sang semblable à celui qu'il a perdu, on voit avec étonnement cette espèce de cadavre revenir à la vie. A mesure qu'on introduit de nouvelles quantités de sang dans ses vaisseaux, il se ranime de plus en plus, et bientôt il respire librement, se meut avec facilité, reprend ses allures habituelles et se rétablit complètement.

Cette opération, que l'on désigne sous le nom de *transfusion*, est certes une des plus remarquables que l'on ait jamais faites ; elle peut aussi prouver l'importance de l'action des globules du sang sur les organes vivants. En effet, si, pour la transfusion, l'on emploie du sang réduit à son sérum et qu'on a privé de ses globules, la mort n'en arrive pas moins, et l'on ne produit pas plus d'effet que si l'on s'était servi d'eau pure.

Dès que Guill. Harvey eut découvert la circulation du sang, Christophe Wren conçut l'étrange idée de substituer, chez l'homme, à un sang vicié celui d'un animal jeune, ou mieux encore d'un enfant ou d'un adolescent.

Lower, Clarke, Riva, Manfredi, King, l'essayèrent sur les animaux. Denis, le premier (1666), la tenta sur l'homme. — Combattue par Lamartinière et Perrault, elle fut proscrite par un arrêt de la cour de Rome et, en 1675, par un arrêt du Parlement de Paris. On avait compté sur la *transfusion* pour guérir les maux les plus invétérés et, réalisant, en espérance, la fontaine fabuleuse de Jouvence, on ne se promettait rien moins que de rajeunir les vieillards, par le sang des jeunes hommes, et de perpétuer ainsi la durée de la vie... Toutes ces brillantes chimères ne tardèrent pas à s'évanouir.

On démontre l'influence du sang sur la nutrition des organes, en diminuant, par des moyens mécaniques, d'une manière notable et permanente, la quantité de sang que reçoit un organe ; on le voit alors diminuer de grosseur, se flétrir et souvent même se réduire à rien. On observe également que plus une partie du corps fonctionne et reçoit de sang, plus aussi son volume s'accroît. La contraction musculaire développe en excès les membres ou les régions du corps dans

lesquels on l'exerce : chez les danseurs, par exemple, les muscles des jambes et surtout du mollet acquièrent une grosseur remarquable ; tandis que chez les boulangers et les autres hommes qui exécutent de rudes travaux avec leurs bras, les muscles des membres supérieurs deviennent plus charnus que les autres parties. Or, les muscles reçoivent plus de sang, lorsqu'ils se contractent que lorsqu'ils sont en repos ; par cet afflux du sang, le travail nutritif qui les entretient est rendu plus actif et leur volume est accru.

APPAREIL CIRCULATOIRE. — CŒUR, ARTÈRES, VEINES.

Le sang ne reste pas en repos dans l'intérieur du corps ; il traverse sans cesse les organes qu'il sert à nourrir, et revient ensuite se mettre en contact avec l'air, dans l'appareil respiratoire, pour se distribuer de nouveau aux organes. Le mouvement général qui résulte de ces courants continuels constitue ce que les physiologistes appellent la *circulation du sang*.

Les organes de cette fonction sont le *cœur*, les *artères* et les *veines*.

Chez l'homme et chez la plupart des animaux, c'est le *cœur* qui donne au sang cette impulsion, et c'est dans un ensemble de canaux appelés *vaisseaux sanguins* que ce liquide est mis en mouvement.

Cœur.

Le *cœur*, dont la forme est à peu près connue de tout le monde, est situé au milieu de la poitrine *c* (pl. II, III, IV, V), dans l'intervalle qui sépare les deux poumons. Si les battements du cœur se font sentir vers le côté gauche, c'est que la pointe de cet organe est tournée de ce côté, et que les battements sont produits par cette pointe qui frappe à cet endroit les parois de la poitrine, près de l'extrémité antérieure de la sixième vraie côte (J, p. 87, et pl. V, fig. 1).

Le cœur est renfermé dans une enveloppe membraneuse où il est libre, et à laquelle il ne tient que par les gros vaisseaux qui en partent ou qui y aboutissent. Cette enveloppe

porte le nom de *péricarde*. Sa surface interne est continuellement humectée par un liquide séreux destiné à prévenir le frottement du cœur contre le péricarde, et à éviter les adhérences qui pourraient se former entre cet organe et son enveloppe.

Le cœur est une masse charnue, musculaire, creuse et présentant deux cavités distinctes que l'on nomme *ventricules* droit et gauche, *v, d* et *v, g* (pl. II, *lambeau*), *v, d* (pl. III, fig. 2) et *v, g* (pl. III, fig. 3) : le dernier est beaucoup plus volumineux, plus épais et un peu plus allongé que l'autre. Chacun d'eux est surmonté d'un appendice ou petit sac musculo-membraneux, qui porte le nom d'*oreillette*, *o, d, o, g* (pl. II et pl. III, IV, fig. 1, 2, 3, 45), de sorte que l'ensemble du cœur se compose de quatre cavités, deux à droite et deux à gauche, avec communication de chaque oreillette au ventricule qui lui correspond (pl. III, fig. 2, 3).

Examinons maintenant la structure du cœur et celle des gros vaisseaux qui en partent et s'y rendent.

Si l'on ouvre l'un des ventricules du cœur, on voit que ses parois se composent de l'entre-croisement en tous sens de colonnes charnues, d'abord très-volumineuses, puis moins grosses, et devenant enfin de plus en plus délicates ; elles paraissent former un tissu inextricable, lorsqu'on les regarde à l'œil nu. Ces colonnes sont adhérentes soit par leurs extrémités, soit par leurs bords. Elles forment, dans l'intérieur du cœur, un tissu dont les mailles sont de plus en plus fines, à mesure qu'on les considère plus près des parois de l'organe. Cette disposition en cellules est bien plus tranchée dans le cœur gauche *v, g* (pl. III, fig. 3) que dans le cœur droit *v, d*, (pl. III, fig. 2), dont la puissance musculaire est beaucoup moindre.

Ces colonnes charnues, lors de la dilatation du cœur, forment les cloisons d'une multitude de cellules qui communiquent toutes entre elles, et que le sang vient remplir. Le premier effet des colonnes sur le sang est donc de le tamiser, de le diviser en autant de petites masses distinctes qu'il y a de cellules. Cette sorte de trituration était nécessaire, à cause

de la composition du sang ; liquide visqueux, éminemment coagulable et tenant en suspension une foule de matières solides qui tendraient à se précipiter.

On a trouvé dans le cœur six couches de muscles. Trois seulement se rencontrent dans le ventricule droit, *v, d* (pl. III, fig. 2) ; on les voit toutes dans le gauche, *v, g* (*id.*, fig. 3). Elles ne sont pas complètement indépendantes les unes des autres et s'envoient réciproquement des fibres qui les unissent entre elles.

Les filets nerveux qui se distribuent dans les fibres musculaires proviennent de deux sources : du nerf *pneumogastrique*, qui émane du cerveau, et du nerf *grand sympathique*. L'influence nerveuse qui anime le cœur est ainsi puisée dans une grande étendue du système, ce qui l'expose moins que d'autres organes aux causes de paralysie, et lui permet de persister encore, quand, déjà, la vie s'est retirée des autres appareils.

Les vaisseaux sanguins sont de deux ordres ; les uns, appelés *artères*, servent à porter le sang du cœur dans toutes les parties du corps *ao* (dans les diverses figures des planches II, III, IV). Les autres, désignés sous le nom de *veines*, rapportent ce liquide de ces organes vers le cœur *v, c, s*, et *v, c, i* (pl. II, III et IV, et *n, m*, p. 87).

Artères.

Artères. — Les vaisseaux qui doivent transporter le sang artériel dans tous les organes naissent du ventricule gauche du cœur par un seul tronc appelé *artère aorte* (*a, o*, pl. III, fig. 1).

Cette grosse artère remonte d'abord vers la base du cou, puis se recourbe en bas, en formant une espèce de crosse, passe derrière le cœur, et descend verticalement au-devant de la colonne vertébrale jusqu'à la partie inférieure du ventre. Pendant ce trajet, il se sépare de l'aorte un grand nombre de branches dont les principales sont exposées, synoptiquement, dans le tableau ci-après :

L'ARTÈRE AORTÈE
fournit :

1. A son origine.. {
 1. Ar. coronaire gauche du cœur ou cardiaque antérieure.
 2. Ar. droite du cœur ou cardiaque postérieure.

2. A sa crosse..... {

A droite,	{	1. Ar. brachio-céphalique	{	1. Ar. carotide primitive.
		divisée en.		2. Ar. sous-clavière.
A gauche,	{	1. Ar. carotide primitive.		
		2. Ar. sous-clavière.		

3. Dans le thorax. {
 1. Les Ar. bronchiques, droite et gauche.
 2. Les Ar. œsophagiennes, au nombre de 4, 5 ou 6.
 3. Les Ar. médiastines postérieures.
 4. Les Ar. intercostales inférieures, ou aortiques au nombre de 8, 9 ou 12.

4. Dans l'abdomen. {
 1. Les Ar. diaphragmatiques inférieures, droite et gauche.
 2. Ar. cœliaque.
 3. Ar. mésentérique supérieure.
 4. Ar. mésentérique inférieure.
 5. Les Ar. capsulaires moyennes, 1 de chaque côté.
 6. Les Ar. rénales ou émulgentes.
 7. Les Ar. lombaires, 4 ou 5 de chaque côté.

5. De sa bifurcation {

résultent..... {	1. Les Ar. iliaques primitives, droite et gauche, chacune divisée en.	{	1. Ar. iliaque interne.
			2. Ar. iliaque externe.

La disposition générale des vaisseaux sanguins résulte du rôle auquel ils sont destinés :

1° Les deux artères carotides remontent sur les côtés du cou et distribuent le sang à la tête (pl. II, lambeau);

2° Les deux artères des membres supérieurs prennent successivement le nom d'artères sous-clavières, axillaires et brachiales, suivant qu'elles passent sous la clavicule, qu'elles traversent le creux de l'aisselle, ou qu'elles descendent le long du bras; elles s'y divisent en deux branches appelées artères radiale et cubitale et nourrissent les membres supérieurs;

3° Les artères intercostales, en nombre considérable, se dirigent, de chaque côté du corps, marchent entre les côtes, et nourrissent toutes ces parties;

4° L'artère cœliaque se rend à l'estomac, au foie et à la rate;

5° Les artères mésentériques se ramifient dans les intestins;

6° Les *artères rénales* pénètrent dans les reins,

Et 7° les *artères iliaques* terminent en quelque sorte l'aorte, et portent le sang aux membres inférieurs.

Les artères ayant à distribuer dans toutes les parties du corps le sang qui sort du cœur, doivent nécessairement se subdiviser, se ramifier de plus en plus, à mesure qu'elles s'éloignent de cet organe.

Veines.

Le sang, parvenu à l'extrémité des vaisseaux capillaires, est, ainsi que nous l'avons déjà dit, pompé par les veines, dont les radicules sont très-déliées. Ces radicules se réunissent successivement, de manière à constituer des troncs qui deviennent d'autant plus gros qu'ils sont plus voisins du cœur, où tout ce système sanguin se résume par les deux *veines caves* : la *supérieure* qui verse dans le cœur le sang veineux provenant de la tête et des bras et augmenté du chyle qui s'est mêlé à ce liquide, dans la *veine sous-clavière gauche* (pl. III, fig. 4, *recto* et *verso*); l'*inférieure* qui verse dans le cœur le sang de tous les organes du tronc et des membres inférieurs et, par conséquent, le sang de la *veine porte* auquel s'est mêlé le chyle qui a été absorbé par les radicules des veines intestinales (pl. de la page 87).

Les veines qui pompent et charrient le sang ainsi transmis à toutes les parties du corps, suivent à peu près le même trajet que les artères, mais elles sont plus grosses, plus nombreuses, et en général situées plus superficiellement. Un grand nombre de ces vaisseaux marchent sous la peau, d'autres accompagnent les artères et, en dernier résultat, tous se réunissent pour former les deux gros troncs qui s'ouvrent dans l'oreillette droite du cœur *v, c, s* et *v, c, i* (pl. III et IV, fig. 4). Pour mieux favoriser le cours du sang, surtout dans les parties où il circule de haut en bas et contre son propre poids (comme aux jambes), les veines sont garnies intérieurement de valvules, véritables soupapes qui s'opposent à ce que ce fluide rétrograde vers les radicules. Ces valvules sont, en outre, destinées

à diviser le sang en petites colonnes plus faciles à mettre en mouvement (pl. III, fig. 8).

La structure des vaisseaux qui partent des deux ventricules du cœur est très-remarquable. Leur paroi interne est lisse et polie; c'est là ce qui prévient les obstacles que le frottement du sang contre les vaisseaux mettrait au cours de ce liquide. Ce qui fait surtout la supériorité des tuyaux vivants sur les canaux que l'on emploie dans les arts, c'est l'élasticité des premiers; cette élasticité existe dans le double sens de la longueur et de la largeur du vaisseau. Cette propriété de tissu est beaucoup plus prononcée dans les artères que dans les veines; mais elle a dans chacun de ces vaisseaux un caractère particulier. Ainsi l'artère est moins extensible que la veine, et elle revient plus promptement à ses dimensions premières. La veine, au contraire, qui est plus extensible, revient moins vivement sur elle-même.

Rappelons, ici, que les veines qui viennent des intestins présentent, dans leur distribution, une particularité remarquable. Après s'être réunies en un gros tronc, elles pénètrent dans le foie et s'y ramifient comme les artères; puis les rameaux se réunissent de nouveau et vont se terminer dans la veine cave inférieure près du cœur. On donne à cet ensemble de vaisseaux le nom de *système de la veine porte*, *f*, *f'*, *f''* (pl. de la page 87).

Il résulte de ce que nous venons de dire des deux ordres de vaisseaux qui servent à la *circulation du sang*, que les artères peuvent être comparées aux branches d'un arbre, et les veines à ses racines; mais, au lieu d'être séparées les unes des autres, comme le sont, dans les plantes, les branches et les racines, les artères et les veines se continuent les unes avec les autres et forment un seul système de canaux, pour que le sang puisse passer des unes dans les autres, en traversant la substance des organes. On désigne sous le nom de *vaisseaux capillaires* les canaux étroits qui lient entre eux ces deux ordres de conduits. Ces vaisseaux, d'une ténuité excessive, sont ainsi la terminaison des artères et l'origine des veines; c'est à eux que s'arrête le mouvement *centri-*

fuge du sang artériel, à eux que commence le mouvement *centripète* du sang veineux.

Dans les figures des planches auxquelles le lecteur a été renvoyé, dans la description qui précède, il voudra bien remarquer que la teinte dont on a colorié les cavités du cœur et les vaisseaux qui y correspondent est la même, *dans toutes les figures relatives à la circulation* : à défaut d'autres éclaircissements, cette ressemblance pourrait suffire à prévenir toute confusion. Nous devons ajouter que ces teintes sont de convention et ne reproduisent pas la couleur réelle du sang artériel ni du sang veineux.

Les figures 4 des planches III et IV ne représentent pas la disposition naturelle du cœur et des vaisseaux : cette *séparation* est purement théorique, et n'est destinée qu'à donner une idée de la manière dont le sang, en parcourant le cercle circulatoire, traverse deux fois le cœur, et traverse aussi deux systèmes de vaisseaux capillaires. En se rendant de l'artère pulmonaire dans les veines du même nom, le sang traverse, en effet, les vaisseaux capillaires des poumons ; il traverse aussi les vaisseaux capillaires des différents organes, en pénétrant dans leur structure intime et en passant des radicules des artères dans les radicules des veines. Les deux moitiés du cœur, qui, dans la nature, ne sont séparées que par une cloison, ont été, dans ces figures, complètement isolées, pour rendre plus facile l'intelligence de la disposition des oreillettes et des ventricules.

La *portion d'intestin* et les *vaisseaux chylifères* qui en partent y sont également rapprochés par une fiction ; il nous a paru utile de mettre le canal où s'élabore le produit de l'alimentation, dans un rapport de voisinage avec les vaisseaux sanguins qui, bientôt, charrieront ce produit ; et c'est dans ce but que nous avons imaginé de placer les vaisseaux chylifères et le canal thoracique près des veines et des cavités droites du cœur où elles vont s'aboucher.

MÉCANISME DE LA CIRCULATION. — EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES
DU POULS.

Mécanisme de la circulation.

Le sang veineux de toute l'économie, réuni dans les deux veines caves supérieure et inférieure *v, c, s* et *v, c, i* (pl. III, fig. 1), est versé dans l'oreillette droite *o, d* (*id.*); de là, il se rend dans la pompe droite ou ventricule droit *v, d* (*id.*), en vertu de la dilatation de cette cavité et de la contraction de l'oreillette. Cette pompe exerce sur le sang une pression qui ferme la valvule placée entre l'oreillette et le ventricule, et ouvre celle de l'artère pulmonaire *a, p* (pl. III, fig. 2).

Le sang est ainsi poussé librement vers les poumons.

Porté, par les divisions capillaires de l'artère pulmonaire, dans l'intérieur du poumon, le sang subit l'influence de l'air amené par les bronches, et, toujours sous l'action des contractions de la pompe droite, il revient rapidement dans les veines pulmonaires *v', p'* (*id.*, fig. 3). Celles-ci se rendent à l'oreillette gauche du cœur *o, g* (pl. III et IV), où elles se résument en quatre gros troncs. La contraction de l'oreillette gauche et la dilatation de la pompe gauche font passer le sang de l'oreillette dans le ventricule *v, g* (*id.*). Cette pompe alors se contracte, la valvule placée entre l'oreillette et le ventricule gauche se ferme, celle de l'aorte s'ouvre et laisse passer le sang qui entre dans ce vaisseau, *a, o*, au travers duquel l'action du cœur le pousse constamment.

Il résulte de cette disposition que l'oreillette et le ventricule droit sont, dans leur action, indépendants de l'oreillette et du ventricule gauches, et que le cœur présente ainsi un organe double (pl. III, fig. 4) dont chaque moitié a des usages différents.

C'est dans l'oreillette droite *o, d* (pl. III, fig. 4) que viennent s'ouvrir les deux gros troncs veineux, connus sous le nom de veines caves supérieure et inférieure (*v, c, s, v, c, i*), qui ramènent de tous les points du corps le produit des diverses ab-

sorptions ; et c'est dans l'oreillette gauche, *o, g, (id.)* qu'est versé, par les quatre veines pulmonaires, le sang qui vient d'être révivifié dans les poumons.

Le ventricule droit donne naissance à l'artère pulmonaire *a, p* (pl. III, fig. 1), qui porte aux poumons le fluide à sanguifier. L'artère aorte *a, o (id.)*, naît de la partie supérieure et droite du ventricule gauche.

Cette grosse artère dont le tableau de la page 98 résume les divisions principales, remonte d'abord vers la base du cou *ao* (pl. II), puis se recourbe en bas, passe derrière le cœur, et descend verticalement au-devant de la colonne vertébrale jusqu'à la partie inférieure du ventre. Répétons, ici, qu'il se sépare de l'aorte un grand nombre de branches dont les principales sont les deux artères carotides, *a, c, et a', c'* (pl. III, recto et verso) qui remontent sur les côtés du cou et distribuent le sang à la tête ; les artères des membres supérieurs, qui prennent le nom d'artères sous-clavières, axillaires et brachiales (pl. III, *a, b et a', b'*), suivant qu'elles passent sous la clavicule ; qu'elles traversent le creux de l'aisselle ou qu'elles descendent le long du bras : l'artère cœliaque, qui se rend à l'estomac, au foie et à la rate ; les artères mésentériques, qui se ramifient dans les intestins ; les artères rénales, qui pénètrent dans les reins *r et r* (pl. II), et les artères iliaques *i, i (id.)* qui terminent, en quelque sorte, l'aorte, et qui portent le sang aux membres inférieurs (K, p. 87).

Une différence remarquable existe entre les vaisseaux qui partent du ventricule gauche et ceux qui arrivent au ventricule droit. Les vaisseaux qui succèdent à l'aorte offrent souvent de très-fortes courbures, ce que l'on ne remarque pas pour ceux qui rapportent le sang au cœur. Les artères s'engagent très-souvent dans les canaux à parois osseuses, circonstance qui doit avoir une influence très-grande sur la circulation, puisque ces tuyaux perdent leur élasticité

Enfin, le liquide qui s'échappe du ventricule gauche pour aller porter la vie dans tous les points de l'économie, a acquis dans le poumon des qualités nutritives stimulantes qu'il ne possédait pas avant de traverser l'organe. Le contact de l'air

augmente sa température, modifie sa viscosité ; l'exhalation et l'absorption changent sa composition ; de sorte qu'il arrive au côté gauche du cœur avec des propriétés physiques toutes nouvelles qui influent sur la manière dont il doit circuler dans les artères.

En résumant ce qui vient d'être dit, on voit que le sang qui arrive des différentes parties du corps par le système veineux, *v, c, s*, — *v, c, i* (pl. III, fig. 4), pénètre d'abord dans l'oreillette droite du cœur, passe ensuite dans le ventricule du même côté, et se rend de là aux poumons par l'artère pulmonaire.

Après avoir traversé l'organe respiratoire, il revient au cœur par les veines pulmonaires qui s'ouvrent dans l'oreillette gauche de cet organe, *v, p* (*id.*). De l'oreillette gauche, le sang descend dans le ventricule gauche, et cette dernière cavité l'envoie dans les artères destinées à le porter vers toutes les parties du corps, d'où il revient, comme nous l'avons déjà dit, dans l'oreillette droite du cœur. Le *recto* et le *verso* des planches III et IV permettent de rétablir avec une grande fidélité les rapports du cœur avec les vaisseaux qui lui sont liés, et les rapports de ces mêmes vaisseaux avec les poumons.

Les organes figurés dans ces planches ont tous été reproduits ainsi sous leurs deux faces, de façon à donner à un dessin la propriété que possède seule la sculpture de montrer un objet sous tous ses aspects.

On doit voir, par ce qui vient d'être exposé, qu'en parcourant le cercle circulatoire, le sang traverse deux fois le cœur : à l'état de *sang veineux* dans le côté droit, à l'état de *sang artériel* dans le côté gauche. Néanmoins la circulation est complète, car les cavités veineuses et les cavités artérielles du cœur ne communiquent pas ensemble, et le sang veineux traverse en entier l'appareil respiratoire pour se transformer en sang artériel.

Il est facile de comprendre le mécanisme à l'aide duquel le sang se meut dans tous ces vaisseaux ; les cavités du cœur se resserrent et s'agrandissent alternativement, et poussent

ainsi le sang dans les canaux abouchés sur elles et qui ne sont en quelque sorte que leur continuation.

Les deux ventricules se contractent en même temps, et, tandis que leurs parois se relâchent, les oreillettes se contractent à leur tour. Les mouvements de contraction portent le nom de *systole*, et l'on appelle *diastole* les mouvements contraires.

Chaque cavité a sa *diastole* et sa *systole*. Toutefois, comme les ventricules occupent la plus grande partie du cœur qu'ils forment presque à eux seuls, *v, d*, — *v, g* (pl. III et IV, fig. 1), le plus ordinairement c'est la contraction ou le relâchement des ventricules que l'on veut désigner sous les noms de *systole* et de *diastole*.

On a observé que la *diastole* était trois fois plus longue que la *systole*.

Lorsqu'une oreillette se contracte pour refouler le sang, le ventricule qui lui correspond se dilate pour le recevoir, et *vice versa*. On conçoit, en effet, que ces deux cavités ne pourraient pas se contracter en même temps, car alors le fluide contenu dans la première ne pourrait jamais se vider dans la seconde. Cette alternative n'existe point à l'égard de chacune des deux moitiés du cœur, et la *diastole* et la *systole* sont simultanées dans le cœur gauche et dans le cœur droit.

Pendant la *systole* (ou mouvement de contraction), le cœur se raccourcit, se déplace, et va frapper de sa pointe la paroi latérale gauche du thorax, entre la sixième côte et la septième. Ce phénomène, très-apparent lorsqu'on place la main sur le côté gauche de la poitrine, a été attribué :

1° A ce que le cœur n'étant fixé qu'à sa base, tout mouvement imprimé à sa totalité ne porte que sur son extrémité libre ;

2° A ce que les oreillettes, qui sont alors dilatées, doivent soulever l'organe et le porter en avant ;

3° A ce que l'aorte et l'artère pulmonaire recevant une impulsion telle qu'elles sont déplacées, leur courbure tend à s'effacer ; or, comme des deux extrémités de la courbure que forment ces vaisseaux, celle qui répond au cœur est la plus

mobile, c'est celle, a-t-on dit, qui se redresse le plus et entraîne avec elle cet organe.

Explication du phénomène du pouls.

La contraction des ventricules obligeant, à chaque instant, la masse du sang à s'avancer dans les vaisseaux artériels, les artères se distendent, et la pression du liquide contre leurs parois élastiques constitue ce qu'on appelle le *pouls*. Le pouls artériel est, en général, isochrone à la contraction du ventricule qui le produit.

D'après la fréquence et la force des mouvements du pouls, on peut juger de la manière dont le cœur bat, et en tirer des inductions utiles pour la médecine.

Le *pouls* ne se fait pas sentir partout ; pour le distinguer, il faut comprimer légèrement une artère d'un certain volume entre le doigt et un plan résistant, un os par exemple, et choisir aussi un vaisseau situé près de la peau, comme l'artère radiale au poignet.

Les mouvements du cœur se renouvellent très-fréquemment ;

Chez l'homme adulte on compte ordinairement de soixante à soixante-quinze battements par minute ;

Chez les vieillards le cœur bat à peine soixante fois dans le même espace de temps : on l'a même vu ne donner que trente pulsations ;

Dans les très-jeunes enfants le cœur s'élève en général à environ cent vingt pulsations.

Dans le courant du premier mois qui suit la naissance, la vitesse augmente progressivement : elle arrive entre cent vingt-cinq et cent trente.

Cette progression continue jusqu'au troisième mois, où la moyenne approche de cent trente à cent quarante ; mais alors elle commence à descendre, par des degrés insensibles, jusqu'à l'âge de quinze ou vingt ans, où on la trouve un peu au-dessus de quatre-vingts.

Pendant tout ce temps, le pouls est soumis aux mêmes

causes de perturbation que chez l'adulte ; avec cette différence, toutefois, que la faiblesse et l'extrême susceptibilité de l'enfant rendent leur action beaucoup plus puissante.

A toutes les époques de la vie, on peut trouver de grandes variations dans les mouvements du poulx ; et, sans parler ici de l'état de maladie, où les nombreuses irrégularités de ces phénomènes ont été déterminées, caractérisées et désignées de différents noms par les médecins, ne sait-on pas qu'une foule de circonstances influent sur la fréquence et la force des battements du cœur ; ils sont accélérés par l'exercice, par les émotions de l'âme. Dans la défaillance et la syncope, ils sont considérablement diminués, et même quelquefois complètement interrompus.

« Outre ces battements sensibles, dit M. Richerand, il est un mouvement pulsatoire intérieur, obscur, par lequel toutes les parties du corps sont agitées, chaque fois que les ventricules du cœur se contractent... Tout vibre, tout tremblote, tout palpite dans l'intérieur du corps, les mouvements du cœur en ébranlent toute la masse ; et ces frémissements, sensibles à l'extérieur, se manifestent surtout lorsque la circulation s'exécute avec plus de force et de rapidité... Dans toute agitation violente, nous sentons en nous mêmes l'effort par lequel le sang, à chaque battement du poulx, pénètre tous les organes, épanouit tous les tissus ; et c'est de ce tact intérieur que naît en grande partie le sentiment de l'existence, sentiment d'autant plus vif et d'autant plus intime que l'effet dont nous parlons est plus marqué. »

Il n'est pas sans intérêt de rechercher quelle est la vitesse du sang et combien de temps il met à parcourir le circuit entier. Héring s'est livré à de curieuses observations à ce sujet. Dans dix-huit expériences faites sur des chevaux, le temps qu'une dissolution de cyanure de fer, injectée dans une des veines jugulaires d'un cheval, a mis pour arriver à la veine jugulaire opposée, en parcourant le cœur droit, la petite circulation, le cœur gauche et la grande circulation, a été de vingt à trente secondes ; il lui a fallu vingt secondes seulement pour parvenir aux veines du pied ; entre quinze et trente

pour atteindre l'artère mésentérique; une fois dix à quinze et une autre fois vingt à vingt-cinq pour arriver à l'artère maxillaire externe; entre vingt à vingt-cinq, vingt-cinq à trente, et une fois plus de quarante, pour déceler sa présence dans l'artère métatarsienne. Le résultat n'a guère varié, quelle que fût la fréquence des battements du cœur.

Suivant Wrisberg, une femme qui périt d'hémorrhagie perdit 13 kilogr. de sang; et l'on recueillit 12 kilogr. de ce liquide chez un individu condamné à la décapitation. Si l'on admet qu'à chaque battement, le cœur de l'homme pousse de 60 à 90 grammes de sang, la circulation de 12 kilogr. de ce liquide exige de cent trente-trois à deux cents battements du cœur. D'après cela, on peut supposer que la circulation achève son circuit, chez l'homme, en cent trente-trois ou deux cents battements du cœur.

La nature des organes influe aussi sur la vitesse du mouvement du sang. Celui qui passe d'un côté à l'autre du cœur par les vaisseaux cardiaques, exige infiniment moins de temps pour accomplir ce trajet que celui qui se rend du cœur gauche au pied et du pied au cœur droit. La voie à parcourir pour aller du cœur droit au cœur gauche, en traversant les poumons, est plus courte que la plupart des arcs compris dans la grande circulation, et le sang la parcourt avec beaucoup plus de vitesse qu'il ne marche dans la plupart des autres vaisseaux du corps.

RESPIRATION. — PHÉNOMÈNES CHIMIQUES. — MÉCANISME DE L'INSPIRATION ET DE L'EXPIRATION, — ASPHYXIE.

Respiration.

L'acte nutritif que ce nom désigne peut être considéré sous deux points de vue: 1° d'une manière générale; c'est l'échange nutritif qui a lieu, médiatement ou immédiatement, entre les êtres vivants et l'atmosphère. 2° Dans un sens plus restreint; c'est la portion de cet échange nutritif, qui s'effectue dans certains organes spéciaux qui, chez l'homme, se nomment

poumons. En résumé, c'est une fonction de l'économie qui a pour but la transformation du sang veineux en sang artériel, par l'intermédiaire de l'air atmosphérique. Nulle autre fonction n'entraîne plus rapidement la mort par sa suspension et n'est, par conséquent, plus essentielle à la vie. Sans elle, le travail si compliqué de la digestion serait comme non avenu, puisque les sucs qui sont élaborés par cette dernière fonction ont besoin de recevoir de la respiration les propriétés qui achèvent de les rendre assimilables à nos tissus.

Appareil respiratoire.

Les organes de la respiration sont, dans l'homme, la cavité de la poitrine, le thorax et les poumons. La cavité du *thorax* est formée principalement par les côtes, qui, en arrière, s'attachent aux vertèbres du dos, et, en avant, viennent s'appuyer sur l'os sternum *m* (pl. I, fig. 1, et pl. VII, fig. 2). Les espaces que les côtes laissent entre elles sont remplis par des muscles, et inférieurement cette espèce de cage est séparée du ventre par une cloison charnue appelée le *muscle diaphragme* (pl. II, *lambeau*, et pl. VII, *lambeau d*).

Toutes les parties de cette cage osseuse ne sont pas également mobiles, et la colonne vertébrale, en particulier, se borne à fournir un point d'appui fixe et résistant aux côtes dont la mobilité sert merveilleusement à l'ampliation ou au resserrement de la capacité thoracique.

Quant aux poumons, ce sont des organes spongieux, contenus dans la cavité de la poitrine *p, d*, et *p, g* (pl. II, *lambeau pg, pd*, pl. VII, fig. 1, et *p, p'*, fig. 1, pl. III et IV). Ils sont formés par la réunion d'un grand nombre de vésicules qui communiquent toutes les unes avec les autres. C'est dans ces vésicules que s'introduit l'air extérieur. Quand il pénètre dans leurs cavités, il les distend et augmente ainsi le volume total du poumon, c'est ce qui arrive dans l'inspiration ; quand, au contraire, les poumons se vident de l'air qui les avait distendus, leur volume diminue, c'est ce qui arrive dans l'expiration.

L'air pénètre dans la structure spongieuse des poumons, à l'aide de petits canaux qui se ramifient dans leur substance. Ces canaux sont appelés *bronches* (pl. II), *p*, *p'* (pl. III, fig. 1, et *br*, pl. IV); ils sont le résultat de la division d'un conduit unique, qu'on appelle *trachée-artère*, *t* (pl. III et IV, fig. 1). Cette trachée-artère communique elle-même avec l'arrière-bouche par un canal plus évasé, appelé larynx, *l* (pl. IV, fig. 6 et 7) : c'est dans la cavité que se passe le phénomène de la voix, qui est le produit des vibrations imprimées à l'air par la cavité du larynx.

Larynx, trachée-artère, bronches sont donc des noms destinés à désigner divers points d'un seul et même canal, qui est le *canal aérien*. La planche III et son *verso*, la planche IV, donnent une idée aussi exacte que possible des rapports anatomiques de ces divers canaux : à la planche III, on voit la face antérieure des canaux aériens et des poumons, dans lesquels ils se distribuent ; au *verso*, et dans les mêmes contours, on voit leur face postérieure. Tous ces conduits sont tapissés par une membrane mince qui se continue supérieurement avec celle qui revêt l'intérieur de l'arrière-bouche, des fosses nasales et de la bouche ; ils sont formés par un grand nombre de petits cerceaux cartilagineux placés les uns au-dessus des autres *t* (*id.*, *id.*). Ces anneaux sont très-élastiques, et empêchent le canal aérien de s'affaisser, et d'opposer ainsi un obstacle à l'arrivée de l'air dans les poumons.

C'est en s'introduisant par les fosses nasales *b* (pl. VII, fig. 1) ou la bouche (*id.*, *id.*), dans l'arrière-bouche, dans le larynx, dans la trachée-artère et dans les bronches, que l'air extérieur pénètre jusque dans les cellules pulmonaires. Comme les canaux qu'il parcourt se subdivisent sans cesse, en diminuant de volume, la colonne d'air se trouve aussi se diviser, et elle n'arrive dans les cellules des poumons que sous des volumes très-déliés. C'est à cet état seulement que s'opère l'action de l'air sur le sang veineux qui, de son côté, a été apporté dans les poumons par des vaisseaux dont nous avons déjà parlé.

Les poumons de la planche II ont été disposés de manière

à faire comprendre leurs rapports dans la cavité de la poitrine ; on peut, en les soulevant, voir la face interne des côtes et la partie postérieure des poumons. Dans les poumons droit et gauche, j'ai supposé qu'une section faite à leur tissu montrait les vaisseaux qui le pénètrent et s'y subdivisent ; cela donne une idée de la structure spongieuse de cet organe, et de l'intrication si compliquée des vaisseaux aériens, veineux et artériels dans l'acte important de l'hématose. On voit encore, dans la figure 1 de la planche III, une image de la division des vaisseaux dans le tissu pulmonaire.

Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration.

On donne le nom de *Phénomènes mécaniques* de la respiration à l'ensemble des mouvements qui ont pour effet de mettre en rapport l'air et le sang, dans les vésicules bronchiques des poumons. Ces mouvements sont la dilatation et le resserrement de la poitrine qu'on appelle *inspiration* et *expiration*.

Inspiration. L'inspiration consiste dans la dilatation de la poitrine et dans l'entrée de l'air dans les poumons.

A chaque inspiration, l'air qui a été inspiré est chassé du poumon et sort par la bouche et les fosses nasales ; mais il en reste toujours une certaine quantité dans les organes respiratoires.

Le mécanisme par lequel l'air est appelé dans les poumons, ou en est expulsé, est très-simple et ressemble assez bien au jeu d'un soufflet, avec cette différence que, pour les poumons, l'air pénètre dans cet organe et s'en échappe par le même conduit, ce qui n'a pas lieu pour le soufflet. Les poumons sont, en effet, logés dans une grande cavité, dont les parois sont mobiles et disposées de façon à pouvoir s'agrandir et se resserrer alternativement, les poumons suivent toutes ces variations, et se dilatent ou diminuent par suite de ces mouvements.

L'agrandissement de la poitrine, ou l'inspiration, est le produit, d'une part, de l'élévation des côtes ; d'une autre part, de la contraction des fibres du muscle diaphragme, dont

la convexité diminue et qui, dans cet état, tend de plus en plus à former un plan horizontal.

Voici comment cette dilatation a lieu : les poumons, par leur propre élasticité, et surtout par la contraction des fibres charnues qui entrent dans la composition des bronches, agrandissent ou diminuent leur capacité. Dans l'inspiration, comme nous venons de le dire, le diaphragme se contracte ; sa surface, de convexe qu'elle était, devient plane, puis concave, ce qui détermine l'agrandissement de la cavité thoracique dans la direction de son diamètre vertical. Dans ce même moment, les côtes et le sternum sont soulevés, et la poitrine est agrandie dans le sens de ses diamètres transversaux, et d'avant en arrière. La capacité du thorax étant augmentée, le poumon qui lui est contigu se dilate aussi et l'air extérieur pénètre son tissu, par le seul fait de l'équilibre auquel il est soumis, et à peu près comme il entre dans un soufflet quand on en écarte les plateaux.

L'inspiration présente trois degrés :

1^o Inspiration ordinaire, dans laquelle le thorax se dilate, suivant son diamètre vertical, par l'abaissement du diaphragme.

2^o Inspiration grande, qui dépend de l'abaissement du diaphragme et de l'élévation du thorax, par les muscles qui, de cette cavité, vont au cou ou au bras ; elle agrandit la poitrine suivant ses trois diamètres.

3^o Inspiration forcée. Le thorax est dilaté dans tous les sens par les mêmes muscles, mais agissant d'une manière plus forte.

A chaque inspiration, l'air extérieur se précipite dans les poumons en pressant la face interne des vésicules pulmonaires, de la même manière qu'il presse toute la surface extérieure du corps. Il y pénètre en traversant la bouche et les fosses nasales, dilate les cellules, et se mêle à l'air qu'elles contiennent.

La pression atmosphérique a pour auxiliaires les muscles intercostaux externes qui prennent un point d'appui sur les premières côtes qui sont soulevées et maintenues fixes par les muscles de la région du cou.

Expiration. L'expiration consiste dans le resserrement de la poitrine, qui revient à ses premières dimensions lorsqu'elle a été dilatée, et dans la sortie de l'air des poumons qui, en vertu de leur élasticité, reviennent sur eux-mêmes, aussitôt que l'insufflation a cessé.

Les poumons qui sont *passifs*, dans l'inspiration, deviennent donc *actifs*, dans l'expiration. La contraction de leur tissu qui vient en aide à son élasticité ne suffit pourtant pas à chasser tout l'air que l'inspiration avait fait pénétrer dans leur intérieur ; des muscles entrent en action et associent leurs contractions pour produire l'amoindrissement de la cavité du thorax. A cet effet, les côtes inférieures, fixées par les muscles inférieurs du tronc, deviennent un point d'appui pour les muscles intercostaux internes dont la contraction entraîne l'abaissement des côtes les unes sur les autres et, par suite, la diminution des diamètres transversaux et antéro-postérieurs de la poitrine. L'abaissement des côtes est suivi de l'aplatissement du ventre dont les organes refoulés en haut, rétablissent la convexité du diaphragme et diminuent la cavité pectorale, jusqu'à ce que l'air inspiré ait été chassé. Il résulte de ce qui précède que l'air est, tour à tour, attiré dans la poitrine et repoussé au dehors, et que les poumons suspendus dans cette cavité en suivent les parois, dans leur mouvement d'expansion, et reviennent sur eux-mêmes, aussitôt que, l'insufflation cessant, ils cessent d'être dilatés sous l'effort de l'air.

L'expiration a trois degrés :

1^o Expiration ordinaire. Elle dépend du relâchement du diaphragme, qui reprend sa convexité et rétrécit verticalement la poitrine.

2^o Expiration grande. Elle est produite par le relâchement du diaphragme et des autres muscles du thorax, et par le retour élastique des côtes, de leurs cartilages et du sternum, qui reprennent leur première place, et rétrécissent la poitrine dans tous ses diamètres.

3^o Expiration forcée. Elle est l'effet de la contraction des muscles larges de l'abdomen, du dentelé postérieur et inférieur du sacro-lombaire, du long dorsal, etc.

De quelques actes relatifs aux phénomènes mécaniques
de la respiration.

Les mouvements de la respiration sont souvent produits pour le service de fonctions autres que la respiration, ainsi : ils sont employés pour l'odorat, pour la succion, dans les efforts, dans nos diverses excrétions, soit volontaires, soit involontaires, etc.; enfin, ils concourent à des phénomènes expressifs, tels que le soupir, le bâillement, le rire, le sanglot, etc.

1° Dans les *efforts*, on commence par faire une grande inspiration, puis la glotte se ferme par la contraction de ses muscles constricteurs ; les muscles expirateurs, les abdominaux surtout, se contractent et tendent à expulser du thorax la masse d'air que l'inspiration y a introduite, mais qui ne peut en sortir par suite de l'occlusion de la glotte. Il résulte de là que le thorax est momentanément rendu immobile et fournit un point d'appui solide aux muscles qui doivent servir à la production de l'*effort*.

2° Dans la *toux*, l'air est expiré brusquement, produit un bruit remarquable, balaye les bronches et la trachée-artère, et entraîne les mucosités qui constituent les crachats ; elle est l'effet d'un sentiment d'irritation ou de gêne sur un point des voies aériennes.

3° Dans l'*éternument*, l'air est expulsé presque en totalité par les fosses nasales qu'il balaye ; cet acte est involontaire et souvent déterminé par une irritation du voile du palais. Une inspiration profonde précède l'expiration brusque et sonore qui se produit par la bouche et les fosses nasales. L'éternument est souvent accompagné d'une contraction spasmodique des muscles de la face, et d'un effort violent qui est souvent suivi d'ébranlements dans la tête, de douleurs dans la poitrine, quelquefois même de ruptures de vaisseaux sanguins.

4° Le *soupir* n'est qu'une large et lente inspiration produite d'intervalle en intervalle et dont la cause est souvent morale, quelquefois physique, lorsque, par exemple, on est dans le vide ou qu'on respire un air appauvri. Le soupir, alors, a pour

but de faire pénétrer dans le poumon tout le volume d'air que réclame la quantité de sang veineux qui s'y est accumulée lentement.

5° Le *bâillement* est une inspiration plus longue, plus profonde, plus involontaire qu'une inspiration ordinaire, accompagnée d'un grand écartement des mâchoires, d'une expression faciale particulière, et quelquefois de pandiculations qui donnent aux membres une attitude immobile, et les changent en points d'appui de l'action musculaire ; cette inspiration est suivie d'une expiration lente, graduée et qui se fait avec un bruit sourd. Le bâillement est le signe du besoin de sommeil, du désœuvrement ou de l'ennui.

6° Le *rire* consiste dans la succession de petites expirations saccadées, bruyantes, accompagnées de l'expression faciale gaie, et précédées d'une grande inspiration. Le diaphragme et ses nerfs jouent un grand rôle dans ce mouvement respiratoire. La résonnance ou le bruit du rire est déterminé par les vibrations des cordes vocales et aussi par celles du voile du palais.

7° Le *sanglot* se rapproche beaucoup du rire par son mécanisme, avec cette différence qu'il est dû aux affections tristes et aux émotions vives. Il est déterminé par la contraction convulsive et saccadée du diaphragme qui rend intermittent le bruit produit par les lèvres de la glotte, pendant l'inspiration. Le sanglot est souvent accompagné de pleurs.

8° Le *hoquet* provient de la contraction spasmodique du diaphragme qui, déterminant l'entrée de l'air par saccades, produit des inspirations brusques, sonores et fatigantes. Le hoquet est une véritable convulsion du diaphragme, une inspiration abrupte produite par la seule action de ce muscle, dont la contraction coïncide quelquefois avec la vibration des lèvres de la glotte. Le hoquet est causé la plupart du temps par une compression exercée sur le pharynx ou l'œsophage lorsqu'on avale de trop grosses bouchées, ou par une succession trop rapide d'actes de déglutition ; fréquemment, c'est un signe d'affection nerveuse. Krimer prétend qu'on peut le produire, chez les animaux, en irritant et comprimant le cardia.

9° Le *ronflement* est caractérisé par la résonnance que produisent dans le pharynx et les fosses nasales les vibrations du voile du palais sur l'air qui sort des voies respiratoires. Il peut également être produit par des mucosités qui obstruent les cavités de la bouche ou du nez.

Phénomènes chimiques de la respiration.

La respiration n'étant autre chose qu'une sorte de digestion dont l'*air* est l'agent, nous devons d'abord parler de ce fluide.

Air.

L'air, le seul gaz qui puisse être aspiré continuellement, entoure la terre d'une couche de plus de soixante kilomètres d'épaisseur ; il constitue ainsi l'atmosphère qui nous presse de toutes parts, se trouve en contact immédiat avec nos parties vivantes, et remplit toutes les cavités de notre corps qui communiquent à l'extérieur.

L'atmosphère n'est pas seulement formée des gaz dont nous parlerons bientôt ; elle contient, outre ces éléments, de l'eau ordinairement à l'état de vapeur invisible, et souvent de l'eau à l'état de vapeur visible ; elle contient, de plus, du calorique, du fluide électrique, et une foule de matières qui s'échappent de tous les corps. L'atmosphère peut être regardée comme le réceptacle de toutes les émanations qui s'élèvent de la terre. On peut la considérer comme un immense réservoir, un vaste laboratoire où se produisent sans cesse des compositions et des décompositions, des dissolutions et des précipitations d'eau, des décharges électriques, des élévations et des abaissements de température, des dilatations et des condensations, des mouvements accélérés ou ralentis..... d'où résultent les brouillards, les nuages, les vents, les pluies, les neiges, les grêles et tant d'autres météores qui sillonnent l'atmosphère, l'embrasent, l'obscurcissent ou l'éclairent, et la modifient de mille manières.

Nous venons de voir que l'eau est en grande quantité dans

l'atmosphère, et que si le globe présente un vaste océan liquide, on peut dire que l'atmosphère en contient un autre vaporeux. L'eau dissoute dans l'air est indispensable pour l'entretien de la vie des végétaux et des animaux.

L'air n'est pas un corps homogène ; la chimie y a démontré l'existence de principes très-différents et qui, par conséquent, peuvent ne pas jouer le même rôle dans le phénomène de la respiration. En effet, outre la vapeur d'eau, l'air fournit, par l'analyse, vingt et un centièmes d'*oxygène* et soixante-dix-neuf centièmes d'*azote*, ainsi que des traces de *gaz acide carbonique*. Voyons si ces gaz différents agissent de la même manière, ou bien si c'est à l'un d'eux qu'appartient plus spécialement la propriété d'entretenir la vie.

Un animal maintenu dans un vase rempli d'air, mais hermétiquement fermé, de façon que l'air ne puisse pas y être renouvelé, ne tardera pas à éprouver du malaise, de la gêne, puis de l'angoisse, puis des convulsions à la suite desquelles il mourra asphyxié. Il est évident que, dans cette expérience, l'air qui entoure l'animal a perdu la faculté d'entretenir la vie, et si l'on en fait alors l'analyse chimique, on s'aperçoit qu'il a perdu en même temps la majeure partie de son *oxygène*. Si l'on place ensuite un autre animal dans un vase rempli de *gaz azote*, on le voit périr également ; tandis que si l'on enferme un troisième animal dans de l'*oxygène*, il y respire avec plus d'activité que dans l'air, et ne présente aucun symptôme d'asphyxie.

Il est donc évident que c'est à la présence de l'*oxygène* que l'air atmosphérique doit ses propriétés vivifiantes.

La découverte de ce fait important ne date que de la fin du siècle dernier (1777), et elle est due à un des chimistes français les plus célèbres, Lavoisier.

Tous les animaux enlèvent donc à l'air qui les entoure une certaine quantité d'*oxygène*, mais les changements qu'ils déterminent ainsi, dans la composition de ce fluide, ne se bornent pas là ; l'*oxygène* qui disparaît est remplacé par un gaz nouveau, l'*acide carbonique*. La production de cette substance est un acte non moins général parmi les animaux que

l'absorption de l'oxygène ; et c'est dans ces deux phénomènes que consiste essentiellement le travail *respiratoire*.

Pour constater ce fait, on n'a qu'à souffler pendant quelque temps, au moyen d'un tube, dans de l'eau tenant en dissolution de la chaux. L'acide carbonique a la propriété de s'unir à cette dernière substance, et de donner ainsi naissance à un corps qui est insoluble, et qui, par sa composition, est analogue à la craie. Dans cette expérience, l'acide carbonique qui s'échappe des poumons ne tarde pas à se combiner avec la chaux et à former du carbonate de chaux, poussière blanchâtre qui, en se déposant, trouble l'eau et devient facile à apercevoir. Ce fut par ce moyen qu'en 1757 un chimiste de Glasgow, Black, constata le premier la production de ce gaz, pendant la respiration. L'acide carbonique peut, du reste, se reconnaître encore à d'autres signes, car il éteint les corps en combustion, et fait périr les animaux qui le respirent en quantité un peu considérable.

Le gaz azote, dont le nom signifie privation de la vie, change peu de volume dans l'acte respiratoire, il n'est là en quelque sorte que pour diviser l'oxygène, l'étendre, afin qu'il pénètre d'une manière égale et uniforme dans toutes les cellules des poumons. Telle est aussi la raison pour laquelle les deux gaz sont intimement unis dans l'atmosphère, mais simplement dans un état de mélange qui leur permet de se séparer l'un de l'autre avec la plus grande facilité.

Nous avons dit qu'une foule de substances autres que les gaz oxygène et azote, s'ajoutent à ces éléments, dans la composition de l'air ; ajoutons qu'il est rare que ce ne soit pas au préjudice de la *respiration*. Les proportions d'oxygène et d'azote sont essentielles à l'accomplissement régulier de cette fonction. Un excès d'azote amène la suffocation, tandis qu'un surcroît d'oxygène use la vie. L'air le plus favorable à la respiration est celui qui réunit aux principes que nous venons d'indiquer un certain degré de sécheresse et une température modérée. Il est cependant certains cas de maladie dans lesquels la *respiration* se trouve aidée par un air moins pur, surtout plus humide : c'est ainsi que les phthisiques préfèrent

l'air épais et chargé d'émanations animales, tel qu'on le rencontre dans les étables, à l'air sec et vif qu'on respire dans les lieux élevés.

Changements de l'air respiré.

Si l'on analyse l'air sortant des poumons, on trouve, d'une part, que l'air expiré ne contient plus, au lieu de 20 pour 100 d'oxygène; que 16 pour 100), il a donc disparu 4 pour 100 de ce gaz. D'autre part, on trouve près de 4 pour 100 en volume d'acide carbonique, au lieu de quatre ou six millièmes que conservait l'air inspiré. L'air atmosphérique qui sort du poumon, dans l'expiration, est donc moins riche en oxygène que l'air qui y a été introduit par l'inspiration. La quantité en moins d'oxygène représente la portion de ce gaz passée dans le sang, au travers des membranes du poumon. Quant à l'azote, on a remarqué que l'air expiré en contenait à peu près la même proportion que l'air inspiré (79 pour 100).

Quoiqu'il soit difficile d'évaluer, d'une manière absolue, la quantité d'air qui, à chaque inspiration, pénètre dans les poumons, et que cette quantité puisse varier par une infinité de circonstances, on peut cependant s'arrêter à quelques chiffres approximatifs.

Ainsi l'on admet qu'il entre dans les poumons d'un homme ordinaire 500 centimètres cubes d'air (un demi-litre) à chaque inspiration. Or ce même homme faisant, en moyenne, dix-huit mouvements respiratoires complets (inspiration et expiration) par minute, il en résulte que la durée moyenne de chaque inspiration et expiration réunies dure près de trois secondes, ce qui, à raison d'un demi-litre d'air pour chaque acte respiratoire, donne plus de cinq cents litres d'air circulant, en une heure, dans les poumons, pour les besoins de la respiration.

Nous avons vu que l'air *expiré* contenait moins d'oxygène que l'air *inspiré*. Cet air perd donc de l'oxygène dans son passage à travers les cellules pulmonaires. D'une autre part, on s'est assuré qu'il contenait, alors, une quantité d'acide carbonique plus considérable. L'acide carbonique *expiré* n'étant

que le produit de la combustion des aliments, aux dépens de l'oxygène *inspiré*, ces deux gaz devraient se correspondre volume à volume (puisque un volume déterminé d'oxygène qui brûle du charbon donne un égal volume d'acide carbonique). Ce n'est, pourtant, pas ce qui arrive tout à fait ; la quantité d'oxygène absorbée, pendant l'inspiration, l'emporte, en effet, sur la quantité d'acide carbonique exhalé.

Ajoutons que l'air inspiré prend une chaleur très-voisine de celle du corps, se raréfie et dissout l'humidité des canaux aériens des poumons. Après avoir agi sur le sang noir et avoir été expiré, il est chargé de vapeurs fournies par la transpiration pulmonaire, il les entraîne avec lui et les abandonne en se refroidissant ; cette exhalation se constate surtout en hiver, où l'air expiré s'échappe de la bouche ou du nez, sous forme de vapeur. Cette eau en vapeur provient, comme l'acide carbonique, du sang qui traverse les poumons, et constitue ce que les physiologistes appellent la *transpiration pulmonaire*. On a calculé que cette eau s'élevait à près de cinq cents grammes en vingt-quatre heures.

Nous sommes avertis du degré d'altération que l'air a subi dans nos poumons par un sentiment qui nous porte à le renouveler. Ce sentiment, peu appréciable dans la respiration ordinaire, parce que nous nous hâtons d'obéir au besoin fréquent du renouvellement de l'air, devient douloureux s'il n'est pas promptement satisfait.

L'anxiété et l'effroi qu'on éprouve, dans ces douloureuses circonstances, et la mort qui survient alors en quelques minutes, révèlent suffisamment le but final de ce retour si fréquent du besoin de respirer.

Que s'est-il donc passé dans ce contact de deux fluides si différents, l'air et le sang veineux ? L'air a été décomposé, le sang veineux l'a été également. Dès qu'une bulle d'air est mise en contact avec une particule de sang veineux, ce sang éprouve un changement notable : il était noir, lourd, épais, chargé de principes non nutritifs et de produits excrémentitiels recueillis dans tous les points du corps : il charriait de la sérosité, de la lymphe, des matières carbonisées. L'air extérieur vient-il à

l'atteindre, au moment même ce sang veineux est décomposé et fait place à un sang rouge, spumeux et qui a reçu de cette modification les qualités nutritives qu'il n'avait pas auparavant.

Deux théories physiologiques ont été proposées pour rendre compte de ces phénomènes :

Suivant l'une, la formation de l'acide carbonique et de l'eau a lieu dans les poumons mêmes, au contact de l'oxygène de l'air avec les vaisseaux capillaires qui portent au poumon le sang veineux.

Suivant l'autre théorie, l'oxygène n'agirait plus immédiatement dans le poumon sur le sang ; il y serait simplement absorbé ; les phénomènes chimiques auxquels il concourt se passeraient, hors de la substance du poumon, dans le trajet circulatoire, et ce n'est qu'au retour du sang dans le poumon qu'il y verserait les produits de l'oxygénation.

Cette dernière théorie a pris place dans la science, depuis les savantes recherches de M. Magnus sur la respiration. Cet habile chimiste a établi que les deux sangs contiennent du gaz oxygène, du gaz azote et du gaz acide carbonique, qu'il y a plus d'oxygène dans l'artériel que dans le veineux, et que le veineux contient plus d'acide carbonique que l'artériel.

L'acide carbonique contenu dans le sang se trouve chassé, pendant la respiration, par l'air atmosphérique, et remplacé en partie par du gaz oxygène, car il y en a toujours une certaine quantité qui demeure dissoute dans le sang artériel ; de l'acide carbonique se forme dans toute l'étendue du système vasculaire sanguin, mais surtout dans les capillaires, par l'effet du contact qui a lieu entre le sang et les molécules des organes. Mais tout l'oxygène que renferme le sang artériel ne disparaît pas, en traversant les capillaires ; on en retrouve encore une partie dans le sang veineux, et quand celui-ci arrive aux poumons, l'air expiré entraîne une partie de cet oxygène qui a servi à former l'acide carbonique.

En réfléchissant à la consommation énorme d'oxygène que les animaux doivent faire chaque jour, on pourrait craindre que l'atmosphère n'en fût, à la longue, dépouillée et que tous

les animaux ne périssent asphyxiés; mais la nature a employé des moyens puissants pour renouveler, sans cesse, la quantité de ce gaz répandu autour de la surface du globe. Ce moyen est précisément un phénomène du même ordre que celui dont il est destiné à contre-balancer les effets : c'est la *respiration des plantes*.

Les végétaux absorbent l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère et, sous l'influence de la lumière solaire, ils en extraient le carbone et mettent l'oxygène à nu. Ainsi, c'est le règne végétal qui donne aux animaux l'oxygène qui leur est nécessaire, et c'est la respiration des animaux qui fournit sans cesse aux végétaux l'acide carbonique indispensable à leur accroissement.

On voit donc que c'est en grande partie du rapport qui existe entre les animaux et les végétaux que dépend la nature de l'atmosphère, et, qu'à son tour, c'est la composition de l'air qui doit régler en quelque sorte le nombre relatif de ces êtres.

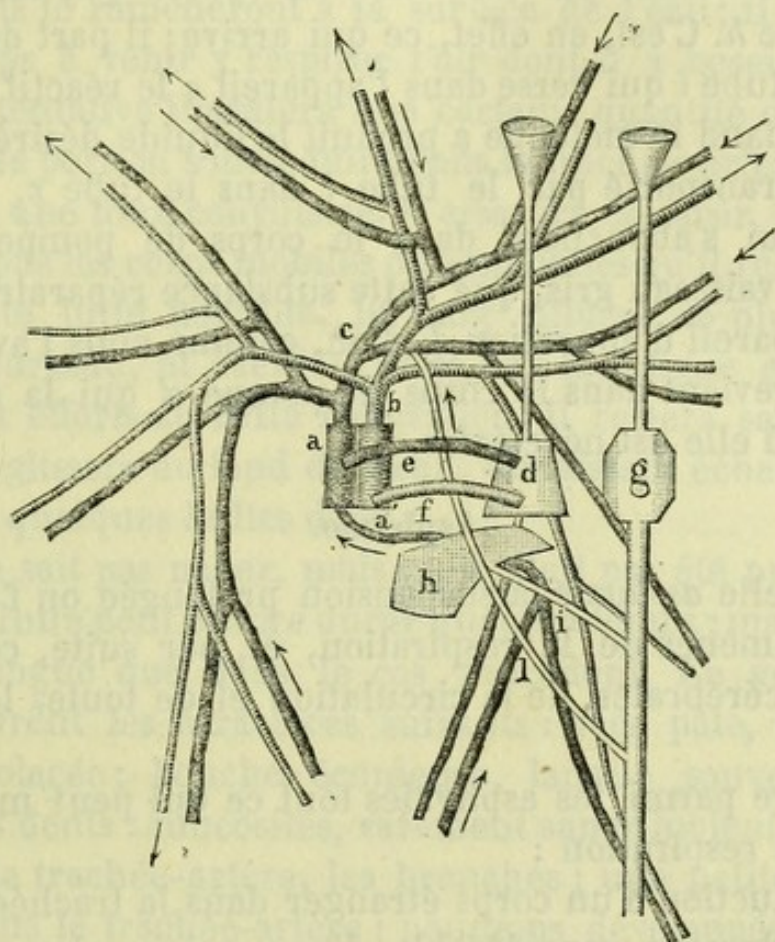
Afin de faire comprendre mieux encore les divers actes qui concourent à la fabrication du sang nutritif et à la distribution de ce liquide, nous avons imaginé de comparer ce phénomène physiologique à la distribution d'une eau potable dans un établissement quelconque, auquel serait adossé un appareil d'épuration qui recevrait l'eau devenue insalubre, pour la rendre ensuite propre aux usages des habitants.

C'est l'objet de la figure placée ci-contre. Le travail strié de la gravure servira à distinguer les tuyaux d'eau potable des tuyaux d'eau insalubre, rendus gris dans le dessin. Quant aux appareils de réaction et à leurs conduits, ils se détachent en blanc.

La caisse *a a'* contient deux corps de pompe : l'une *a'*, envoie, à travers le tube *b* et toutes ses divisions *striées*, l'eau potable qui parvient ainsi dans les nombreuses dépendances de l'établissement, ainsi que l'indique la direction des flèches qui accompagnent les tubes *striés*. L'autre pompe *a* n'est pas chargée d'une distribution aussi lointaine, elle n'envoie que près d'elle, dans l'appareil d'épuration *d*, le liquide qu'elle re-

çoit et qui est apporté dans sa cavité par deux canaux, l'un en haut, *c*, l'autre en bas, *a'*, de tous les coins de l'établissement où a été portée l'eau potable.

Quel est ce liquide? C'est de l'eau insalubre. — Pourquoi



insalubre ? Parce qu'elle a servi aux divers usages de la vie et, qu'en perdant ses bonnes qualités, elle en a pris de mauvaises. Recueillie partout où elle se déposait, elle a été charriée par des canaux gris, jusque dans la pompe *a* ; celle-ci la fait passer par le tube *e*, dans l'appareil d'épuration *d*, où elle redeviendra potable, et d'où elle sortira par le tube *f*, pour être versée dans la pompe *a'* dont nous venons de faire connaître l'usage.

S'il ne s'agissait que d'enlever la mauvaise qualité de l'eau insalubre, nous pourrions nous arrêter ici ; le réservoir *d* a, en effet, transformé le liquide qui l'a traversé. Mais cela ne

suffit pas, et il faut encore ajouter à cette eau des propriétés qu'elle n'a plus et qui ont disparu dans l'usage qu'on en a fait. C'est à cela que pourvoient deux appareils, *g* et *h*. Le premier *g* élabore une substance qui rendrait à l'eau toutes les qualités qu'elle a perdues, si cette substance elle-même était perfectionnée par une sorte de réactif que fabrique le laboratoire *h*. C'est, en effet, ce qui arrive; il part de l'appareil *h* un tube *i* qui verse dans l'appareil *g* le réactif en question, et quand le mélange a produit le liquide désiré, ce dernier est transporté par le tube *l* dans le tube *c*, l'un des canaux qui s'abouchent dans le corps de pompe *a*. C'est mêlée au vaisseau gris, que cette substance réparatrice passe dans l'appareil d'épuration *d*, d'où, comme nous l'avons déjà vu, elle revient dans le corps de pompe *a'* qui la distribue partout où elle est nécessaire.

Asphyxie.

On appelle *asphyxie* la suspension prolongée ou l'abolition des phénomènes de la respiration, et, par suite, celles des fonctions cérébrales, de la circulation et de toutes les autres fonctions.

On range parmi les asphyxies tout ce qui peut mettre obstacle à la respiration :

L'introduction d'un corps étranger dans la trachée-artère ;

Le gonflement considérable d'une partie plus ou moins étendue du conduit aérien ;

L'induration du poumon ;

L'inaction des muscles qui concourent à l'acte respiratoire, soit que cette inaction résulte de la paralysie des nerfs qui s'y rendent, soit qu'elle dépende d'une pression mécanique.

Les causes qui produisent l'asphyxie sont de trois sortes :

1° L'air ne peut pénétrer dans les poumons ;

2° L'air qui les parcourt n'est pas propre à la respiration ;

3° L'air a des propriétés nuisibles.

L'asphyxie par privation d'air peut être occasionnée par *submersion*, par *strangulation* ou par *immersion dans le vide*.

Les phénomènes qui accompagnent l'asphyxie par *submer-*

sion varient en raison d'un grand nombre de circonstances.

Si l'individu qui tombe ou se précipite dans les flots est à l'instant même pris de syncope, il peut succomber par suite de cet état plutôt que par asphyxie.

S'il conserve l'intégrité de ses facultés intellectuelles, s'il sait nager, la lutte peut être pour lui longue et cruelle : tous ses efforts le ramèneront à la surface de l'eau ; il cherchera longtemps à venir y respirer l'air dont il a besoin, et dans chaque tentative il avalera une certaine quantité d'eau, dont une petite portion s'introduira dans la trachée-artère, en provoquant une toux convulsive. Il essayera de saisir, de s'accrocher à tous les corps mobiles ou immobiles qu'il rencontrera ; dans cette lutte horrible, le sang affluera de plus en plus vers le cerveau, et bientôt, brisé par la fatigue et succombant aux efforts de cette congestion, il restera sans mouvement et glissera au fond de l'eau, en laissant échapper de sa poitrine quelques bulles d'air.

S'il ne sait pas nager, mais qu'il n'ait pas été pris de syncope, la lutte peut encore durer quelque temps ; mais elle sera moins longue que dans le cas précédent. En général, les noyés offrent les caractères suivants : face pâle, ou légèrement violacée ; bouche écumeuse, langue souvent placée entre les dents : mucosités, rarement sanguinolentes, dans le larynx, la trachée-artère, les bronches ; une petite quantité d'eau dans la trachée-artère ; poumons développés, violacés, contenant beaucoup de sang fluide ; cavités droites du cœur remplies ; cavités gauches à peu près vides : estomac contenant de l'eau ; le foie, la rate gorgés de sang, les vaisseaux du cerveau injectés ; la substance médullaire piquetée ; enfin, les ongles souillés de vase et de sable.

Dans l'asphyxie par *strangulation*, si le cou est comprimé par un lien fortement serré, le retour du sang de la tête au cœur devient impossible et la trachée-artère ne peut plus admettre l'air qui la traversait. Alors se manifestent les symptômes suivants : les veines jugulaires et les parties situées au-dessus de la ligature se gonflent, la face s'injecte, devient rouge, livide ; les yeux plus que saillants ; les lèvres prennent une

teinte bleue ; la bouche est remplie d'écume ; la langue est poussée au dehors ; les membres s'agitent ; le pouls diminue de fréquence et cesse bientôt de se faire sentir. Le degré de constriction exercé par le lien passé autour du cou peut expliquer la rapidité plus ou moins grande avec laquelle la mort survient ; la luxation des vertèbres dans la suspension la détermine à l'instant même.

Après la mort des asphyxiés par strangulation, on trouve ordinairement les vaisseaux du cerveau engorgés et des épanchements dans la substance de ce viscère : les cavités gauches du cœur ne contiennent qu'une petite quantité de sang, les cavités droites en sont remplies, pendant les premiers instants qui suivent la mort.

Les phénomènes de l'*asphyxie dans le vide* ne sont connus que par les expériences tentées sur les animaux. En plaçant ceux-ci sous le récipient d'une machine pneumatique, on a remarqué qu'ils manifestaient d'abord une extrême inquiétude, suivie bientôt d'une agitation violente ; que plus l'air était raréfié, plus les mouvements respiratoires s'accéléraient ; que l'animal s'affaiblissait ; que des hémorrhagies, des déjections involontaires précédaient la mort, qui ne tardait point à survenir, et qu'enfin celle-ci était d'autant plus prompte que la soustraction de l'air respirable était plus rapide.

C'est encore dans les asphyxies par défaut d'air qu'il faut placer celle des nouveau-nés ; dans ces cas-là, l'enfant sortant du sein de sa mère ne donne souvent aucun signe d'existence : si la tête a longtemps été comprimée, si des mucosités obstruent l'entrée des voies aériennes, la respiration ne s'exécute point, la circulation semble suspendue.

Asphyxie par les gaz non respirables. Les effets de cette asphyxie sont rarement aussi prompts que ceux que nous venons d'indiquer. C'est encore ici le défaut de l'air respirable et non l'action délétère du gaz respiré qui détermine la suspension des phénomènes de la vie.

Un animal placé sous un récipient contenant seulement du *gaz azote* éprouve, à l'instant même, de la gêne dans la respiration qui devient grande, élevée, rapide ; il s'affaiblit progres-

sivement ; cependant, s'il est assez tôt ramené à l'air libre, il revient vite à son état ordinaire. Si la mort a lieu, on trouve le système artériel rempli de sang noir. Ce gaz est une des causes du *plomb* ou asphyxie des fosses d'aisances. Il se dégage dans les caves contenant des substances qui ont de l'affinité pour l'oxygène. Quelques chimistes qui se sont exposés à le respirer pur ou à peu près pur, sont à l'instant devenus pâles, verdâtres ; ont éprouvé du malaise, de l'anxiété, des syncopes.

Les phénomènes qui résultent de la respiration du gaz hydrogène sont à peu près les mêmes que les précédents. Les animaux succombent, tantôt en quelques minutes, tantôt dans un temps un peu plus considérable.

Selon Davy, l'inspiration du *gaz oxydule d'azote* produit d'abord une sorte de vertige, suivi de picotements à l'estomac ; la vue, l'ouïe semblent douées d'une énergie plus grande ; la force musculaire augmente ; on sent un besoin irrésistible d'agir, de se mouvoir et, sans perdre le sentiment de ses actions, on éprouve un commencement de délire, caractérisé par une vivacité, une gaieté inaccoutumées ; si l'on cesse de respirer ce gaz, tous ces symptômes disparaissent en peu de temps. Les expériences du chimiste anglais n'ont pas eu pour tous ceux qui les ont répétées des résultats semblables.

L'*acide carbonique* formé, comme on le sait, de carbone et d'une certaine proportion d'oxygène, est, comme l'air, incolore à l'état de gaz, mais beaucoup plus pesant que ce fluide : il se produit pendant la combustion du charbon et la fermentation alcoolique. C'est de l'action de ce gaz sur l'économie que dépendent les accidents qui arrivent dans les puits, les mines, les souterrains, les cuves où fermentent le vin et la bière, les fours à chaux, et partout où se dégage de l'acide carbonique.

Dans une grotte située à Pouzzoles, il s'en dégage continuellement de l'intérieur de la terre, et ce gaz occasionne des phénomènes qui, au premier aperçu, paraissent très-singuliers, et excitent la curiosité de tous les voyageurs. Lorsqu'un homme entre dans cette caverne, il n'éprouve aucune gêne dans la respiration ; mais s'il est accompagné d'un chien,

cet animal ne tarde pas à tomber asphyxié à ses pieds, et périrait promptement si on ne le portait au grand air. Cela dépend de ce que le gaz acide carbonique, étant plus lourd que l'air, ne s'y élève pas, mais reste près du sol, et y forme une couche d'environ deux pieds d'épaisseur. Or, un chien qui pénètre dans la grotte se trouve à l'instant plongé tout entier dans ce gaz méphitique, et doit nécessairement s'y asphyxier; tandis qu'un homme, dont la taille est beaucoup plus élevée, n'a que la partie inférieure de son corps exposée à l'action de l'acide carbonique, et respire librement l'air pur qui se trouve au-dessus. Ce lieu remarquable est connu sous le nom de la *Grotte du Chien*.

Cette grotte, située sur le penchant d'une colline, en face et à peu de distance du lac d'Agnano, est extrêmement fertile. Elle a l'apparence d'un petit cabanon dont la voûte et les parois seraient grossièrement taillées dans le rocher. Sa largeur est d'environ un mètre, sa profondeur de trois mètres, sa hauteur d'un mètre et demi. L'entrée en est fermée par une porte dont un gardien a la clef. L'aire de la grotte est terreuse, noire, humide, brûlante. De petites bulles sourdent dans quelques points de sa surface, crèvent, et laissent échapper un fluide aériforme qui se réunit en un nuage blanchâtre au-dessus du sol. Ce nuage est formé de gaz acide carbonique, que colore un peu de vapeur d'eau. La présence de cet acide est facile à constater par les réactifs ordinaires :

Il rougit faiblement l'infusum bleu de tournesol.

Il blanchit l'eau de chaux. Si on laisse tomber de l'eau de chaux dans une éprouvette placée sur l'aire de la grotte, cette eau, transparente à sa sortie de la fiole, devient blanche en traversant la couche d'acide carbonique, et l'on ne reçoit plus dans l'éprouvette qu'une liqueur lactescente.

Il est impropre à la combustion. Une torche allumée qu'on plonge dans la couche s'éteint immédiatement. Le résultat est le même si, puisant de l'acide carbonique dans une éprouvette, on le renverse au-dessus de la torche. Le gaz, entraîné par son poids, retombe sur la flamme et l'éteint comme ferait un verre d'eau.

Du phosphore, des allumettes chimiques, de la poudre ne s'enflamment point dans la couche du gaz.

M. le docteur James a complété les renseignements qu'on avait déjà sur les effets produits par le séjour des animaux dans la grotte, en déposant des lapins et des grenouilles dans la couche d'acide carbonique, et en tenant compte du temps qu'ils ont mis à y mourir; il a compté pour

le Chien, 3 minutes.	la Poule,	2 minutes.
le Lapin, 2 minutes.	la Grenouille,	5 minutes.
le Chat, 4 minutes.	la Couleuvre,	7 minutes.

La durée différente de l'asphyxie chez ces animaux s'explique aisément. Un reptile est plus longtemps à mourir qu'un mammifère, parce qu'il lui faut moins d'air dans un temps donné, et que sa circulation est plus lente. De même, un animal fort et vigoureux oppose plus de résistance qu'un faible. Tout le monde sait combien le chat *a la vie dure*; aussi voyons-nous le chat vivre dans la grotte une minute de plus que le chien.

Pour évaluer le temps qu'un homme mettrait à mourir dans la grotte, on ne peut prendre de point de comparaison dans l'asphyxie produite par la vapeur du charbon. En effet, la grotte contient une couche d'acide carbonique pur, dont l'action est immédiate et certaine, tandis que la combustion du charbon n'altère que peu à peu l'atmosphère. Par conséquent, les progrès de l'asphyxie ne suivent plus, dans ce dernier cas, une marche constante : ils sont lents ou rapides, selon le volume de gaz exhalé. S'il faut en croire une tradition qui ne mérite peut-être pas une entière confiance, l'expérience aurait été faite, il y a trois siècles, par le prince de Tolède. Il fit étendre tout de son long dans la grotte un criminel dont on avait lié les pieds et les mains, de manière qu'il ne pût se soulever au-dessus de la couche d'acide carbonique. On l'y laissa dix minutes : quand on le retira, il était mort.

On a élevé bien des conjectures sur le mode de production et d'exhalation de l'acide carbonique de la grotte de Pouzzoles. En examinant les conditions géologiques de cette cavité,

on a constaté que le sol en est essentiellement volcanique ; les eaux thermales y abondent ; elles contiennent, pour la plupart, du gaz acide carbonique en proportion notable.

L'aire de la grotte est humide, formée par une terre friable et poreuse. Sa température est de 38° cent. M. James, ayant creusé un petit trou dans le sol, y plongea un thermomètre. Le mercure monta à 40°. La terre qu'il avait enlevée était plus imprégnée d'eau que celle de la surface. N'oublions pas que le gaz acide carbonique, au moment où il se forme dans la grotte, est chargé de vapeur aqueuse.

Il devient déjà très-probable qu'une source d'eau thermale gazeuse passe au-dessous de l'aire de la grotte, et qu'elle fournit l'acide carbonique.

A quelques pas de la grotte, et à 5 ou 6 mètres au-dessous de son niveau est le lac d'Agnano. Ses eaux bouillonnent en deux ou trois endroits, dans cette partie voisine du bord qui regarde la grotte. M. James y plongea la main ; l'eau était froide comme dans le reste du lac. Ce savant médecin ne douta pas que ce ne fût la source d'eau thermale gazeuse dont il avait soupçonné le passage dans la grotte, et qui perdait sa chaleur en se versant dans le lac. Le bouillonnement n'était autre chose que le gaz acide carbonique qui se dégageait de cette source. Pour le constater, il remplit d'eau une éprouvette, et la plaça, renversée, au-dessus d'un endroit bouillonnant. L'eau fut peu à peu chassée par le gaz, qui prit sa place. Il plongea dans l'éprouvette une bougie allumée ; elle s'éteignit. Il chargea de nouveau l'éprouvette, et y versa de l'eau de chaux : cette eau blanchit.

Il est permis de conclure de ces diverses observations qu'une source d'eau thermale gazeuse passe au-dessous de la grotte du Chien, et qu'elle laisse échapper, à travers les porosités du sol, le gaz acide carbonique qui se renouvelle sans cesse, comme le courant qui l'alimente.

Près du volcan de *Gerolstein*, on trouve une caverne qui donne issue à un courant gazeux plus remarquable encore. Le gaz ne paraît pas différer notablement de l'air atmosphérique, car on le respire sans éprouver aucun embarras. Sa vitesse est

assez grande, et même hors de la caverne on sent l'impression du vent qui en sort. Il est froid et humide, et pendant tout l'été il dépose sur les parois de la grotte une couche de glace fort épaisse qui en tapisse toutes les parties, et produit des effets d'une transparence et d'un éclat merveilleux.

Pendant l'hiver, le vent souterrain s'arrête et la glace cesse de se déposer.

M. Reynaud pense que la température si froide de ce courant d'air, à l'instant où il s'échappe du sein de la terre, est le résultat de l'expansion subite qu'il éprouve, et indique par conséquent un état de compression intérieure. Ce phénomène (analogue à celui qui se passe dans la machine Schemnitz) de la présence dans l'intérieur de la terre d'un réservoir considérable d'air comprimé, est un fait digne d'attention et qui pourrait peut-être se rapporter à quelques cas particuliers des puits artésiens. La suspension du courant, pendant la saison froide, tendrait même à faire croire que ce soufflet naturel est tout à fait analogue à une trompe hydraulique. Des courants d'eau naturels venant à tomber dans les cavernes intérieures, qui doivent être nombreuses dans ce pays bouleversé par les volcans, entraînent dans leur chute de l'air atmosphérique qui se dégage dans les réservoirs souterrains, avec une compression proportionnelle à la profondeur.

Une source atmosphérique fort curieuse existe dans les bois qui entourent le lac Laacher, et rappelle, quoique sur une échelle plus petite, la grotte du Chien. C'est un dégagement souterrain d'acide carbonique qui se fait jour silencieusement à travers le sol, et vient aboutir dans une espèce de fosse de près d'un mètre de profondeur, pratiquée dans une terre végétale au milieu des broussailles. Lorsque l'air est calme, la cavité se remplit presque uniquement d'acide carbonique, et il en résulte une asphyxie assez prompte pour les êtres qui viennent y respirer. Le fond du trou est couvert de débris ; les insectes et surtout les fourmis y arrivent en grand nombre pour chercher leur nourriture ; mais, privés d'air, ils y demeurent la plupart, et les oiseaux, à leur tour, apercevant l'appât trompeur, volent vers le piège, et y sont pris. Les bû-

cherons, qui sont au courant de cette manœuvre, visitent régulièrement la grotte atmosphérique de Laacher, et tirent profit de cette chasse dont la nature seule fait tous les frais.

On rapporte à l'asphyxie produite par des gaz non respirables, celle qui est due au défaut de renouvellement d'air atmosphérique. On l'a observée chez des prisonniers enfermés, en grand nombre, dans un cachot où deux petites ouvertures ne laissaient entrer qu'une quantité insuffisante d'air. Plusieurs de ces malheureux succombèrent en peu d'heures, ceux qui survécurent présentaient, en sortant de ce lieu, l'aspect de véritables cadavres.

Parmi les *gaz nuisibles*, les uns produisent l'asphyxie en provoquant la toux et un spasme nerveux des voies aériennes, ce sont les *gaz irritants*; les autres ont une action plus rapide, ce sont les *gaz délétères*: l'*acide sulfureux*, l'*ammoniaque*, le *chlore* font partie des premiers, et les expériences faites sur les animaux ont prouvé que, respirés seuls, ils peuvent produire l'asphyxie en quelques minutes.

Asphyxie par les gaz délétères. Ces gaz n'agissent pas seulement en enlevant aux organes de la respiration le principe essentiellement respirable; leur influence paraît s'exercer par voie d'absorption, et ils produisent moins l'asphyxie qu'un véritable empoisonnement. On n'a bien observé jusqu'ici que les accidents déterminés par l'oxyde de carbone, l'hydrogène carboné, l'hydrogène sulfuré, l'hydrosulfure d'ammoniaque et le gaz nitreux.

L'asphyxie produite par le gaz oxyde de carbone est un événement assez fréquent dans les endroits où l'on brûle le charbon et où l'air ne pénètre qu'en petite quantité. Ce gaz se dégage ordinairement en même temps que l'hydrogène carboné. Les personnes qui s'exposent à leur action éprouvent en général un violent mal de tête, un resserrement à la région des tempes, des vertiges, des palpitations, des bourdonnements d'oreille, des nausées; la respiration devient de plus en plus difficile; la vue se trouble et se perd; les forces manquent et la chute devient inévitable.

Les cadavres de ceux qui succombent à ces symptômes con-

servent longtemps leur chaleur ; parfois même, elle dépasse la température ordinaire du corps ; le système veineux est gorgé de sang, le système artériel n'en contient qu'une petite quantité noir et coulant ; les vaisseaux du cerveau et du poumon en sont surtout injectés ; le visage est gonflé, rouge, violacé.

Si l'on plonge un animal dans l'*hydrogène sulfuré* pur, il périt dès les premières inspirations ; si ce gaz est mêlé à une certaine quantité d'air respirable, il s'agite quelque temps, chancelle et tombe.

Les ouvriers employés aux vidanges sont fréquemment exposés à l'asphyxie par ce gaz, qui s'échappe des fosses d'aisances, mêlé communément à l'*hydrosulfure d'ammoniaque*. Ces vapeurs, connues sous le nom de *méphitisme* ou de *plomb*, ne produisent pas les mêmes effets sur tous les individus ; tantôt ceux-ci n'éprouvent qu'une sorte de stupeur, de l'assoupissement ; tantôt ils ressentent, au contraire, une agitation plus grande, une vivacité inaccoutumée ; quelquefois même des mouvements convulsifs, des douleurs vives à l'épigastre, dans les membres ; une accélération marquée de la respiration, et bientôt la suspension des phénomènes vitaux succèdent à ces premiers symptômes. Quelquefois des ouvriers sont tombés morts à l'instant même ; quelquefois aussi, retirés des fosses d'aisances, ils ont communiqué les symptômes qu'ils éprouvaient à ceux qui s'approchaient d'eux.

Il résulte d'observations nombreuses, qu'avant la mort ou avant que l'asphyxié reprenne connaissance, la circulation et la respiration se rétablissent ; le pouls est précipité, inégal ; les mouvements respiratoires difficiles et accompagnés de plaintes ; une écume blanche et sanguinolente découle de la bouche ; le corps est agité de convulsions partielles ou générales ; la face est pâle, livide, le malade pousse des cris, et cet état se prolonge quelquefois pendant vingt-quatre heures. Chez ceux qui périssent, le cadavre se putréfie rapidement, presque tous les organes offrent une teinte verdâtre et répandent une odeur fétide ; le sang est ordinairement noir ; les bronches, les fosses nasales sont enduites d'un mucus visqueux et brunâtre ; enfin les muscles ne se contractent plus

sous l'action galvanique. Ceux qui échappent aux effrayants symptômes de cette asphyxie en ressentent longtemps les effets. Il faut rapporter à cette espèce l'asphyxie que produisent les émanations des cimetières, des fumiers et de tous les endroits où se trouvent des matières animales en putréfaction.

Quelle que soit au reste la cause de l'asphyxie, elle n'agit pas de la même manière sur tous les animaux : chez l'homme on observe aussi de grandes différences, en raison des dispositions individuelles, de l'âge, etc. Comme loi générale, on peut cependant établir que plus un animal consomme d'air dans un temps donné, plus sa mort sera rapide lorsqu'il en sera privé, ou lorsque la pureté de cet air sera notablement altérée. Ainsi les oiseaux sont de tous les êtres ceux qui consomment la plus grande quantité d'air atmosphérique, et ceux qui, par conséquent, périssent le plus promptement, lorsque ce fluide leur est enlevé. Les mammifères ont également une respiration très-active, et nous avons vu, plus haut, qu'on a calculé que la somme d'air que consomme la respiration d'un homme s'élevait, environ, à deux mille sept cent cinquante décimètres cubes ou litres, par jour.

Chaleur animale.

Tandis que les corps inorganiques sont, constamment, en équilibre de température avec le milieu qui les entoure, les animaux et les végétaux possèdent une température propre qui les maintient au-dessus du milieu ambiant.

La matière non organisée ne peut acquérir l'organisation et passer de l'état d'inertie à celui de vie, sans qu'elle soit pénétrée d'une certaine substance ; cette substance est probablement le feu, la chaleur, à laquelle avaient déjà pensé la plupart des philosophes de l'antiquité, ainsi que l'établissent tant de fables, tant d'écrits, l'allégorie du flambeau de Prométhée, etc. Sans la chaleur, pas de développement de germe, sans la chaleur pas de vie.

La formation de l'embryon n'est peut-être qu'une sorte de cristallisation qu'on peut appeler animale ; ajoutez à cela que

le calorique est absolument nécessaire à la fécondation des germes, pour fixer, dans leurs sucs l'oxygène qui doit les concréter. La poule, dans l'incubation, fournit-elle, en effet, autre chose que de la chaleur, comme le prouve l'incubation artificielle?..... Sans chercher à comparer rigoureusement les phénomènes de l'oxygénation du sang avec les effets qui se manifestent par l'action de ce gaz sur les corps inorganiques, il est permis de présumer que, si l'oxygène est éminemment propre à développer la chaleur dans tous les corps, il doit être un des principes qui la font naître et l'entretiennent dans l'homme et dans les animaux.

On admet, aujourd'hui, que la cause de la chaleur animale est la combustion de l'hydrogène et du carbone du sang veineux par l'oxygène de l'air inspiré. Cela ne veut pas dire que le poumon soit un foyer constamment embrasé : le fait seul de sa température, qui n'est pas sensiblement plus élevée que celle des autres organes, se refuse à l'admission d'une opinion semblable.

La faculté de produire de la chaleur est commune à tous les animaux ; mais la plupart de ces êtres développent si peu de calorique, qu'il ne peut être apprécié par nos thermomètres ordinaires ; tandis que, chez d'autres, la production de la chaleur est si grande, qu'on n'a même pas besoin d'instruments de physique pour en constater l'existence.

Cette différence énorme dans la faculté de produire de la chaleur occasionne des différences correspondantes dans la température des divers animaux. Un thermomètre placé dans le corps d'un chien ou d'un oiseau, par exemple, s'élèvera toujours à 36° ou 40° (centigrades), tandis que dans le corps d'une grenouille ou d'un poisson il indiquera une température à peu près égale à celle de l'atmosphère, au moment de l'expérience.

La température du corps de l'homme est de 36° centigrades (ou 29 du thermomètre de Réaumur), soit en Sibérie, où le froid atteint jusqu'à - 70°, soit en Nigritie, où la chaleur s'élève jusqu'à + 40°, et, d'après quelques observations récentes, à 112°, et même à 125°.

Nous disons que l'homme peut supporter de très-grands froids et de très-grandes chaleurs. Nous le trouvons près des régions polaires et sous les tropiques brûlants, sur les plus hautes montagnes et dans les profondes vallées, près des bords de la mer et dans les sables du désert. Le froid et le chaud, la sécheresse et l'humidité, toutes les variations atmosphériques lui sont presque indifférentes.

La faculté que possède l'espèce humaine de supporter le froid a été démontrée par les voyages qui ont été entrepris, dans ces derniers temps, aux régions arctiques. Tandis que le mercure du thermomètre se congelait, que les animaux qui n'étaient pas destinés à vivre dans ces climats glacés succombaient à la rigueur du froid, des voyageurs entreprenants, tels que Parry, Franklin, Gaymard et autres, ont enduré toutes les rigueurs d'un hiver plus rude qu'en Sibérie. Dans un climat où l'eau-de-vie se gèle dans l'intérieur des cabanes, l'Indien du Canada et l'Esquimau vont sans danger à la chasse, et l'Européen peut, en entretenant la circulation du sang par l'exercice, endurer le même froid. Les Danois ont vécu à 72° de latitude nord au Groënland, les Hollandais, sous Heemskirk, ont passé l'hiver à la Nouvelle-Zemble à 76° de latitude nord, et le docteur Ackin parle de trois Russes qui ont vécu six à sept ans au Spitzberg, entre 70° et 78° de latitude nord.

D'un autre côté, l'homme peut aussi résister à des chaleurs excessives. Malgré l'assertion de Boerhaave que la température de 35° à 49° au-dessus de 0 est fatale à notre espèce, la température moyenne de Sierra-Leone est cependant de 28° centigrades, et, à quelque distance de la côte, le thermomètre s'élève à 38° et même à 39° et 40° à l'ombre. Adanson dit qu'à l'ombre, au Sénégal, le thermomètre marque 42° 1/2 à 17° de latitude nord. Blagden a supporté, pendant sept minutes, une température de 93°; Berger, pendant huit minutes, celle de 109°; Tillet, pendant dix minutes, celle de 112°.

L'appareil de la calorification est un point sur lequel les physiologistes sont fort divisés.

Les uns n'admettent pas d'appareil : tel est Chaussier, qui

admet sous le nom de *caloricité* une propriété vitale primitive en vertu de laquelle les êtres vivants dégagent leur calorique.

D'autres admettent un appareil distinct ; il serait, suivant les uns, local et unique : le cœur, les poumons, le système nerveux et surtout la moelle épinière.

Suivant les autres, il serait multiple : ainsi le calorique serait dégagé, dans tout le cours de la circulation, par quelque cause mécanique, telle que le frottement, ou dans le parenchyme de chacun des organes, sous l'influence du sang artériel et du système nerveux.

Aujourd'hui l'on reconnaît que la calorification est, en général, en raison directe de l'intensité de la respiration, et elle est assimilée à une combustion, suite du travail nutritif et résultant de l'action du sang artériel sur les tissus vivants. Cette théorie se démontre dans la série des êtres : ainsi les animaux à sang froid respirent très-incomplètement, et les oiseaux qui sont, de tous les animaux à sang chaud, ceux qui développent le plus de chaleur, jouissent d'une respiration double. Les divers âges de l'homme apportent des preuves à l'appui de cette théorie : ainsi l'enfant nouveau-né et le vieillard ont une température bien plus basse que le jeune homme, et il n'est pas jusqu'à la différence de température des diverses parties du corps qui ne vienne confirmer cette explication. La chaleur est, en effet, plus intense dans les parties vasculaires, et moins élevée dans les organes éloignés du centre, tels que les pieds et les mains où la différence est, quelquefois, de 4 à 5 et même 6 degrés. Ces appréciations délicates, dues aux recherches de MM. Becquerel et Breschet, ont été faites à l'aide de l'appareil thermo-électrique qui donne la température des tissus par l'intensité du courant déterminée par la différence de température des soudures des couples.

Parmi les théories proposées pour rendre compte de la production de la chaleur dans l'acte respiratoire, celle de Lavoisier et de Séguin a, longtemps, tenu le premier rang. Suivant eux, la chaleur provient de la combustion de l'hydrogène et du carbone du sang veineux par l'oxygène de l'air inspiré.

Mais comme cette théorie ne rend pas compte de toute la chaleur dégagée, on admet que les transformations et les assimilations de substances qui ont lieu dans les organes dégagent de la chaleur, puisqu'elles sont le produit de réactions chimiques qui se passent dans l'économie.

Les causes de refroidissement ou d'abaissement de la température sont : 1° le rayonnement (dont les vêtements sont destinés à ralentir les effets) ; 2° le contact permanent et le renouvellement des couches d'air qui entourent le corps ; 3° la soustraction de calorique produite, dans les poumons, par l'air frais qui y est introduit ; 4° la transpiration pulmonaire ; 5° la transpiration et l'évaporation cutanées, signalées, pour la première fois, par Franklin, qui comparait le corps à un alcarazas. Cette dernière cause est la plus efficace de toutes ; on comprend, en effet, que l'eau, pour se transformer en vapeur, enlève du calorique à tout ce qui l'environne et, par conséquent, refroidit le corps à mesure que la chaleur extérieure l'échauffe.

Après avoir établi les causes de la chaleur animale et celles du refroidissement, cherchons à expliquer la possibilité d'une température à peu près fixe.

Supposons un homme plongé dans une atmosphère de 10° au-dessous de 0 ; toute la surface de sa peau se refroidira ; la transpiration cutanée sera réduite au minimum et, dès lors, la production intérieure de la chaleur ne sera plus nécessaire que pour réparer les pertes produites par le rayonnement et par la conductibilité.

Si, au contraire, cet homme est plongé dans une atmosphère de 50° au-dessus de 0, la peau s'échauffera, la transpiration cutanée et l'évaporation deviendront intenses et, dans les deux cas, l'équilibre se rétablira. Mais si le sujet est plongé dans un bain très-chaud, l'évaporation ne pourra plus avoir lieu, et la mort pourra survenir.

Animaux à sang chaud et à sang froid.

On donne le nom d'*animaux à sang froid* à ceux qui ne produisent pas assez de chaleur pour avoir une température propre et qui soit indépendante des variations atmosphériques.

On appelle *animaux à sang chaud* ceux qui conservent une température à peu près constante, au milieu des variations ordinaires de chaleur et de froid auxquelles ils sont exposés, et qui présentent, même ordinairement, un excès sensible de chaleur sur les corps environnants. Nous avons vu que les oiseaux et les mammifères sont les seuls êtres qui appartiennent à cette dernière catégorie ; tous les autres animaux sont des animaux à sang froid.

La température des animaux à *sang froid* est, en général, de beaucoup inférieure à celle des *mammifères* et des *oiseaux*. Leur chaleur suit ordinairement les variations de la température extérieure et n'en diffère que de deux ou trois degrés. Cependant les abeilles et les hannetons offrent des exceptions : la température des abeilles, si l'on en juge par celle des ruches, s'élève, en été, à 35° centigrades, et monte quelquefois à 40. Un thermomètre placé dans un boisseau de hannetons s'est élevé à 10° au-dessus de la température extérieure. Les reptiles en incubation élèvent, de 5 à 10 degrés, la température qui les environne ; mais, dans tous ces cas particuliers, on suppose, avec raison, que l'espace limité où se produisent ces phénomènes, s'échauffe par le rayonnement.

MM. Prévost et Dumas ont recherché quelle était la proportion des globules, de l'albumine et de l'eau dans des animaux de températures différentes, et ils ont constaté :

1° Que les *oiseaux*, dont la température est plus élevée que celle des animaux des autres classes, sont aussi les animaux dont le sang est le plus riche en globules ;

2° Que les *mammifères* sont, après les *oiseaux*, les animaux dont le sang est le plus riche en globules. Il semble même résulter de leurs expériences que le sang des carnivores contient plus de globules que celui des herbivores.

3° Que le sang des animaux appartenant à la classe des *mammifères* et des *oiseaux* conserve, dans toutes les vicissitudes des saisons, sa température, hors les cas d'un froid extrême, incompatible avec la vie ; mais cette température est sujette à une variation régulière que M. Chossat a nommée *diurne*. Elle consiste dans un mouvement périodique et quotidien de la chaleur, au moyen duquel elle s'abaisse pendant la nuit et se relève ensuite pendant le jour, ce qui explique pourquoi, durant le sommeil, nous avons besoin d'enveloppes plus chaudes que celles qui nous suffisent dans l'état de veille.

Un petit nombre d'espèces, parmi les *mammifères*, susceptibles de s'engourdir par une basse température, subissent un refroidissement considérable. Ce phénomène, qui a reçu le nom d'*hibernation*, a été bien souvent l'objet des recherches et des expériences des naturalistes. On a, tour à tour, cherché la solution de ce problème intéressant dans des explications physiologiques et chimiques empruntées soit à la nature de l'animal, soit à l'état de l'atmosphère dans laquelle il est plongé.

D'après la théorie de Spallanzani, connue dès 1789, l'hibernation serait produite par un accroissement très-sensible dans la rigidité de la fibre musculaire et, par conséquent, par la diminution de l'irritabilité.

Selon les remarques de Saissy, de Prunelle et de Mangili, publiées en 1807 et 1808, il suffirait que la température atmosphérique s'approchât de 0, et que l'animal fût placé de manière à n'éprouver l'action d'aucun courant d'air, ni même l'action de la lumière, pour que le phénomène eût lieu. L'animal qui doit subir l'hibernation ferme son terrier, se contracte, se tient pelotonné, immobile, roide et les yeux fermés. Les fonctions les plus importantes de la vie se suspendent ; la respiration, considérablement ralentie, est à peine perceptible ; le sang quitte les extrémités pour engorger les vaisseaux de l'abdomen. Il y a abstinence de toute espèce de nutrition et cessation complète de toute sécrétion. La sensibilité et l'irritabilité sont tellement suspendues, que l'on peut agiter l'animal, le rouler, le disséquer même, sans le

tirer de sa torpeur, qui rappelle tout à fait l'état d'anesthésie produit par l'inspiration de l'éther ou du chloroforme.

Ces circonstances tiennent au peu d'étendue et de développement de l'appareil respiratoire, à la grande capacité du cœur, des artères et des veines, à la température très-basse du sang, à la qualité de la bile et celle de la peau, qui est très-dense et très-épaisse. Ainsi, d'après ces auteurs, le froid commence à décider de cette sorte d'asphyxie incomplète, et l'organisation l'achève; l'animal meurt si le froid est trop violent; il se réveille, au retour du printemps, pourvu que le mercure monte plus haut que 5 à 7° centigrades au-dessus de 0.

Berger, de Genève, a publié, dans l'année 1828, de curieuses *Expériences et remarques sur quelques animaux qui s'engourdissent pendant la saison froide*, tels que le léro, le muscardin, la marmotte et le limaçon des vignes. « Le but de l'hibernation, dit ce savant physiologiste, doit être attribué à la privation temporaire, dans l'état de nature, de la nourriture la mieux appropriée à l'entretien de la vie active des animaux sujets à cette torpeur, et révèle des *causes finales* qui les maîtrisent et les conduisent irrésistiblement à un profond assoupissement. » Malheureusement cette explication a contre elle les observations qui établissent que les animaux hibernants s'engourdissent à côté des aliments, et qu'ils se vident à l'aide d'un jeûne rigoureux.

Les animaux à sang froid sont en partie sujets au sommeil d'hiver. Franklin parle de plusieurs poissons qui, étendus sur la glace, s'engourdissent presque instantanément, mais reviennent à la vie au bout de quelques heures ou de quelques jours. Cependant on a plus d'une fois observé que les poissons se maintiennent vivants dans la glace, et que l'eau ne gèle point autour d'eux. Quant aux reptiles, non-seulement ils éprouvent le sommeil d'hiver, avant l'invasion duquel ils se cachent dans des trous, mais encore ils s'engourdissent pendant l'été dans les climats chauds. Durant la saison sèche, ils se couchent et tombent dans un état analogue au sommeil d'hiver, d'où ils sortent à l'apparition de la saison pluvieuse.

En résumé, le problème de l'hibernation n'est pas encore résolu ; et les recherches intéressantes provoquées, il y a quelques années, par l'Académie des sciences, n'ont pas encore dégagé de l'obscurité qui les enveloppe les causes qui concourent à l'existence du sommeil léthargique.

SÉCRÉTIONS ET EXHALATIONS. GLANDES, PEAU, MEMBRANES MUQUEUSES ET SÉREUSES. — ASSIMILATION. — RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES NUTRITIFS.

Sécrétions et exhalations.

Ce sont des fonctions qui consistent dans la préparation d'un fluide particulier, formé aux dépens du sang par des organes appelés *glandes*, et versé par leurs canaux excréteurs à l'extérieur du corps ou dans les cavités, à la surface des membranes qui les tapissent : on les divise en *sécrétions folliculaires* et en *sécrétions glandulaires*.

Les *sécrétions folliculaires* ont pour organes de petites glandes appelées *follicules*, placées dans le tissu des membranes muqueuses ou de la peau. Les premières forment les mucosités dont une partie est exhalée ; les deuxièmes préparent une matière albumineuse et grasse nommée *sébacée*, dont la couleur et la saveur varient, et qui est destinée à divers usages.

Les *sécrétions glandulaires* sont de plusieurs natures ; nous les avons déjà indiquées sommairement, mais nous y revenons afin d'embrasser d'un coup d'œil les fonctions sécrétoires.

1^o *Sécrétion des larmes*. Les larmes formées par la glande lacrymale sont un fluide limpide, incolore, d'une saveur légèrement salée, destiné à protéger le globe de l'œil du contact de l'air et des substances irritantes qui y sont suspendues, et à favoriser le glissement des paupières (pl. VIII, fig. 4).

2^o *Sécrétion de la salive*. Les organes de cette sécrétion sont les glandes parotides, sous-maxillaires et sublinguales. La salive qu'elles préparent est un fluide visqueux, inodore et incolore, d'une saveur douce, versé par la bouche, où il sert à dissoudre les principes féculents et à émulsionner les matières grasses des aliments.

3° *Sécrétion du suc pancréatique.* Le suc pancréatique est un fluide abondant, légèrement jaunâtre, d'une saveur salée, sécrété par le pancréas, d'où il passe par le canal excréteur, dans le duodenum, se mêle au chyme, où il prend part, aussi, à l'émulsion des corps gras et neutralise l'acidité du chyme, *v, b* (pl. I, lambeau).

4° *Sécrétion de la bile.* La bile est un liquide vert, visqueux, filant, d'une saveur âcre, préparé dans le parenchyme du foie, versé par le conduit hépatique dans la vésicule du fiel, où il s'accumule; porté ensuite par le conduit cholédoque dans le duodenum, où il contribue à transformer l'aliment en chyle et en matière fécale, *v, b* (pl. I, lambeau).

5° *Sécrétion de l'urine.* Les organes de cette fonction sont : les reins, les uretères, la vessie et l'urètre. L'urine, liquide très-abondant, d'une couleur jaunâtre plus ou moins foncée, d'une odeur particulière et pénétrante, paraît formée dans la substance corticale des reins *r* (pl. II, lambeau, et figure de la page 87); elle est ensuite filtrée, coule lentement, et s'engage peu à peu dans l'urètre, et descend dans la vessie *v*, où elle s'accumule par un suintement continu.

L'*exhalation* consiste dans la séparation d'un ou plusieurs matériaux du sang diversement combinés qui s'échappent des organes, dans la circulation, et sont versés au dehors, ou sont déposés dans la cavité ou dans le tissu des organes. Les gaz dissous dans le sang s'en dégagent souvent aussi par les parois des vaisseaux qui sont perméables aux liquides. Les *exhalations* sont divisées en exhalations *extérieures* et *intérieures*.

Les exhalations *extérieures* se divisent en cutanées et muqueuses.

L'*exhalation cutanée* se fait par les ouvertures dont l'épiderme est percé, et fournit tantôt un liquide peu abondant non perceptible à la vue ni au toucher, qui se dissout dans l'air, à mesure qu'il est formé, ce qui constitue la *transpiration insensible*, et tantôt une plus grande quantité du même liquide, qui se rassemble en gouttelettes à la surface de la peau, et porte le nom de *sueur*. La quantité de *transpiration insensible*, a compris la transpiration pulmonaire, varie depuis neuf cents

grammes jusqu'à trois kilogrammes en vingt-quatre heures ; elle varie suivant l'heure de la journée, les repas, etc. ; elle entretient la souplesse de l'épiderme, favorise le tact et contribue au refroidissement du corps.

L'*exhalation muqueuse* a lieu dans toute l'étendue des membranes muqueuses, et concourt, avec les follicules, à donner le *mucus*, dont les propriétés offrent des différences, suivant les organes. Ce liquide forme une couche plus ou moins épaisse à leur surface, favorise leurs fonctions, et les protège contre l'action des substances étrangères avec lesquelles ils sont en contact. Nous avons vu que la membrane muqueuse de l'estomac exhale, en outre, le *suc gastrique* nécessaire à la digestion. La muqueuse des tuyaux bronchiques exhale le fluide de la transpiration pulmonaire formé par la sérosité du sang noir, et dont la quantité moyenne est de trente-cinq centigrammes en une minute.

Les exhalations *intérieures* sont de plusieurs sortes :

1° *Exhalation séreuse*. Elle fournit, dans la cavité des membranes séreuses, un fluide ténu, qui entretient leur poli et favorise leur glissement.

3° *Exhalation cellulaire*. Elle donne deux fluides : l'un, destiné à favoriser le glissement des lamelles et des filaments dont se compose le tissu cellulaire, s'appelle *sérosité* ; l'autre, beaucoup plus consistant, opaque, onctueux, ayant plusieurs usages, est la *graisse*.

4° *Exhalation synoviale*. Les membranes synoviales exhalent dans leur cavité un fluide visqueux, filant, onctueux, appelé synovie, qui sert à conserver le poli des surfaces articulaires, et à faciliter leur frottement.

3° *Exhalation médullaire*. La moelle est exhalée dans la cavité des os.

Assimilation.

L'*assimilation* est un mouvement insensible qui s'exerce dans tous les organes, et a pour but leur accroissement et leur conservation. Des molécules de la même nature que leur tissu sont sans cesse déposées dans leur intérieur, où elles prennent

la place des molécules enlevées par l'absorption ; de là un renouvellement continu, dont la rapidité varie suivant les systèmes d'organes, et dont les mouvements de décomposition sont en rapport avec les divers âges, ce qui explique les périodes d'accroissement et de décroissement du corps, suivant la quantité d'azote que contiennent les aliments propres à la nutrition.

Diverses circonstances peuvent modifier la marche du travail d'assimilation, l'activer, la ralentir, ou en changer la direction. C'est de la sorte que, dans certaines maladies, on voit la nutrition s'arrêter presque entièrement et que, dans d'autres, certains tissus changent de nature. Ce travail ne se fait pas avec la même rapidité dans toutes les parties du corps ; des changements de forme y suivent souvent les progrès de l'âge ; car ces changements dépendent principalement de ce que certaines parties croissent plus rapidement que d'autres. Ainsi, depuis le moment de la naissance jusqu'à l'âge adulte, les membres du corps de l'homme grandissent plus vite que le tronc.

Dans l'état actuel des sciences, on ignore également le mécanisme de la *composition* et de la *décomposition* nutritive, ainsi que les phénomènes des *sécrétions*.

Le sang contient-il les éléments tout formés des différents fluides qui seront sécrétés par leur passage à travers une glande ? Il paraît que oui, d'après les expériences de MM. Prevost et Dumas. Après avoir enlevé les reins, les glandes mammaires ou le foie, ces savants ont retrouvé, dans le sang, de l'urée, du lait et différents principes de la bile. Les auteurs ont admis, pour expliquer ce fait, tantôt des théories physiques (filtration, transsudation, précipitation), tantôt des théories chimiques. Berzelius la rapporte à une force électrique ou galvanique ; M. Dutrochet admet que les phénomènes d'*endosmose* et d'*exosmose* jouent ici un grand rôle.

Résumé des phénomènes de nutrition.

Nous avons étudié, jusqu'ici, les organes et les fonctions de la *nutrition*, depuis la digestion qui forme le fluide réparateur, jusqu'aux sécrétions qui extraient les matériaux pour les faire servir, de nouveau, ou les rejettent comme inutiles. Là doivent s'arrêter les explications de la physiologie; car rien ne peut nous faire saisir le mouvement moléculaire qui a lieu dans la profondeur de nos organes et qui mêle le fluide nutritif à leur structure, pour en renouveler les parties usées ou vieilles.

La faculté qu'ont les animaux d'introduire dans l'intérieur de leur corps des substances étrangères qui leur servent d'aliments, et d'incorporer continuellement à leurs organes des matières puisées au dehors, explique l'accroissement de volume si remarquable chez eux, pendant les premiers temps de leur existence. Un enfant, en naissant, pèse environ 3 kilogrammes; vingt-cinq ans après, lorsqu'il est parvenu à l'âge adulte, son poids dépasse 50 kilogrammes. A cette époque de sa vie, il a donc déjà puisé, dans des substances qui lui étaient d'abord étrangères, la majeure partie des matériaux dont ses organes se composent. D'un autre côté, l'amaigrissement, qui est l'effet de certaines maladies, montre que le corps vivant peut abandonner une portion de la matière dont il était formé, et rendre au monde extérieur une partie de sa propre substance.

Nous avons vu qu'une portion des matières ingérées est employée non pas à la nutrition des tissus vivants, mais à la production des humeurs sécrétées dans les différentes parties de l'économie; lorsque ces matières nutritives dépassent de beaucoup les besoins du moment, la nature en met une portion en réserve pour être employée plus tard; c'est là un des usages de la *graisse* qui, dans beaucoup de circonstances, se dépose en quantités considérables dans certaines parties du corps. Elle prédomine chez les individus faibles. Sa plus importante destination est, sans doute, de fournir aux besoins de

l'organisation dans les circonstances difficiles où nos organes sont empêchés de puiser au dehors des matériaux de nutrition. La graisse contribue aussi, à raison de la lenteur avec laquelle elle laisse passer le calorique, à conserver au corps la température qui lui est propre.

La *graisse* se dépose dans le tissu cellulaire et se compose essentiellement de deux matières particulières, l'*oléine* et la *stéarine*, dont l'une est liquide et l'autre solide à la température ordinaire. Les proportions relatives de ces deux substances varient beaucoup chez les différents animaux, et il en résulte des différences correspondantes dans la consistance de leur graisse. En général, les principaux usages de la graisse sont tout mécaniques, et elle sert, comme le ferait un coussin élastique, pour protéger les organes qu'elle entoure : c'est ce qui se voit dans l'orbite où l'œil repose sur une couche épaisse de graisse, à la plante des pieds où il s'en trouve aussi une quantité considérable, et à l'extrémité des doigts où, pour l'exercice du tact, elle sert de point d'appui à la peau.

La graisse ne se dépose pas avec la même facilité dans toutes les parties du corps; elle abonde surtout entre les feuillets du mésentère, autour des reins et sous la peau. Le repos exerce une grande influence sur sa formation; les très-jeunes enfants sont ordinairement très-gras, mais, lorsqu'ils commencent à faire beaucoup d'exercice, leur graisse se dissipe peu à peu, et, tant que l'accroissement du corps est rapide, il est rare qu'il s'en dépose des quantités considérables.

Pour que l'organisation animale puisse se renouveler, il faut qu'elle laisse échapper une partie des matériaux qui la composaient, et que l'usage de la vie a détériorés, car sans cela son volume croîtrait indéfiniment. De là deux actions bien distinctes dans la nutrition : le mouvement de composition et celui de décomposition.

Belchier a démontré, le premier, ces deux actions constantes de l'économie animale. En mangeant d'un cochon qui avait été nourri chez un teinturier, il remarqua que les os de cet animal étaient rouges; et, s'étant assuré qu'on l'avait

nourri d'aliments colorés de la même manière, il eut l'heureuse idée de se servir d'un moyen analogue pour rendre visibles les effets du travail nutritif. Il entreprit des expériences qui furent couronnées d'un plein succès et confirmèrent ses prévisions. En nourrissant les animaux avec de la garance, pendant un certain temps, il trouva que les os étaient teints en rouge par le dépôt de cette matière colorante dans l'épaisseur de leur substance. Lorsque, après avoir nourri ainsi un animal, il suspendit l'usage de la garance, il remarqua constamment que les os reprenaient leur teinte primitive, ce qui prouvait que la matière rouge qui avait dû se déposer dans la substance de ces organes ne s'y trouvait plus, et qu'elle en avait été nécessairement éliminée.

M. Flourens, reprenant de nos jours ces expériences, a établi d'une manière incontestable que les os croissent par couches superposées; qu'à mesure qu'il se forme de nouvelles couches à l'extérieur, des couches anciennes sont résorbées à l'intérieur; qu'en un mot, il y a dans le système osseux *mutation* continue de la matière. L'action de la garance semble, en effet, justifier complètement cette manière de voir, puisqu'il résulte, des expériences de M. Flourens sur des animaux soumis à des périodes alternatives de régime à la garance et de régime sans garance, que les couches osseuses colorées par cette matière sont d'abord extérieures, puis intermédiaires, quand de nouvelles couches se sont formées à l'extérieur, puis internes, quand celles qui étaient précédemment internes ont disparu, puisqu'elles finissent par disparaître à leur tour.

La mutation de la matière est donc une condition essentielle des tissus vivants, qui ne sont autre chose, au point de vue physiologique, que des espèces de foyers dans lesquels les substances mortes sont successivement portées pour :

- 1° S'y combiner entre elles de différentes manières ;
- 2° Y tenir une place et y exciter une action déterminée ;
- 3° S'en échapper un jour et rentrer sous les lois de la nature morte.

TROISIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION.

FONCTIONS DE RELATION ; ORGANES DU MOUVEMENT ; STRUCTURE ET FORMATION DES OS. — SQUELETTE. — ARTICULATIONS. — MUSCLES ; LEUR STRUCTURE ET LEUR MODE D'INSERTION.

Fonctions de relation.

Deux ordres d'appareils servent, chez les animaux, à l'exercice des fonctions de relation :

Les appareils des mouvements ;

Les appareils des sensations.

A l'aide des *mouvements*, l'animal peut se transporter d'une place à une autre, rechercher ce qui peut lui servir, et éviter ce qui peut lui nuire. Il doit cette faculté de translation à des organes charnus que l'on nomme muscles. Les muscles s'attachent sur la charpente solide du corps, ils en font mouvoir les différentes parties les unes sur les autres, et opèrent ainsi des mouvements de totalité. L'ensemble et les actions réciproques de ces organes actifs et passifs de la locomotion sont tellement merveilleux, qu'on a pu dire avec vérité, que la mécanique animale est la démonstration la plus brillante et la plus irrésistible de la puissance et de la sagesse du Créateur.

On appelle *sensation* toute impression faite sur nos organes, par les corps extérieurs ou par quelque modification intérieure de l'organisme et ressentie par l'âme. Les sensations ont pour but principal de fournir des signes à la pensée, ou de nous révéler les corps extérieurs.

De là deux espèces de sensations : les *sensations de la vie intellectuelle* et les *sensations de la vie nutritive*.

Pour qu'un animal reçoive une sensation quelconque d'un objet extérieur, il faut que l'impression soit transmise par les nerfs jusqu'au cerveau. Cet organe est, à la fois, l'instrument de la volonté et le siège principal de la faculté de sentir. Ce qui le prouve, c'est que si, par suite d'une blessure ou d'une forte compression, le cerveau ne peut plus remplir ses fonctions, l'animal devient insensible, cesse d'exécuter les mouvements volontaires et tombe dans un état qui ressemble à un sommeil profond.

Ainsi, c'est aux sensations que l'homme doit ses rapports volontaires avec le reste de la nature, c'est par leur intermédiaire qu'il a la conscience des changements qui s'opèrent en lui.

Organes du mouvement.

Les *mouvements* résultent du concours de deux organes distincts par leur nature : les *os* et les *muscles*. Pour que les mouvements puissent s'exécuter avec précision, il faut que les muscles soient attachés à des parties dures, soit intérieures, soit extérieures, lesquels servent de leviers et prennent des points d'appui les uns sur les autres. De là, cette division très-naturelle de l'appareil de la locomotion en deux groupes d'appareils : l'un composé des instruments passifs de cette fonction, et l'autre de ses organes actifs. Les os et leurs dépendances forment les premiers : les muscles et leurs annexes constituent les seconds.

Le *recto* et le *verso* de l'*écorché* représenté dans les planches V et VI donnent une idée nette des rapports du squelette avec les masses musculaires qui s'y attachent. Il est facile, en effet, d'y voir les plans successifs des muscles qui sont disposés autour du tronc ou qui constituent les membres.

Le côté gauche de la figure montre la couche superficielle des muscles du tronc et des membres : le côté droit en montre la couche plus profonde.

Quant au tronc, on a détaché la paroi antérieure de la poitrine et du ventre, pour montrer, en place, les organes contenus dans ces deux cavités, savoir : dans la poitrine, les poumons droit et gauche, le cœur et les vaisseaux qui en partent ou s'y rendent ; dans l'abdomen qui est séparé de la poitrine par le diaphragme, le foie, l'estomac, la vessie, les intestins recouverts par l'épiploon.

Structure et formation des os.

L'homme et tous les autres mammifères, ainsi que les oiseaux, les reptiles et les poissons, ont dans leur structure des parties solides et résistantes que l'on nomme des os. La réunion des os entre eux constitue le *squelette*, espèce de charpente qui donne au corps sa force, détermine en grande partie ses dimensions et ses formes, et sert à protéger les organes les plus importants à la vie.

Le *squelette* est le fondement sur lequel s'appuie l'édifice entier du corps de l'homme, et ses nombreuses pièces articulées les unes avec les autres forment : tantôt des soutiens aux membres pour la locomotion, tantôt des cavités protectrices pour les appareils de la sensibilité ou pour les organes des fonctions nutritives, en un mot, il fixe la position des parties et décide la forme de l'ensemble (pl. V).

On trouve un *squelette* chez presque tous les animaux ; mais il n'est point, dans tous, conformé de la même manière : chez les uns, comme chez les crustacés et les testacés, il est, en tout ou en partie, à l'extérieur ; chez les autres, comme dans les poissons, les reptiles, les oiseaux, les mammifères, il est à l'intérieur. Quelquefois il est cartilagineux : les raies et les squales nous en offrent un exemple ; quelquefois il est fibreux : c'est ce que nous voyons dans la plupart des insectes coléoptères ; le plus souvent il est osseux.

Lorsqu'on a préparé un *squelette* en réservant avec soin les ligaments véritables, il est appelé *naturel*, et on le distingue en *frais* et en *sec*. Lorsque, au contraire, les os sont joints entre eux par des liens étrangers à l'organisation, comme par des

fil d'argent, de laiton, de chanvre, par des cordes de boyau, etc., on le nomme *artificiel*.

Les os sont les parties les plus dures, les plus solides, les plus compactes et les plus résistantes du corps ; peu flexibles, non extensibles, ils peuvent se briser avec facilité. Ils sont formés d'une espèce de cartilage composé de gélatine (substance qui constitue la colle forte), et dont toutes les lamelles et toutes les fibres sont encroûtées d'une matière pierreuse composée de chaux unie à des acides particuliers (acide phosphorique, etc.). Lorsqu'on brûle les os, cette matière pierreuse reste seule et se réduit en poudre, au moindre frottement ; lorsqu'on les fait tremper dans de l'acide hydrochlorique, liqueur qui a la propriété de dissoudre cette matière pierreuse, on les réduit à l'état de cartilage.

Les os qui constituent les membres forment des colonnes brisées dont le nombre des pièces augmente à mesure qu'on s'éloigne du tronc. Une cavité intérieure occupe leur longueur, et, tout en diminuant leur pesanteur, n'ôte rien à leur solidité.

La substance des os longs n'est pas arrangée de la même manière dans toute leur étendue. A l'extérieur elle est très-dense, et, à cet état, elle porte le nom de substance compacte ; elle occupe toujours le milieu dans les os longs ; leur partie moyenne, étant la plus exposée, devait avoir le plus de solidité. L'épaisseur de cette substance compacte diminue beaucoup vers les extrémités des os, qui, pour offrir une solidité égale, devaient aussi être plus volumineuses que le corps. A l'aide de ces dispositions, les surfaces articulaires par lesquelles les os sont unis se trouvent, à ces mêmes extrémités, d'une étendue convenable à leurs usages. On conçoit, en effet, que si les os s'étaient touchés par de petites surfaces, leur mode d'union eût été extrêmement faible, ils n'auraient pu se prêter à des mouvements que d'une manière incertaine et mal assurée, et leur dérangement serait devenu aussi commun qu'il est rare.

D'un autre côté, le volume des extrémités articulaires sert à écarter les muscles du centre des mouvements ; cette dispo-

sition, qui empêche qu'ils n'aient une direction trop oblique, leur fournit le moyen de produire un plus grand effet.

Les os courts sont formés presque entièrement de substance spongieuse, ce qui diminue leur pesanteur en augmentant leur surface.

Les os plats forment les parois des cavités protectrices des organes intérieurs ; ils fournissent aussi aux muscles des points nombreux d'insertion.

Squelette. — Tronc.

Le squelette se divise en tronc et en membres. Le tronc est composé de la tête, de la colonne vertébrale, de la poitrine et des hanches.

La *colonne vertébrale*, ou épine du dos v, v', v'' (pl. VII, fig. 2), occupe la ligne médiane du tronc. C'est une tige osseuse, symétrique, creuse, flexible en tous sens. Étendue entre la tête et le bassin, elle forme un long levier, mobile sur lui-même, point d'appui commun et centre de mouvement de tout le squelette : elle se compose de petits os courts, ou *vertèbres*, superposés longitudinalement les uns sur les autres. Elle présente, dans toute sa longueur, un canal formé par un trou dont chaque vertèbre est percée (pl. VII, fig. 2 : soulevez le lambeau, et fig. 6).

La colonne vertébrale présente quatre courbures en sens opposés (*id.*, v, v', v'', s) qui correspondent au cou, au dos, aux lombes et au bassin. La statique apprend l'utilité de ces incurvations ; de deux colonnes élastiques, en effet, semblables pour la matière, le volume et l'étendue, mais dont l'une est droite et dont l'autre présente des inflexions en sens inverses, la seconde résiste plus que la première à une pression verticale, parce que le mouvement se trouve concentré dans chaque courbure. Ainsi, dans la figure 2 de la planche VII, si un choc se faisait sentir au point s , son action serait décomposée et par conséquent affaiblie dans les divers os des fragments de la colonne vertébrale indiqués en v, v' et v'' .

La colonne vertébrale a la forme d'un os long ; mais il s'en

faut bien qu'elle en présente les caractères. Destiné à recevoir et à transmettre aux extrémités inférieures le poids de tout le tronc, le long levier vertébral devait être extrêmement résistant, et d'une résistance progressivement croissante de haut en bas. Destiné à servir d'arc flexible, d'organe central de locomotion, il devait être doué d'une grande mobilité. Enfin, organe protecteur de la moelle épinière, il devait présenter une grande solidité. On voit que toutes ces conditions se trouvent remplies par un mécanisme fort ingénieux, par la division de ce levier en une multitude de petites colonnes dont chacune jouit d'un mouvement peu étendu ; en sorte que de la réunion de ces petits mouvements résulte un mouvement de totalité considérable. Ces petites colonnes osseuses sont séparées par de petits disques cartilagineux, ou rondelles, flexibles, élastiques, moyen d'union des vertèbres, en même temps que moyen de locomotion, car les mouvements sont mesurés par la mollesse et la flexibilité de ces corps intermédiaires.

Chose remarquable, cette division de la colonne vertébrale qui semble, au premier abord, être en raison inverse de la solidité, et n'avoir trait qu'à la locomotion, cette division même concourt puissamment à la solidité. En effet, si ce long levier de soixante et dix centimètres ne formait qu'un seul et même levier, qu'un seul cylindre, de même que le crâne ne forme qu'une boîte osseuse, la moelle épinière devrait remplir le canal vertébral, de même que le cerveau remplit le crâne : et alors que de fractures par les chocs les plus légers, et surtout que de compressions de la moelle épinière !

On a dit, peut-être avec un peu d'exagération, que la colonne vertébrale avec ses courbures était seize fois plus résistante qu'elle ne le serait si elle était droite. Si l'on détermine exactement le rayon de chaque courbure, en comparant le sinus de l'arc avec la longueur de l'arc ou de la corde, on arrive à ce résultat que les courbures sont toujours en raison directe les unes avec les autres, et qu'elles varient chez les divers individus beaucoup plus qu'on ne le croit communément.

Quoi qu'il en soit, indépendamment du plus de solidité, on

Os frontal.

Os pariétal.

Orbite.....

Temporal.

Mâchoire infér....

Vertèbr. cervic..

Clavicule.

Omoplate.....

Humérus.....

Côtes.

Vertèb. lombair..

Os iliaque.....

Os iliaque.

Cubitus.....

Radius.....

Os du carpe.....

Os du métacarpe.....

Phalanges.....

Fémur.....

Rotule.

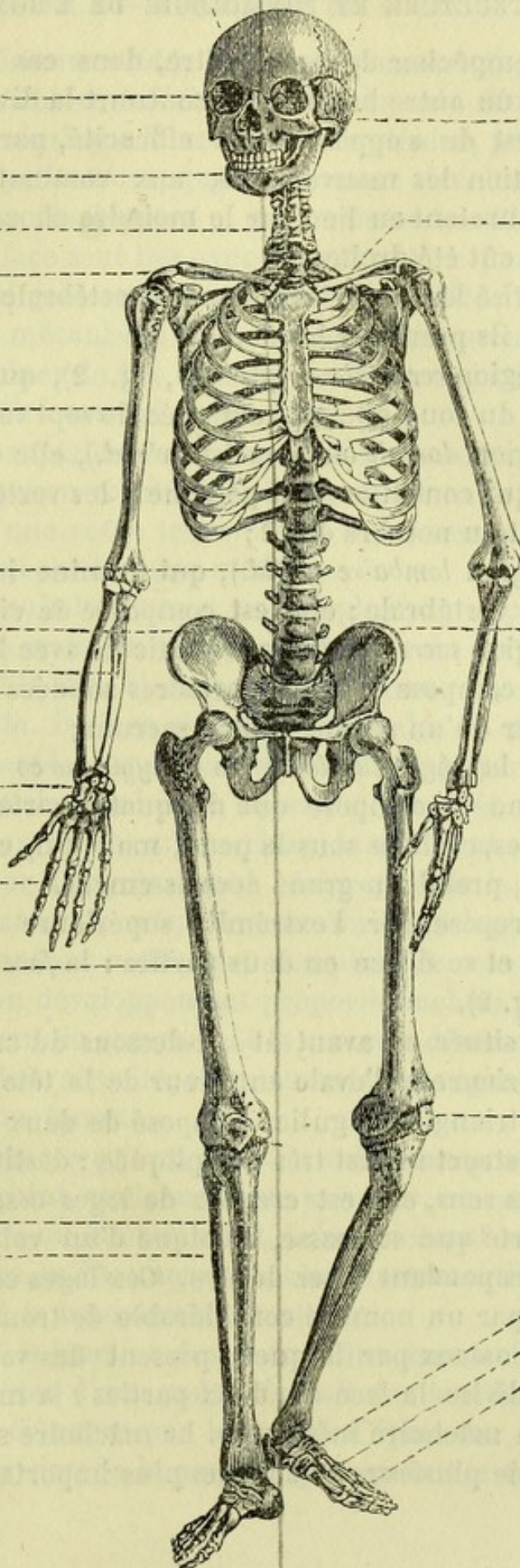
Tibia.....

Péroné.....

Tarse.

Métatarse.

Phalanges.



ne peut s'empêcher de reconnaître, dans ces inflexions alternatives, un autre but auquel concourt la division des vertèbres ; c'est de s'opposer avec efficacité, par cette même décomposition des mouvements, aux commotions du cerveau qui auraient eu lieu par le moindre choc, si la colonne vertébrale eût été droite.

On a divisé les os de la colonne vertébrale en cinq régions dont ils prennent les noms :

1° La région *cervicale* *v* (pl. VII, fig. 2), qui constitue la charpente du cou ; elle est composée de sept vertèbres ;

2° La région *dorsale* ou *thoracique* *v'* (*id.*), elle donne attache aux côtes qui constituent la poitrine ; les vertèbres de cette région sont au nombre de 12 ;

3° La région *lombaire* *v''* (*id.*), qui termine inférieurement la colonne vertébrale ; elle est composée de cinq vertèbres ;

4° La région *sacrée* *s* (*id.*), qui s'articule avec les os des hanches et se compose de cinq vertèbres soudées de façon à ne plus former qu'un seul os appelé sacrum ;

5° Enfin la région *caudale* ou *coccygienne* *co* (*id.*), qui chez l'homme ne se compose que de quatre vertèbres extrêmement petites, cachées sous la peau, mais qui, chez beaucoup d'animaux, prend un grand accroissement.

La *tête* repose sur l'extrémité supérieure de la colonne vertébrale et se divise en deux parties : la *face* et le *crâne* *f, c* (Pl. VII, fig. 2).

La *face*, située en avant et au-dessous du crâne, forme la moitié inférieure de l'ovale antérieur de la tête. Sa forme est celle d'un triangle irrégulier composé de deux moitiés symétriques. Sa structure est très-compiquée : destinée à loger les organes des sens, elle est creusée de loges osseuses juxtaposées, en sorte que sa masse, quoique d'un volume considérable, est cependant assez légère. Ces loges communiquent ensemble par un nombre considérable de trous, de fentes et de canaux osseux par lesquels passent des vaisseaux et des nerfs. On divise la face en deux parties : la mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure. La mâchoire supérieure est composée de plusieurs os dont les plus importants sont : l'os

maxillaire supérieur *m* (*id.*), l'os de la pommette, les os du nez, etc. La mâchoire inférieure est composée d'un seul os *m'* (*id.*); cet os, ainsi que le maxillaire supérieur, présente un bord creusé de petits trous, que l'on nomme alvéoles, dans lesquels les *dents* se développent et sont maintenues (Pl. VIII, *m*).

Les os de la face sont liés avec ceux du crâne par des prolongements qui jouissent d'une grande solidité. Pour bien comprendre le mécanisme de cette charpente osseuse, il convient de l'examiner de bas en haut, en faisant abstraction de la mâchoire inférieure qui en est isolée.

La mâchoire supérieure se compose inférieurement de l'arcade dentaire qui en constitue la base : les deux os susmaxillaires forment une voûte transversale et se servent réciproquement d'appui sur la ligne médiane.

Le crâne est une boîte, osseuse, ovoïde, plus large et plus élevée en arrière qu'en avant, enveloppe protectrice du cerveau et du cervelet *c* (pl. VII, fig. 2). Il se compose d'une base que surmonte une voûte. Dans sa structure générale, il offre un os central, le *sphénoïde*, sur lequel viennent s'appuyer, en arc-boutants, une série d'os larges, aplatis et incurvés, qui se rejoignent supérieurement en inscrivant la voûte, et sont maintenus réunis par l'engrènement réciproque de leurs bords.

On peut regarder le crâne comme une enveloppe osseuse du cerveau. Avant son ossification complète, le crâne éprouve un retrait ou un développement proportionnel au retrait ou au développement du cerveau. Si le cerveau diminue, le vide est rempli par de la sérosité; s'il augmente, cet organe éprouve une compression funeste.

Lorsque le crâne reçoit un choc ou subit une pression prolongée sur un point quelconque de sa voûte, au sommet, en avant, en arrière ou latéralement, le mouvement se propage dans tous les sens, se décompose dans les diverses articulations, et se transmet à la base de cette cavité.

On a comparé la jonction des os du crâne avec la disposition des diverses pièces d'une voûte. On sait que tout le secret de ces voûtes qui étonnent par leur peu d'épaisseur est, d'une part, dans la division de la poussée que produit le croisement

des arcs ; d'autre part, dans les arcs-boutants, qui, en empêchant l'écartement des parties les plus élevées de la construction, opposent une résistance efficace à leur pression et à leur pesanteur.

En examinant les sutures des os du crâne, on y retrouve les *arêtes* dont l'architecture tire un si grand parti dans l'établissement des voûtes à de très-grandes hauteurs. Dans nos églises, ces nervures en saillie s'appuient sur des *retombées*, qui portent elles-mêmes sur les points les plus résistants de la bâtisse ; c'est aussi dans les os les plus solides et les mieux articulés que se terminent les sutures crâniennes : telle est la suture coronale qui s'arrête à l'os sphénoïde ; telle est encore la suture occipitale que bornent, de chaque côté du crâne, les deux apophyses mastoïdes du temporal.

En examinant les dépendances du crâne, on est d'abord porté à penser que la résistance aurait dû être appliquée à la voûte sur laquelle agissent incessamment les corps extérieurs, tandis que la base est abritée par sa situation même. Mais le mécanisme de cette structure fait que c'est précisément à la base que sont transmis en définitive tous les chocs venus du dehors ; aussi est-ce là que se trouvent réunies toutes les conditions de résistance et de solidité.

La base du crâne est à l'abri des corps extérieurs : la face, la colonne vertébrale et les muscles nombreux de la région cervicale postérieure, ainsi que des parties molles très-importantes, la protègent efficacement : aussi est-ce à la base du crâne que répondent les parties les plus importantes du cerveau, celles dont la lésion serait immédiatement mortelle ; et c'est également par cette base que sortent tous les nerfs crâniens, les veines vertébrales, et que pénètrent les artères du même nom. De tous les animaux, l'homme est celui qui a le crâne le plus grand et la face la plus petite. Les proportions de la tête avec la taille varient avec l'âge : au deuxième mois de la vie embryonnaire, elle égale la moitié du corps ; au neuvième mois, le quart ; à trois ans, le cinquième ; à trente ans, le huitième.

La *poitrine* est une cavité osseuse et cartilagineuse, élastique

et mobile, qui occupe la moitié supérieure du tronc, et renferme les poumons, le cœur et les gros vaisseaux (pl. V, fig. 1, *lambeau*) ; cette cavité est formée par vingt-quatre os longs, déliés et courbés, qui, au nombre de douze de chaque côté, sont unis postérieurement aux douze vertèbres de la région dorsale *m* (pl. VII, fig. 2 : *soulevez le lambeau*), et s'élèvent transversalement en voûte pour s'articuler avec une pièce osseuse longue et plate appelée sternum. Ces vingt-quatre os, ainsi arqués et coudés en cerceaux, se nomment les côtes (page 155) ; ils forment une grande cavité conoïde, dont le sommet se continue avec le cou et dont la base est formée par le *diaphragme d* (pl. V, fig. 1, *lambeau*), muscle large, susceptible d'une grande résistance qui forme, du côté du bas-ventre, une voûte elliptique dont la convexité regarde l'intérieur de la poitrine. Nous avons dit ailleurs (p. 113) que l'effet de la contraction de ce muscle était d'agrandir le thorax et de permettre ainsi aux poumons un plus grand développement.

Toutes les côtes ne s'unissent pas directement avec le sternum ; les sept premières seules sont liées à cet os par une substance élastique qui doit se prêter aux mouvements nombreux de ces os les uns sur les autres (pl. V, fig. 1, *lambeau*) ; les trois qui suivent sont unies non pas au sternum, mais à ces cartilages élastiques : quant aux deux dernières, elles sont libres dans l'épaisseur des parois du ventre ; on les nomme flottantes (figure de la page 155).

Les *os des hanches* (fig. de la page 155), appelés aussi *os iliaques*, sont deux os larges qui, en avant, se réunissent entre eux, et, en arrière, s'articulent avec l'os sacrum *s*, de manière à former, à la partie inférieure du tronc, une espèce de ceinture osseuse appelée *bassin* (pl. VII, fig. 2). Le sacrum comprend l'intervalle que laissent entre eux ces deux grands os inégalement concaves en dedans et convexes en dehors. Dans l'espèce humaine, le bassin transmet aux membres inférieurs le poids du tronc et des extrémités supérieures.

Membres.

Les *membres supérieurs* sont constitués par l'épaule, le bras, l'avant-bras et la main.

L'*épaule* est formée chez l'homme et la plupart des autres mammifères par deux os, qui sont l'omoplate et la clavicule. Ce dernier os s'articule avec le sternum. C'est à l'aide de cette union que le membre supérieur tient au tronc. La clavicule est destinée à renforcer le membre dont elle fait partie. Des masses charnues, épaisses et membraneuses sont étendues des côtes et des vertèbres à l'omoplate, et assurent ainsi les rapports de l'épaule avec la colonne vertébrale *d* (pl. V et VI, fig. 1).

Le *bras* est formé d'un seul os que l'on appelle humérus. Cet os s'articule avec l'omoplate par une tête arrondie qui surmonte son extrémité supérieure. Cette tête est reçue dans une cavité sphérique de l'omoplate.

L'*avant-bras* est formé par la réunion de deux os, qui sont : en dedans le cubitus, en dehors le radius. Ces os s'unissent à l'humérus par leurs extrémités supérieures, et par les inférieures avec les os de la main.

La *main*, organe de préhension, destinée à se mouler sur les objets, figure un levier brisé en vingt-sept os qui se partagent en trois groupes. Le premier qui se joint à l'avant-bras, est le *carpe*, vulgairement le *poignet* ; le suivant est le *métacarpe*, ou ce qui forme en dedans la *paume* et au dehors le *dos* de la main ; le troisième constitue les doigts.

Le *carpe* est l'assemblage de huit petits os très-irréguliers, qui font une espèce de voûte ; taillés de manière à pouvoir glisser les uns sur les autres, ils sont disposés sur deux rangées et unis entre eux par des liens fibreux.

Le *métacarpe* est composé de cinq os longs et inégaux, et plus épais à leurs extrémités qu'à leur milieu.

Les doigts sont au nombre de cinq : l'index, le médus, l'annulaire et l'auriculaire, sont formés chacun de trois os, le pouce n'en a que deux ; on donne à ces trois os des noms dif-

férents. Celui qui est le plus près du métacarpe et le plus grand est appelé phalange; celui qui vient après, phalangine, et le troisième qui supporte l'ongle, phalangette.

Les bras détachés du tronc et libres peuvent exercer des mouvements étendus et sont terminés par une main, organe admirable de toucher et de préhension. «Qu'on suppose, dit Buffon, la superficie de la main et des cinq doigts, on la trouvera plus grande, à proportion, que celle de toute autre partie du corps, parce qu'il n'y en a aucune qui soit autant divisée. Ainsi, elle a d'abord l'avantage de pouvoir présenter aux corps étrangers plus de superficie, ensuite ces doigts peuvent s'étendre, se raccourcir, se plier, se séparer, se joindre et s'ajuster à toutes sortes de surfaces, autre avantage qui suffirait pour rendre cette partie l'organe de ce sentiment exact et précis, qui est nécessaire pour nous donner une idée de la forme des corps. »

Les *membres inférieurs* sont conformés à peu près de la même manière que les membres supérieurs; la hanche représente l'épaule, la cuisse le bras, la jambe l'avant-bras, et le pied la main.

La *cuisse* est formée d'un seul os que l'on appelle *fémur*. Cet os s'articule, par son extrémité supérieure, avec l'os des hanches, par son extrémité inférieure avec les os de la jambe.

La *jambe* est formée de deux os. L'os placé en dedans est appelé *tibia*; l'os placé en dehors, *péroné*; au-devant de l'articulation des os de la jambe avec l'os de la *cuisse* est placé un petit os que l'on nomme *rotule*; cet os est destiné à consolider le genou (voy. la figure de la page 155).

Le *pied*, organe de sustentation, forme une base à double voûte, allongée en avant, et se compose de vingt-six os qui se partagent en trois groupes: le tarse, le métatarse et les orteils; il diffère de la main principalement par la brièveté des doigts, leur peu de mobilité, et par la disposition du tarse. Le *tarse* est constitué par la réunion de sept os, le *métatarse* est composé de cinq os qui s'unissent et aux os du tarse et aux os des orteils; les *orteils* sont composés chacun des phalanges que l'on nomme, comme à la main et pour les

mêmes os, phalanges, phalangines et phalangettes. Le pouce n'a que deux phalanges. Tous ces petits os sont unis entre eux par des surfaces articulaires dont le contact est assuré et maintenu par des ligaments fibreux.

Outre les os que nous venons d'énumérer, il y en a d'autres qu'on pourrait nommer accessoires, surnuméraires ; ce sont les os sésamoïdes et les os wormiens.

On désigne sous le nom de *sésamoïdes* de petits os dont le nombre est sujet à varier ; placés dans certaines articulations des doigts et des orteils, ils se développent dans les tendons des muscles et en augmentent la force.

On appelle os *wormiens* de petits os surnuméraires qu'on rencontre quelquefois dans les sutures principales des os du crâne.

Il existe encore un os nommé *hyoïde*, auquel sont fixées, en partie, les fibres charnues qui constituent la langue ; cet os est situé à la partie antérieure et moyenne du cou, entre la base de la langue et le larynx : sa forme est celle d'un demi-cercle (pl. IV, fig. 6, *h*).

L'assemblage des os que nous venons d'énumérer constitue le squelette. Nous avons vu qu'en général, ils étaient mobiles les uns sur les autres, à l'aide d'un contact que l'on nomme articulation. Mais tous les os du squelette ne jouissent pas à un degré pareil de cette mobilité ; il en est même dont les articulations sont tellement solides, qu'elles ne se prêtent à aucun déplacement, telles sont les articulations qui unissent entre eux les os du crâne et de la mâchoire supérieure. Il est des os qui n'ont que des déplacements obscurs ou incomplets ; cela se voit dans les articulations des vertèbres entre elles. Quant aux membres, ce sont les parties dont les os jouissent des mouvements les plus étendus.

Articulations.

Les os qui constituent le squelette sont unis entre eux par des articulations assujetties à l'aide de liens flexibles : ces articulations changent de nom suivant leurs formes et leurs

usages. Si l'articulation qui met deux os en contact leur permet d'exécuter des mouvements les uns sur les autres, elle est appelée *mobile* ; si l'articulation n'est au contraire qu'un moyen d'assurer l'union d'un ou de plusieurs os, elle est appelée *immobile*. Plus une articulation est mobile, moins elle est solide ; et plus elle est solide, moins elle a de mobilité.

La surface articulaire des os mobiles est recouverte d'une substance élastique qui peut supporter les plus fortes pressions et amortir les chocs les plus rudes. Cette substance, appelée *cartilage*, est enduite d'une humeur visqueuse, destinée à favoriser le glissement des extrémités articulaires, c'est la synovie (voy. page 144).

Toutes les articulations mobiles ne se ressemblent pas ; les extrémités des os qui concourent à les former se correspondent par des surfaces dont la configuration est réciproque. Elles sont, en général, les unes convexes, les autres concaves.

Les os sont unis entre eux par des parties fibreuses nommées ligaments. Ce sont des gaines très-résistantes et très-fortes qui entourent l'articulation, tenant par leurs deux bouts aux deux os dont elles assurent la réunion.

Les articulations présentent une foule de différences dans leurs mouvements. La rotation est propre à quelques-unes : tantôt elle s'exerce sur un seul pivot, comme on le voit dans l'articulation de la tête sur le cou, tantôt il y a deux pivots, comme dans la double articulation des os de l'avant-bras entre eux.

Il y a des mouvements d'opposition ou angulaires, ce sont ceux où les os forment, l'un avec l'autre, des angles plus ou moins ouverts. L'opposition est quelquefois bornée aux mouvements de flexion et d'extension, comme au coude, au genou, etc. ; d'autres fois elle est vague et peut avoir lieu dans quatre sens principaux et dans tous les sens intermédiaires, comme on le voit au bras, à la cuisse, etc.

Muscles. — Leur structure et leur mode d'insertion.

Quels que soient les mouvements divers et nombreux que l'on observe dans l'animal, ils ont tous pour résultat le déplacement de quelques-uns des os qui concourent à former le squelette ; mais ces os ne peuvent pas se mouvoir d'eux-mêmes, et ne se déplacent ainsi que par l'action d'autres organes qui se fixent sur eux, et les entraînent en se raccourcissant. Ces organes moteurs, qu'on nomme des muscles, sont très-nombreux et constituent près de la moitié de la masse totale du corps. Ce sont des substances charnues composées de fibres groupées en faisceaux les unes avec les autres, qui ont la propriété de se raccourcir et de se rallonger, en affectant des formes et des directions très-variables.

Revêtus de téguments communs et maintenus par des étuis membraneux, les muscles sont généralement groupés autour du corps des os longs et dans l'intervalle des articulations. Ils constituent les membres qui ont pour usage d'agrandir la portée des actes de la volonté et des instruments de la sensibilité. Les membres inférieurs exécutent la station et la progression ; les supérieurs servent à des mouvements divers. Les muscles, en se contractant, agissent sur les os pour les mouvoir ; leur action est d'autant plus énergique et ses effets sont d'autant plus prononcés, que les fibres qui les constituent sont plus ou moins nombreuses, et sont disposées dans telle ou telle direction.

On a remarqué que plus les efforts exercés par les muscles se rapprochent des mouvements auxquels ils sont destinés par la nature, plus la quantité de travail que produisent leurs contractions est grande.

Les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, de la planche VI montrent la disposition variée des masses musculaires, et les changements qui surviennent dans l'état de leurs fibres, suivant qu'elles sont en relâchement ou en contraction. Les mouvements, quels qu'ils soient, se rapportent tous à l'un ou à l'autre de ces deux états.

Lorsqu'un muscle se contracte, il se gonfle, et ses deux extrémités se rapprochent en tirant les parties auxquelles elles sont fixées (*id.*, fig. 3).

Or, les muscles se fixent solidement aux os par l'intermédiaire de cordons blanchâtres appelés *tendons*, ou de membranes de même nature que l'on nomme *aponévroses*; en se contractant, ils doivent par conséquent rapprocher l'un de l'autre les deux points du squelette auquel ils sont liés. C'est à ce phénomène qu'on donne le nom de *motricité*, faculté qu'a l'extrémité d'un nerf de transmettre à un élément de nature différente, l'élément musculaire, l'incitation amenée jusque-là, de manière à exciter la contraction. La contraction des muscles est donc déterminée par l'action du système nerveux, et a lieu tantôt d'une manière indépendante de la volonté, tantôt sous l'empire de cette puissance.

Les muscles sont l'élément contractile au moyen duquel les mouvements sont exécutés chez les animaux; la fibrine en est la base; celle-ci est en solution dans le sérum; en se précipitant, elle détermine la coagulation du sang. Si, dans une goutte d'eau, l'on projette une goutte de sang, d'une certaine hauteur, l'on voit au microscope les globules rouges flotter dans le liquide et la fibrine séparée sous la forme de petits caillots d'un blanc jaunâtre. Ce caillot est très-élastique, assez résistant, et se déchire en fragments irréguliers; au moyen de la compression, on en sépare des granules sphériques d'un diamètre de 0^{mm},001, qui nagent dans le liquide et semblent avoir perdu toute capacité d'adhérer entre eux; il s'en voit encore d'autres plus gros d'un diamètre de 0^{mm},005. Ces globules-ci sont fort transparents et rappellent les globules lymphatiques du sang.

La couleur des muscles est ordinairement rouge; leur volume et leur figure présentent de nombreuses différences, et pourtant on peut rapporter à quelques formes générales les dispositions variées que présente la direction de leurs fibres; tantôt elles sont rayonnées (*id.*, fig. 4), tantôt elles s'insèrent obliquement sur les tendons, espèces de cordes souples et résistantes, destinées à transmettre aux os les mouvements qui

leur sont communiqués par la fibre musculaire (*id.*, fig. 6 et 7).

On doit remarquer, dans l'action d'un muscle, diverses circonstances : 1° il est raccourci, et ce raccourcissement est en proportion de la longueur des fibres; 2° les fibres qui le composent ont acquis de la tension, de l'élasticité; l'organe est plus dur, et offre sur sa surface des rides transversales (*id.*, fig. 2 b); 3° le sang qui circule dans son intérieur est, en grande partie, exprimé par suite de la compression que subissent les veines; 4° il a acquis plus de solidité, car il triomphe des résistances qui le rompraient dans l'état de relâchement; 5° tandis qu'il diminue de longueur, on croit qu'il augmente de grosseur; d'où il résulte qu'il semble faire plus de saillie au dehors, et courrait même le risque d'être déplacé, s'il n'était retenu par des aponévroses (*id.*, fig. 3 a).

On a vainement cherché à expliquer la contractilité musculaire: les uns ont eu recours à des explications physiques telles que la traction mécanique du muscle exercée par le nerf qui lui arrive; la réplétion mécanique des prétendus tubes ou vésicules de la fibre musculuse par un fluide quelconque, le fluide nerveux ou le sang. D'autres ont eu recours à des explications chimiques: la combustion des éléments nombreux du muscle, savoir: l'azote, l'hydrogène et le carbone, par l'oxygène du sang artériel; combustion qui serait déterminée par le courant nerveux, agissant ici à la manière de l'étincelle électrique. Haller a cru résoudre le problème par l'hypothèse de l'*irritabilité*; il établit que la contraction des muscles est due à l'exercice de cette force spéciale que ces organes seuls possèdent, mais qui a besoin, pour être mise en jeu, d'être suscitée par un stimulus: celui-ci consisterait dans l'influx nerveux.

Depuis l'état d'embryon jusqu'à dix-huit ou vingt ans, les os changent continuellement de forme, de grandeur, de volume, etc.; par conséquent, pendant tout le temps que dure l'ossification, les muscles doivent suivre les changements qu'éprouve le squelette. Ordinairement, à vingt ou vingt-deux ans, l'accroissement des os en longueur est terminé; mais ils conti-

nent de croître en épaisseur jusqu'après l'âge adulte. A cette époque, tout accroissement cesse et les os continuent à recevoir des éléments réparateurs, jusqu'à ce que les progrès de l'âge viennent apporter dans leur texture des altérations malades et des décompositions chimiques.

Les muscles offrent aussi de grandes modifications suivant les âges : chez l'embryon, ce sont des masses gélatiniformes, grêles et peu prononcées, qui se développent avec les progrès de la grossesse, mais d'une manière peu marquée. Pendant l'enfance et la jeunesse, la nutrition des muscles s'accélère ; mais ils croissent particulièrement en longueur, et c'est à cela que sont dues les formes arrondies, sveltes, qu'on remarque à cette époque de la vie. A l'âge adulte, les muscles croissent en épaisseur ; ils augmentent de volume et se prononcent fortement sous la peau, leur tissu prend plus de consistance, et leur nature chimique elle-même se modifie. C'est à ces changements que se rapportent les propriétés différentes du bouillon qui est fait avec de la chair d'animaux jeunes, ou bien avec la chair d'animaux vieux.

Dans la vieillesse, la nutrition des muscles décroît sensiblement : ces organes diminuent en volume, ils sont flasques et vacillants.

La contraction musculaire subit à peu près les mêmes variations que la nutrition des muscles : faible et peu marquée chez le fœtus, elle augmente d'activité à la naissance, s'accroît rapidement dans l'enfance et la jeunesse, acquiert son plus haut degré de perfection dans l'âge adulte, et finit par se perdre presque entièrement chez le vieillard, où la fibre devenue coriace est à peine capable d'ébranler les os que, naguère, elle faisait mouvoir avec tant d'énergie.

MÉCANISME DES MOUVEMENTS. — ATTITUDES : MARCHÉ ; VOL ;
NATATION. — ORGANES PRODUCTEURS DU SON ; VOIX.

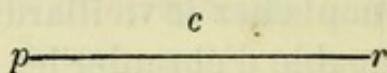
Mécanisme des mouvements. — Attitudes. — Marche. —
Vol. — Natation.

Les effets produits par la contraction musculaire dépendent de l'obliquité plus ou moins grande des attaches des fibres sur le levier ou l'os qu'elles doivent mouvoir, et de la distance qui sépare l'insertion du muscle du point d'appui sur lequel l'os se meut. Un examen rapide des divers genres de leviers fera comprendre ce rapport.

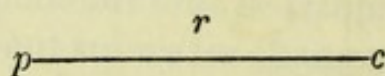
En mécanique, on entend par levier une tige solide dont la longueur est considérable relativement à ses autres dimensions, qui peut tourner librement autour d'un point d'appui et au moyen de laquelle une *puissance*, aidée d'un point d'appui, peut vaincre ou soutenir une *résistance*. Une des conditions essentielles du levier comme machine, c'est donc l'existence d'un *point fixe* ou *point d'appui* autour duquel agissent deux forces dont l'une porte le nom de *résistance* et l'autre le nom de *puissance*.

Le point fixe, ou point d'appui, peut avoir, relativement à la puissance et à la résistance, trois situations différentes qui ont donné lieu à trois sortes de leviers.

Si le point d'appui *c* se trouve entre la puissance *p* et la résistance *r*, le levier est du *premier genre* ou *inter-moblie* (pl. V, fig. 2).

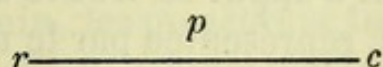


Si le point d'appui *c* est à une extrémité, la puissance *p* à l'autre, et la résistance *r* au milieu, le levier est du *deuxième genre* ou *inter-résistant* (pl. V, fig. 3).



Enfin le levier est du *troisième genre*, ou *inter-puissant*, lors-

que la puissance p se trouve au milieu, le point d'appui c à une extrémité et la résistance r à l'autre (pl. V, fig. 4).



La distance du point d'appui à celui où s'applique une force a reçu le nom de *bras de levier*.

L'effet de la puissance est en raison directe de la longueur des bras du levier.

Les forces sont d'autant moindres qu'elles sont plus obliques à la direction du levier. Par conséquent, le *maximum* de leur énergie aura lieu quand elles seront perpendiculaires au levier.

Le levier du premier genre est le plus favorable à l'équilibre. Le levier du troisième genre sert mieux l'étendue et la rapidité des mouvements.

On trouve une grande variété d'applications de ces différents genres de leviers dans les organes du mouvement de l'homme. Ainsi, lorsque la tête est portée soit dans l'extension, soit dans la flexion, par les muscles qui s'attachent à sa partie postérieure ou à sa partie antérieure, elle représente un levier du premier genre (pl. V, fig. 2). Le point d'appui se trouve à l'articulation de la tête et du cou, la puissance et la résistance se trouvent l'une en avant, l'autre en arrière, ou réciproquement, suivant que la tête est entraînée dans la flexion ou dans l'extension.

On trouve un levier du deuxième genre dans le pied, lorsqu'on s'élève sur sa pointe : le point d'appui se trouve à la partie antérieure de cet organe au niveau des phalanges qui pressent sur le sol : la puissance se rencontre à l'autre extrémité qu'entraîne en haut le tendon d'Achille qui lui transmet la contraction des muscles du mollet ; la résistance est à l'articulation du pied avec la jambe qui supporte tout le poids du corps (pl. V, fig. 3).

Les exemples du levier du troisième genre sont très-communs dans l'organisation animale ; on le trouve dans l'articulation de la mâchoire inférieure et dans les mouvements de l'avant-bras sur le bras (pl. V, fig. 4 et pl. VI, fig. 3).

Lorsque l'avant-bras est demi-fléchi et que nous voulons le fléchir complètement, en soulevant quelque corps pesant saisi par la main, le point d'appui se trouve dans l'articulation du coude ; la puissance, représentée par le muscle biceps, est au-devant de cette articulation, la résistance est dans le poids de l'avant-bras, augmenté par la présence du corps pesant (pl. VI, fig. 3 et 8).

Les divers mouvements du corps n'ont pas toujours été assurés par des moyens aussi simples que ceux que nous venons de citer. Pour faire mouvoir les unes sur les autres les diverses parties du squelette, il existe autour d'elles plusieurs masses de muscles isolées les unes des autres, qui, par leur allongement ou leur contraction partiels, concourent aux mouvements variés que nécessite la vie de relation.

Le nombre des muscles du corps humain est très-considérable et varie plus ou moins dans chaque individu. Cependant, à la différence près de sept à huit, il s'élève communément à 408. On peut en faire l'énumération dans l'ordre suivant :

A la tête.....	54	Aux membres supérieurs.	92
Au cou	62	Aux membres inférieurs.	102
Au tronc.....	90	Muscles de l'ouïe.....	8

En général, ils forment autour du squelette deux couches, et se distinguent en superficiels et en profonds. Ceux qui sont destinés à mouvoir un os quelconque, sont presque toujours placés autour de la portion du squelette située entre cet os et le centre du corps ; ainsi les muscles qui meuvent la tête sont situés au cou ; ceux qui meuvent le bras occupent l'épaule ; ceux qui ploient ou qui redressent l'avant-bras sur le bras entourent l'humérus, et ceux qui fléchissent ou étendent les doigts sont placés dans l'avant-bras. Il en est de même pour les muscles des membres inférieurs (pl. V et VI, fig. 1).

On distingue les muscles en réfléchisseurs, extenseurs, rotateurs, élévateurs, adducteurs, abducteurs, etc., suivant les usages qu'ils sont appelés à remplir.

La puissance d'un muscle dépend en partie de son volume,

et en partie de la manière dont il se fixe à l'os qu'il doit mouvoir. Toutes choses égales d'ailleurs, les muscles les plus forts sont les plus gros.

Dans le corps humain, les muscles et les os sont en général disposés d'une manière peu favorable à la puissance des mouvements, mais très-favorable à leur rapidité.

Les muscles ne servent pas seulement à nous faire exécuter des mouvements, ils sont également nécessaires pour maintenir les os mobiles dans les positions qu'ils doivent conserver. Ainsi la tête, par son propre poids, tend à retomber en avant, et c'est la contraction des muscles de la partie postérieure du cou qui la tient relevée. Il en est de même pour la station. Nous verrons, plus loin, que la position verticale est la plus naturelle à l'homme, mais qu'elle nécessite une action très-énergique de la part d'un grand nombre de muscles sans lesquels le tronc se ploierait en avant, et les membres abdominaux fléchiraient sous le poids du reste du corps. Lorsque l'homme est dans cette position, les muscles qui servent à redresser sa colonne vertébrale et à étendre sa cuisse, sa jambe et son pied, sont mis en jeu avec une grande énergie.

Les muscles fléchisseurs ne sont pas appelés à exercer des efforts aussi considérables ni aussi fréquents ; ils sont, en général, bien moins volumineux et moins puissants que les extenseurs.

La direction des mouvements est décidée par l'espèce d'articulation que présentent les os, par la situation des muscles moteurs relativement à ces os et par la disposition de leurs tendons, selon qu'ils sont libres, ou fixés dans une gouttière, ou réfléchis par une poulie.

L'étendue des mouvements tient : 1° au mode de l'articulation et à la longueur des fibres des muscles ; car plus les fibres sont longues, plus le raccourcissement qu'elles éprouvent est considérable, et par conséquent plus le mouvement qu'elles produisent est étendu ; 2° au genre de levier que forme l'os mis en mouvement ; nous avons vu que le levier du troisième genre est avantageux sous ce rapport ; 3° enfin, à la distance du point d'appui à laquelle s'insèrent les muscles moteurs ;

plus cette insertion est près de l'articulation, plus les mouvements sont étendus.

Nous avons dit que l'effet immédiat de la contraction des muscles est le mouvement des parties auxquelles ils s'attachent, ce qui constitue la *locomotion*.

La locomotion du tronc consiste dans l'inclinaison du tronc en avant, sur les côtés, ou dans sa rectitude. Elle se rapporte à diverses causes, et sert à l'expression, dans les attitudes.

La locomotion de la tête consiste dans la flexion de la tête en avant, en arrière, ou sur les côtés, ou dans un mouvement de rotation sur son axe.

Les mouvements de totalité de la tête servent à diriger les sens vers les objets, et les mouvements partiels de la face servent à l'expression des sentiments ou des affections.

La locomotion des membres, dans les *membres supérieurs*, est exécutée par des muscles nombreux qui les étendent, les fléchissent, les portent en dedans ou en dehors, leur impriment des mouvements partiels ou généraux de circumduction, d'adduction, etc.

Elle a trois objets ; elle sert, 1° au toucher ; 2° aux actions proprement dites qui comprennent toutes les œuvres infiniment variées de l'homme ; 3° aux gestes : on donne ce dernier nom au *langage d'action* qui traduit les sentiments et les idées, à l'aide des mouvements des membres supérieurs.

Dans les *membres inférieurs* la locomotion consiste en des mouvements partiels ou généraux de circumduction. Les membres inférieurs sont des colonnes creuses auxquelles on peut appliquer le principe de mécanique que : à égale quantité de matière, ils offrent plus de résistance, avec la forme canaliculée qu'avec la forme pleine. Ils réunissent ainsi la force à la légèreté. Les divers mouvements des membres inférieurs se rapportent tous à la station ou à la progression. La contraction simultanée des muscles produit le premier effet, par lequel l'homme se tient debout sur un plan solide. Leurs contractions successives et coordonnées produisent le deuxième effet, par lequel l'homme change de place, s'éloigne ou s'approche des objets.

Attitudes.

On donne le nom d'attitude à une position quelconque du corps qui est permanente pendant quelque temps. Pour faire comprendre le mécanisme des attitudes, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails de mécanique.

On sait que tous les corps de la nature, abandonnés à eux-mêmes, tendent à se rapprocher, par l'effet d'une force générale que l'on nomme attraction, et que l'énergie avec laquelle un corps en attire un autre est d'autant plus grande que sa masse est plus considérable, comparativement à celle du corps attiré. La terre étant incomparablement plus grosse que la masse des animaux, des plantes, des pierres et de tous les autres objets répandus à sa surface, elle les attire sans cesse, et tend à les faire tomber vers le centre du globe. Pour qu'ils restent dans la position qu'ils occupent, il faut donc qu'ils soient soutenus par quelque chose qui *résiste* à cette force d'attraction.

On appelle *base de sustentation* l'espace que limitent les différents points par lesquels un objet s'appuie sur un *corps résistant*.

Pour qu'un corps solide reste immobile sur sa base de sustentation et ne tombe pas, il n'est pas nécessaire que toutes ses parties s'y appuient ; il suffit de le soutenir par un seul point, pourvu que ce point soit placé de façon que, si une partie de sa masse s'abaissait vers la terre, une partie opposée également pesante s'élèverait d'autant. Le poids d'une partie sert alors à contre-balancer celui de l'autre. On appelle *centre de gravité* le point autour duquel toutes ces parties se font réciproquement équilibre, et qu'il suffit de soutenir pour maintenir en place la masse entière ; ou, en d'autres termes, le centre de gravité du corps est le point d'application de la résultante des forces parallèles et verticales de la pesanteur qui agissent sur ce corps ; tout corps qui s'appuie sur son *centre de gravité* est nécessairement en équilibre.

Il suit de là que, pour empêcher un corps de tomber, il suffit

que sa base de sustentation soit placée verticalement au-dessous de son centre de gravité. Son équilibre sera donc d'autant plus stable que cette base sera plus large, car alors son centre de gravité peut se déplacer davantage, sans que la ligne verticale qui passe par ce centre sorte des limites de cette base. Plus le centre de gravité d'un corps sera élevé au-dessus de la base de sustentation, moins l'équilibre sera stable, car un déplacement plus petit de ce centre suffira alors pour que la ligne verticale cesse de tomber sur la base de sustentation.

Le centre de gravité du corps humain est situé au milieu de la dernière vertèbre lombaire (pl. VII, fig. 2, v''), à un centimètre environ au-dessus d'un plan qui passerait par l'angle saillant formé par l'articulation de la dernière vertèbre lombaire avec le sacrum.

Ces notions préliminaires étant connues, il deviendra facile de comprendre le mécanisme des attitudes.

Les principales attitudes de l'homme sont : le coucher, la position assise et la station sur deux pieds ; la marche, le saut, la course, la nage, la sustentation, la traction.

Coucher. — Lorsque l'homme est couché sur le dos ou sur le ventre, toutes les parties de son corps posent sur le sol ; il n'a besoin de contracter aucun muscle pour les maintenir en place, et sa position réunit au plus haut degré les deux conditions de l'équilibre, qui sont : la plus grande étendue possible de la base de sustentation, et la proximité du centre de gravité. Le coucher est l'attitude du repos, celle des personnes faibles, des malades. Dans le coucher, le corps peut effectuer quatre postures différentes, selon qu'il pose sur le dos, sur le ventre ou sur l'un des côtés ; chacune de ces positions est relative à la plus ou moins grande facilité de la respiration.

Dans la *position assise*, le corps repose sur les tubérosités de l'os des hanches ; la base de sustentation est, ici, encore assez large, puisqu'elle est représentée par le bassin qui peut avoir plus ou moins d'étendue, selon le plus ou moins de volume des parties molles qui le recouvrent : aussi il est impossible de se relever en conservant la rectitude du tronc ; et il devient

indispensable de porter le haut du corps en avant, jusqu'à ce que le poids de la partie inférieure se trouve compensé, et que la verticale passe par la plante des pieds.

Après le *coucher*, la *position assise* est celle qui offre le plus de solidité. Elle nécessite néanmoins, pour le maintien de l'équilibre, des contractions musculaires qui diffèrent d'après la manière dont on est assis. Lorsque le dos est appuyé, les muscles du cou sont les seuls qui fassent effort pour soutenir la tête dans sa rectitude (pl. VII, fig. 2, *lambeau*). Si le dos n'est pas soutenu, la plupart des muscles postérieurs du tronc se contractent pour prévenir la chute en avant ; et une fatigue réelle est l'effet de cette action énergique et continue.

Dans la *station debout*, le poids du corps est transmis aux membres inférieurs par les os des hanches sur lesquels se répartissent, en vertu du théorème de statique du *parallélogramme des forces*, les pressions latérales exercées par le sacrum (page 155), la base de sustentation est circonscrite par le polygone qu'on peut former par les points de contact des pieds avec le sol. Ici, le moindre effort peut détruire l'équilibre, et ce n'est qu'en agrandissant la base de sustentation, dans un sens plutôt que dans l'autre, selon la direction des forces, que l'on peut prévenir une chute. Du reste, les mouvements par lesquels nous ramenons la verticale dans la base de sustentation, sont en quelque sorte automatiques. C'est ainsi que, pour résister à une force qui tendrait à produire la chute en avant, nous avançons rapidement un pied ; si notre corps penche vers la gauche, nous étendons subitement le bras droit ; si une force tend à nous renverser en arrière, nous reculons un pied et nous portons le corps en avant.

L'homme qui a un gros ventre, l'homme portant un lourd fardeau sur les épaules, sont obligés l'un et l'autre de prendre des attitudes qui changent la position du centre de gravité. Le premier rejette son corps en arrière, afin que la verticale passe entre ses deux pieds ; et c'est pour la même raison que le second penche son corps en avant. Une femme qui porte un enfant sur le bras droit rejette son corps sur le côté gauche. L'homme qui veut saisir de la main un objet un peu

éloigné, et cela sans se déplacer, allongera son bras et penchera son corps du côté de l'objet ; mais, en même temps, il portera une jambe en arrière, pour maintenir toujours le centre de gravité dans les conditions qui conviennent à l'équilibre.

Ainsi, nous faisons continuellement de la mécanique, sans nous douter de ses notions, et les meilleures garanties de notre conservation tiennent à une application involontaire de lois physiques que notre raison ne dirige pas.

La *station debout* appartient exclusivement à l'homme. C'est l'attitude à laquelle l'a préparé sa structure anatomique. Ses membres se fléchissent dans un sens tout à fait opposé à la flexion des membres des quadrupèdes. Dans une station quadrupède, ses épaules et ses bras seraient trop faibles pour soutenir le poids de sa large poitrine et de sa tête volumineuse ; ses jambes donneraient à la partie inférieure du corps une position plus élevée que celle de la tête, ce qui mettrait de grands obstacles à l'exercice des fonctions, et occasionnerait des congestions cérébrales ; la face aplatie et les yeux dirigés en avant seraient forcément tournés vers la terre.

Rappelons aussi le mode d'articulation de l'os de la cuisse avec le bassin, la largeur et l'inclinaison de cette ceinture osseuse, le volume et la force des muscles destinés à étendre et à maintenir étendues les différentes brisures des extrémités inférieures, puis les inflexions de la colonne vertébrale, et enfin le mode d'articulation de la tête qui se tient, d'elle-même pour ainsi dire, en équilibre au sommet de cet axe osseux, sans nécessiter de grands efforts musculaires (pl. VII). Ajoutons que la pression atmosphérique maintient la tête du fémur appliquée dans la cavité cotyloïde. Toutes ces dispositions, si bien prises pour élargir autant que possible la base de sustentation, donnent aux parties inférieures du corps de l'homme la solidité nécessaire, et témoignent de l'harmonieux ensemble que présentent les divers compartiments de cette machine vivante, si merveilleusement disposés pour un seul et même but.

La *marche* est l'acte par lequel l'homme et les animaux se

transportent d'un lieu dans un autre, par une suite de mouvements qu'exécutent leurs jambes, sans se détacher entièrement à la fois du sol, comme ils le font dans la course et dans le saut. Si l'homme est debout et que ses deux pieds soient posés parallèlement sur le sol, tout le corps se porte sur l'une des jambes qui reste immobile, pour lui fournir un point d'appui. La flexion des jambes a lieu de la manière suivante : la cuisse se plie sur le bassin, la jambe sur la cuisse, et le pied sur la jambe. Mais la flexion de la cuisse sur le bassin ne peut avoir lieu sans porter en avant le genou ainsi que tout le membre : alors tous les muscles qui avaient concouru à cette élévation totale du membre se relâchent, la tête et le corps entier s'inclinent en avant ; la verticale abandonne le membre fixé, pour se porter sur celui qui vient d'agir et qui va servir maintenant de point d'appui à tout le corps, pendant que l'autre membre exécutera un mécanisme semblable.

Dans la marche sur un sol ascendant, il n'y a plus de difficultés à fairepasser sans cesse le poids du tronc du membre qui est resté en arrière sur celui qui est porté en avant, parce qu'il faut le mouvoir contre l'ordre de la gravitation qui tend toujours à le ramener vers le premier ; aussi penche-t-on le corps en avant. C'est surtout au genou de la jambe qui est portée en avant que se fait sentir la fatigue, comme si les muscles extenseurs de la jambe, prenant cette fois-ci leur point d'appui fixe sur cette partie, cherchaient à tirer à elle avec effort la cuisse et tout le tronc. Il y a aussi fatigue du mollet du membre qui est resté en arrière, parce que ces muscles étendent le plus possible le pied sur les orteils.

Dans la descente, les phénomènes sont inverses et la fatigue résulte des efforts que l'on fait pour combattre la tendance qu'a le corps à tomber en avant, c'est aux muscles de la région vertébrale qu'est surtout rapportée la fatigue. Dans ces différents cas un escalier est plus commode, parce qu'on peut placer le pied à plat.

La sûreté de la marche est toujours en raison directe du degré d'écartement des pieds, et en raison inverse de la mobilité du sol qui nous supporte. Ce n'est qu'après un certain temps

que les matelots marchent avec assurance sur le pont des vaisseaux ; aussi, dès qu'ils ont contracté le *pied marin*, il est très-aisé de les reconnaître à terre, par l'habitude qu'ils ont prise d'écarter considérablement les pieds. Les membres supérieurs ne sont pas inactifs, pendant la marche ; ordinairement, le bras de la jambe qui oscille se porte en arrière et lui fait équilibre. Le corps entier se porte en avant, comme pour lutter contre la résistance de l'air. C'est en obéissant au même principe, que, pour tenir un bâton en équilibre sur le bout du doigt, nous le dévions de la verticale, afin que la résistance de l'air ne le renverse pas en arrière.

Le *saut* est un mouvement par lequel l'homme se projette en l'air, et retombe sur le sol, aussitôt que l'impulsion est détruite. Le mécanisme du saut repose entièrement sur la flexion préalable de toutes les articulations et sur leur extension subite. Lorsqu'un sauteur veut s'élancer, il s'abaisse en se pliant sur lui-même ; le pied se fléchit sur le dos des orteils, la jambe se fléchit en avant sur le pied détaché du sol par le talon ; la cuisse se fléchit aussi, mais en arrière, sur la jambe ; le tronc avec le bassin se fléchissent, en avant, sur la cuisse ; et même, lorsqu'il veut sauter de toutes ses forces, le tronc se fléchit sur lui-même comme le ferait un ressort. Dans ces préliminaires du saut, les membres inférieurs et le tronc figurent une suite de zigzags ou de leviers infléchis dans leurs articulations. Au moment de la projection du saut, toutes ces articulations s'étendent et s'ouvrent à la fois ; le pied comprimant alors brusquement le sol qui résiste, l'impulsion semble se réfléchir sur le corps et le projeter en l'air : comme le fait une verge élastique que l'on plie contre le sol et qu'on abandonne tout à coup à son élasticité.

Une course préparatoire augmente beaucoup l'étendue du saut en avant ; lorsqu'on prend son élan, le corps acquiert une force d'impulsion bien supérieure à celle qu'il aurait eue si l'on s'était élancé du sol, en partant d'une situation fixe.

Les bras influent aussi sur la production du saut et sur son étendue ; soit qu'ils fassent l'office d'ailes, soit que les muscles qui servent à les élever exercent en même temps sur le

tronc une traction en haut. La détente détermine, en effet, un mouvement ascensionnel capable de vaincre le poids du corps et de l'élever au-dessus de la terre.

La *course* est une marche précipitée entrecoupée de sauts. Il y a toujours dans la course un moment où le corps est projeté en haut et flotte librement dans l'air, circonstance qui la distingue de la marche rapide dans laquelle le pied qui reste en arrière n'abandonne le sol qu'au moment où le pied qui est en avant l'a touché.

Il est très-peu d'animaux plus favorablement construits que l'homme pour la course. Quelle vitesse est égale à celle du sauvage exercé qui poursuit et atteint le gibier dont il veut se nourrir et dont l'agilité est supérieure à celle du meilleur cheval ! Ces hommes respirent avec une grande célérité, jettent en arrière la tête et les épaules, n'appuient sur le sol que l'extrémité des pieds, et balancent leurs bras de manière à les tenir dans une opposition constante avec leurs jambes.

La *nage* de l'homme n'est qu'un saut horizontal sur l'eau, comme est la nage de la grenouille. Les membres supérieurs étant allongés en pointe au-devant de la tête, les inférieurs se raccourcissent d'abord, puis s'étendent brusquement, comme dans le saut sur la terre ; ils frappent ainsi l'eau fortement en arrière : cette eau cède sans doute beaucoup à cette impulsion : cependant elle ne cède ni assez vite ni assez pleinement, et une partie du mouvement est répercutée sur le corps. Les pieds sont tournés en dehors, pour que la surface par laquelle ils frappent l'eau soit plus grande. Les membres inférieurs, que le mouvement précédent avait écartés, se rapprochent pour ne pas contrarier l'impulsion en avant qu'ils ont donnée ; ils s'accolent l'un à l'autre en simulant l'arrière d'un bateau : alors les membres supérieurs s'écartent à leur tour et sont ramenés avec force sur les côtés du corps, en décrivant un rond et en frappant sur l'eau qui leur sert encore de point d'appui. Enfin une grande inspiration dilate la poitrine pour augmenter le volume du corps et le rendre spécifiquement plus léger, la tête est tenue élevée hors de l'eau.

La *nage* n'est pas naturelle à l'homme, elle exige de sa part

une étude ; son corps, en effet, n'a aucune des conditions d'hydrostatique que présente celui des animaux qui vivent dans l'eau, et, ainsi que nous venons de le décrire, il ne parvient à se maintenir sur ce liquide qu'à l'aide de mouvements qui ont le double objet de donner à son corps le plus de surface possible et de lui faire trouver un point d'appui suffisant sur l'eau.

La *sustentation* dépend du même mécanisme que la station ordinaire ; il y faut plus d'efforts à cause du fardeau qui, placé sur la tête, le cou ou les épaules, tend à affaïsser les différentes brisures les unes sur les autres. Les grands chapeaux dont se couvrent les portefaix ont l'avantage de fixer la tête au dos, mécaniquement et par le poids même du fardeau, car ils constituent un arc-boutant courbe, depuis le front jusqu'aux épaules.

La *traction* s'effectue par le mécanisme suivant : le corps est dans l'extension, les pieds sont appuyés et solidement fixés au sol, les mains saisissent la masse à mouvoir ; tout à coup les diverses brisures du corps se fléchissent avec force, les deux extrémités tendent à se rapprocher, et celle qui n'est pas fixée au sol et qui tient le corps l'entraîne avec elle.

La force humaine peut être employée diversement, et la quantité de travail qu'elle développe n'est pas la même suivant : 1° que l'homme agit par son poids ; 2° qu'il tire en marchant ; 3° qu'il pousse avec les pieds ; 4° qu'il pousse ou qu'il tire avec les mains : horizontalement, verticalement, ou sans se déplacer.

Le plus grand effort que l'homme puisse produire correspond au soulèvement d'un poids placé entre ses jambes ; l'effort *maximum* peut aller à 200 et 300 kilogr. ; *en moyenne*, à 130 kilogr.

L'homme se fatigue en travaillant. Si l'on veut lui faire produire une trop grande quantité de travail, dans un temps donné, le travail de la journée sera court. Si, dans une journée, on exige trop de lui, la fatigue persistera dans les journées suivantes.

En général, un homme effectue une plus grande quantité

de travail, dans sa journée, quand il se repose de temps en temps, que lorsqu'il agit d'une manière continue.

Pour apprécier la grandeur du travail que l'homme peut effectuer, il faut tenir compte du chemin qu'il peut faire parcourir à l'objet de ses efforts.

S'il a une très-grande résistance à vaincre, il se fatiguera beaucoup en peu de temps, et ne déplacera l'objet que d'une petite quantité.

Si la résistance à vaincre est médiocre, il pourra, dans une journée, déplacer l'objet d'une quantité notable, et il en résultera une plus grande somme de travail.

L'homme ne doit donc exercer à chaque instant qu'une portion de l'effort *maximum* dont il est capable.

On a déterminé par des expériences comparatives :

1° La grandeur de la force que l'homme doit déployer ;

2° La vitesse avec laquelle doit être déplacé l'objet auquel s'applique cette force, et c'est ainsi qu'on a appris que, dans la sonnette à tiraude, un homme peut soulever un poids de vingt kilogrammes à un mètre de hauteur, à raison de vingt coups par minute et en travaillant ainsi trois ou quatre minutes sans se reposer.

Dans la manœuvre du *cabestan*, la pression exercée par chaque homme est de douze kilogrammes, avec une vitesse de plus de trois mètres par minute.

Dans la manœuvre d'une *manivelle* d'un rayon de trente-deux centimètres, la pression est de sept à huit kilogrammes, à raison de vingt à vingt-cinq tours par minute.

Le *maximum* de travail que l'homme peut fournir consiste dans l'élévation successive de son corps sur une roue à chevilles qui redescend sous son poids. Il peut réaliser ainsi, en huit heures, le travail représenté par l'élévation d'un poids de un kilogramme à deux cent soixante mille mètres de hauteur, ou d'un poids de deux cent soixante mille kilogrammes à un mètre de hauteur.

Organes producteurs des sons. — Voix.

La voix est une faculté intellectuelle et morale par laquelle l'homme traduit ses sentiments et ses pensées. Elle consiste dans la production de sons par le larynx ; mais cet organe où l'air vibre et résonne sur certaines parties dites *cordes vocales* n'est pas le seul qui prenne part à l'exercice de la voix. On doit, en effet, ajouter les poumons qui, comme le soufflet de l'orgue, chassent l'air à travers le larynx ; et le tuyau vocal (pharynx, bouches, fosses nasales), qui modulent et corroborent les sons.

Le larynx est une espèce de boîte cartilagineuse (pl. IV, fig. 6 et 7) suspendue à l'os hyoïde (*h*), mue par des muscles et formée, en avant et latéralement, par les cartilages *thyroïde* (*th*) et *cricoïdes*, en arrière par les cartilages *arythénoïdes* qui soutiennent les bords de la glotte, ouverture du larynx dans l'arrière-gorge. L'extrémité inférieure du larynx se continue par la trachée-artère. Cet appareil est d'un tissu élastique dont toutes les parties vibrent simultanément. Les cordes vocales (*cv*) sont des ligaments saillants qui transforment le calibre du larynx en une fente dirigée d'avant en arrière et que l'on nomme *glotte*. Cette ouverture peut être fermée par un petit corps qui la surmonte, nommé *épiglotte* (*ep*). On appelle *ventricules* du larynx l'espace compris entre les *cordes vocales* supérieure et inférieure d'un même côté.

Le larynx est situé à la partie antérieure du pharynx ; il présente, sous la peau, chez les sujets maigres, une saillie très-apparente à laquelle le vulgaire donne le nom de *pomme d'Adam*, et qui est formée par le cartilage thyroïde. La grandeur de cet organe varie selon les âges, mais, toutes proportions gardées, elle est plus considérable dans l'homme que dans la femme.

L'abaissement du larynx coïncide toujours avec le relâchement des cordes vocales et l'élargissement de la glotte. L'élévation du larynx coïncide avec la tension des cordes vocales et le resserrement de la glotte.

Le larynx est indispensable à la production de la voix. Un animal peut être privé de cette faculté, si on lui ouvre la trachée-artère ; car alors l'air, pouvant sortir à travers cette issue accidentelle, ne reçoit plus les vibrations qui lui auraient été imprimées dans le larynx : on la rétablit immédiatement en rapprochant les lèvres de la plaie.

Le larynx a été regardé par les physiologistes comme agissant, dans la production de la voix, de la même manière qu'un instrument à anche, dont les tons sont d'autant plus aigus que les lames sont plus raccourcies, et d'autant plus graves qu'elles sont plus longues. Si l'on prend le larynx d'un animal quelconque et qu'on y pousse de l'air, au moyen d'un soufflet, par la trachée-artère, en ayant soin de comprimer cet organe de manière que les lèvres de la glotte se touchent, à l'instant il se produira un son analogue à la voix de l'animal. Cette expérience, faite sur des larynx humains, a donné lieu à la production artificielle de la voix humaine. L'intensité du son, comme dans tous les instruments à vent, dépend, en partie, de la force du courant d'air ; aussi sont-ce les individus à large poitrine qui peuvent soutenir, le plus longtemps, la voix dans toute sa force.

Le mécanisme de l'appareil vocal consiste en : 1° l'élévation du larynx ; 2° l'abaissement du larynx ; 3° le rétrécissement de la glotte ; 4° l'élargissement de la glotte. Le son est produit par l'écoulement périodiquement variable de l'air à travers la glotte, et ce sont les variations qui déterminent la tonalité des sons de la voix.

L'étude de la voix de l'homme révèle l'art infini avec lequel est construit l'organe qui la produit. Nul instrument de musique n'est comparable à celui-là (car les orgues et les pianos, malgré toutes leurs ressources, sont imparfaits sous d'autres rapports).

Quelques-uns de ces instruments, comme les tuyaux à bouche, ne permettent pas de monter du *piano* au *forte* ; dans d'autres, comme dans tous ceux dont on joue par percussion, il n'y a pas moyen de soutenir le son. L'orgue a deux registres, celui des tuyaux à bouche et celui des tuyaux à anche :

sous ce point de vue, il ressemble à la voix humaine avec ses registres de poitrine et de fausset. Mais aucun de ces instruments ne réunit tous ces avantages comme la voix de l'homme.

Dans le larynx, les modifications du timbre résultent des conditions générales de l'organisme et de l'action de toutes les parties de l'appareil phonateur ; aussi l'intensité de la voix est-elle liée au volume du larynx. Mais c'est particulièrement dans l'ensemble du tuyau vocal qu'on trouve la cause de ces modifications.

Le pharynx, la bouche et les cavités nasales, en agissant plus ou moins séparément, ou en combinant leur action, donnent au son des timbres très-variés. Si le tuyau a une grande dimension, le son augmente de volume et devient lourd ou sombre. Le timbre est, au contraire, d'autant plus clair ou criard, que les dimensions du tuyau sont plus petites.

Dans les sons graves, les cordes vibrent dans toute leur longueur, l'air expiré sort par toute l'étendue de la glotte. A mesure que les sons *s'élèvent*, la glotte se resserre antérieurement, ses lèvres ne vibrent qu'en arrière.

Pour la production des sons *très-aigus*, les *cordes vocales* ne vibrent plus qu'à leur extrémité arythénoïdienne. — Le nerf laryngé qui anime le muscle arythénoïdien étant coupé, les sons aigus sont perdus. C'est surtout pendant l'expiration que se produit la voix, mais on peut arriver aussi à la produire dans l'inspiration.

Lorsque le son traverse les cavités nasales, il peut se présenter trois cas principaux :

Premier cas. La bouche étant fermée, si le son est poussé à travers les cavités nasales, celles-ci lui livrent passage sans qu'il puisse s'y arrêter et y retentir, et le timbre est très-légèrement nasonné.

Deuxième cas. Si l'écoulement du son peut se faire par la bouche, tandis que l'orifice extérieur des fosses nasales est fermé, le timbre devient extrêmement nasillard, si on dirige le son dans les cavités nasales, car il retentit dans toute leur étendue.

Troisième cas. Si on dirige le son dans ces mêmes cavités, pendant que la bouche et le nez sont ouverts, l'écoulement se fera à la fois par ces deux points, mais le son pourra retentir dans la partie postérieure des fosses nasales. Dans ce dernier cas, le timbre sera moins nasonné que dans le précédent, mais beaucoup plus que dans le premier. On voit, d'après cela, qu'il faut soigneusement distinguer le son qui s'écoule par ces cavités, du son qui y retentit. C'est dans cette distinction que se trouve l'explication de tous les phénomènes de la voix nasonnée.

La parole, dont l'homme seul est en possession, peut aussi s'appeler la voix articulée ; elle est le produit des modifications que reçoit la colonne d'air, dans l'intérieur de la bouche, par les actions combinées du voile du palais, des joues, de la langue et des lèvres. Le plus grand degré du perfectionnement de la voix est la parole, ce sublime attribut qui a fait du genre humain une seule famille unie par l'intelligence.

SYSTÈME NERVEUX. — INDICATION DES PARTIES QUI LE CONSTITUENT
ESSENTIELLEMENT. — FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX. — NERFS
MOTEURS ET SENSITIFS.

**Système nerveux. — Indication des parties qui le
constituent.**

Les sensations font connaître à l'homme tout ce qui l'environne, et la faculté de les éprouver réside dans un appareil particulier appelé système nerveux. La sensation comprend en même temps l'impression faite sur nos organes par les corps extérieurs, la transmission de cette impression au cerveau par l'intermédiaire des nerfs, et enfin l'excitation particulière que le cerveau en reçoit lorsqu'elle y est arrivée.

Il existe dans toutes les parties du corps des espèces de cordons blancs et minces qui se ramifient dans les divers organes et vont se terminer par leur extrémité opposée au cerveau ou à la moelle épinière (pl. VII, fig. 1). Ces cordons sont appelés nerfs : ils servent à transmettre les sensations de l'organe qui

les reçoit au cerveau, qui est le siège de la sensation : c'est également par l'intermédiaire des nerfs que l'influence de la volonté se communique du cerveau aux muscles des différentes parties du corps.

Les anciens nommaient nerfs toutes les parties blanches du corps d'un animal, telles que les nerfs, les tendons et les ligaments ; mais, depuis Galien, le nom de nerfs a été uniquement réservé aux parties qui sont dans une dépendance, soit directe, soit indirecte, du centre nerveux cérébro-spinal.

Aussi, lorsqu'un ou plusieurs de ces nerfs se trouvent coupés, liés ou atrophiés, les organes auxquels ils se distribuent perdent la faculté de sentir et d'exécuter des mouvements volontaires, ou, en d'autres mots, sont *paralysés*. Il est également reconnu que les lésions du cerveau nous privent de la faculté de percevoir, quoique les organes ou les différents nerfs des sens soient dans un état d'intégrité parfaite.

Les nerfs sont d'une sensibilité extrême, et la moindre blessure de l'un d'eux occasionne une douleur vive ; il en est de même de la moelle épinière. Ces cordons blanchâtres se divisent et se subdivisent dans leur trajet ; ils sont composés de filaments, ou de petits filets très-fins dont l'une des extrémités tient à la moelle épinière ou à la moelle allongée et qui, par leur autre extrémité, se ramifient et se distribuent dans la texture des divers organes (pl. VII, fig. 1).

Les nerfs communiquent entre eux de mille manières, dans leur trajet. Quelquefois un simple filet s'unit à un autre, c'est ce qu'on appelle une anastomose ; d'autres fois une infinité de filets se réunissent et s'enlacent en forme de réseau ; c'est ce qu'on nomme un plexus, et quand ce plexus, plus dense et plus serré, au lieu d'un réseau, n'offre plus qu'une seule masse, on le nomme ganglion.

Centres nerveux.

Ces appareils de sensibilité offrent deux grandes dispositions générales : le système nerveux de la *vie organique*, le système nerveux de la *vie animale*.

Par le premier appareil, les organes de la nutritio sont

animés, sourdement et sans le secours de la volonté, de la sensibilité particulière qui leur est indispensable pour remplir leurs fonctions : c'est ainsi que les organes de la digestion, ceux de la circulation, ceux de la respiration, etc., sont constamment maintenus dans l'état d'excitation qui est la condition de la vie. C'est à l'aide de cette influence nerveuse que l'estomac digère, que le chyle est porté dans le torrent de la circulation, que le cœur se contracte, que l'air entre dans les poumons, qu'il se mêle au sang veineux, le vivifie, et qu'enfin le sang vivifié revient au cœur, dont les contractions le distribuent dans la structure des organes les plus déliés, en lui faisant parcourir des milliers de canaux presque imperceptibles.

Ce système nerveux est nommé système nerveux de la *vie organique* ou *grand sympathique*. Il est double, dans toute son étendue, et composé d'un nombre infini de filets nerveux qui se réunissent tous ensemble dans de petits renflements nerveux que l'on nomme ganglions. Ces ganglions et ces nerfs sont disposés et distribués le long de la partie antérieure de la colonne vertébrale, depuis la tête jusqu'au sacrum.

La masse du *grand sympathique* est en raison directe du nombre et du volume des organes de la vie organique. On l'a partagé pour l'étude en quatre régions :

1 ^o PORTION CÉPHALIQUE....	{ Ganglion sphéno-palatin. — ophthalmique — otique. — carotidien.
2 ^o PORTION CERVICALE.....	{ Ganglion cervical supérieur. — — moyen. — — inférieur. — nerfs cardiaques.
3 ^o PORTION THORACIQUE....	{ 11 ganglions. Nerf grand splanchnique. — petit splanchnique.
4 ^o PORTION ABDOMINALE ...	{ Plexus solaire. — diaphragmatique. — cœliaque. — hépatique. — splénique. — rénal. — mésentérique. — lombaire.

Les muscles qui reçoivent des filets du nerf grand sympathique se contractent d'une manière régulière et périodique, et ne sont pas soumis à l'influence de la volonté : tels sont le cœur et la tunique musculaires des intestins.

Le système nerveux de la vie animale consiste dans l'existence d'une masse nerveuse que l'on nomme encéphale, partagée en cerveau et en moelle épinière. De ce cerveau et de cette moelle épinière partent des troncs nerveux qui donnent naissance à des branches, lesquelles se divisent en rameaux qui, subdivisés en ramuscules, vont, sous les formes les plus déliées, se ramifier sur les organes et pénétrer dans leur tissu.

L'encéphale est logé dans la cavité du crâne et dans le canal qui règne dans toute la longueur de la colonne vertébrale *v* (pl. VII, fig. 2).

La partie supérieure de l'encéphale est formée par le *cerveau*, viscère très-volumineux et de forme ovale qui remplit la partie moyenne de l'intérieur du crâne et qui est divisé, sur la ligne médiane, par un sillon très-profond, en deux moitiés appelées *hémisphères du cerveau* (pl. VII, fig. 1).

Chacun de ces hémisphères, divisé à son tour en trois lobes, présente à sa surface un grand nombre de sillons et de saillies contournées sur elles-mêmes, comme les intestins, et appelées *circonvolutions du cerveau*, *c, c* (pl. VII, fig. 2). Enfin, on trouve dans leur intérieur des cavités nommées *ventricules* (pl. VII, fig. 7, *soulevez le lambeau*), et on distingue dans la substance dont ils sont composés deux matières : l'une blanche, qui en occupe l'intérieur, et l'autre de couleur grise, qui en forme la superficie.

En arrière et au-dessous du cerveau se trouve une autre masse nerveuse bien moins grosse, mais de structure analogue, qu'on appelle *cervelet*, *c'* (pl. VII, fig. 1 et 7). C'est de ces deux organes que naît la *moelle épinière*, *m* (pl. VII, fig. 2, *lambeau*), qui a la forme d'une grosse corde blanchâtre étendue de l'intérieur du crâne jusque vers la partie inférieure du canal dont la colonne vertébrale est creusée.

Chaque lambeau de la figure 2 de la planche VII représente un hémisphère dans ses rapports avec le crâne. Le lambeau

le moins profondément placé représente une coupe du cerveau dans l'épaisseur de ses circonvolutions ; une coupe du cervelet, la glande pinéale, et l'origine de la moelle épinière. Le lambeau extérieur représente l'ensemble du système cérébro-spinal vu de profil (côté droit), et dans ses rapports naturels avec les parois du crâne et du canal vertébral : circonvolutions cérébrales du lobe antérieur du cerveau, lobe moyen, lobe droit du cervelet, protubérance annulaire, partie latérale droite de la moelle épinière, vulgairement nommée queue de cheval, nerfs sacrés renfermés dans le canal de l'os sacrum. Ce même lambeau, vu en dedans, représente une coupe du cerveau, du cervelet et de la protubérance faite sur la ligne médiane : commissure cérébrale ou corps calleux, large bande de substance médullaire qui réunit les deux hémisphères, au milieu de la masse nerveuse du cervelet, protubérance annulaire, glande pinéale, presque entièrement isolée du cerveau, auquel elle ne tient que par deux petits cordons de substance nerveuse ; c'est dans ce corps que Descartes plaçait le siège de l'âme.

La figure 1 de la planche VII représente la face antérieure du système cérébro-spinal et l'origine de tous les nerfs qui naissent soit du cerveau, soit de la moelle épinière. Ici, les nerfs de la moelle épinière sont coupés au delà de l'endroit où leurs racines antérieures et postérieures se réunissent. Les parties indiquées dans cette figure sont : *c* le cerveau, *c'* le cervelet, *m* la moelle épinière, *p*, *b* le plexus brachial qui fournit les troncs nerveux qui se distribuent dans l'épaule et le bras, *p*, *s* le plexus sciatique dont les divisions se rendent dans la cuisse et la jambe.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, une multitude de nerfs sortent de la base du cerveau et des côtés de la moelle épinière et vont se ramifier dans les parties extrêmes du corps. On en compte quarante-trois paires, dont les douze premières naissent dans l'intérieur du crâne, et trente et une sortent de chaque côté de la colonne vertébrale. Ces dernières naissent toutes sur les côtés de la moelle par deux racines. Ils donnent, à droite et à gauche, naissance :

1° Au *plexus brachial* d'où naissent les nerfs : brachial cutané interne, musculo-cutané, médus, cubital, radial ;

2° Au *plexus lombaire* d'où naissent les nerfs : crural, obturateur, lombo-sacré ;

3° Au *plexus sacré* d'où naissent les nerfs : grand-sciatique, poplitée-externe, saphène, tibial.

Quant aux douze premières paires, elles sont désignées par les noms suivants :

Première : Nerf olfactif, 1 (pl. VII, fig. 1).

Deuxième : Nerfs optiques, 2 (*id.*).

Troisième : Nerfs moteurs oculaires communs, 3 (*id.*).

Quatrième : Nerfs pathétiques, 4 (*id.*).

Cinquième : Nerfs trijumeaux, 5 (*id.*).

Sixième : Nerfs moteurs oculaires externes, 6 (*id.*).

Septième : Nerfs faciaux, 7 (*id.*).

Huitième : Nerfs auditifs, 8 (*id.*).

Neuvième : Nerfs glosso-pharyngiens, 9 (*id.*).

Dixième : Nerfs pneumo-gastriques, 10 (*id.*).

Onzième : Nerfs hypoglosses, 11 (*id.*).

Douzième : Nerfs spinaux, 12 (*id.*).

Le cerveau est nourri par des vaisseaux sanguins qui s'y distribuent en canaux aussi déliés que nombreux. Ces vaisseaux ne pénètrent point immédiatement dans sa substance. Les artères qui y entrent et les veines qui en sortent présentent à sa surface un lacis de vaisseaux capillaires qui forme au cerveau une première enveloppe nommée *pie-mère*.

Si l'on estime l'importance d'un organe par les soins qu'a pris le Créateur pour le mettre à l'abri des lésions, nul ne paraîtra plus essentiel que le cerveau. Recouvert ainsi par la *pie-mère*, cet organe est lubrifié par la sérosité que sécrète l'*arachnoïde*, véritable membrane séreuse qui tapisse la totalité des organes nerveux contenus dans le crâne, se réfléchit sur elle-même, et enveloppe le cerveau sans le contenir.

La consistance du cerveau est si délicate, que le moindre choc, en ébranlant ses parties, eût pu troubler leur action ; aussi la nature a-t-elle pris le soin de le protéger par une

troisième membrane, appelée *dure-mère*, qui se moule exactement sur ses parties, les force, par sa résistance, à conserver leur forme propre, et empêche leur contact immédiat et leur affaissement.

Mais rien n'est plus propre à protéger l'encéphale que la boîte osseuse dans laquelle il est contenu (pl. VII, fig. 2). Le crâne, en effet, par son épaisseur, sa forme arrondie et ses nombreuses articulations, est capable de résister à de grands efforts. Un choc reçu par une partie quelconque de cette voûte vient se briser, en rayonnant, dans les sutures qui unissent les os nombreux concourant à sa formation.

Le crâne se dilate en proportion du développement du cerveau, et revient sur lui-même par suite de la diminution du volume de cet organe. — Georges III, roi d'Angleterre, a offert un remarquable exemple de ce retrait du crâne : sa tête avait été moulée, pendant sa jeunesse et avant 1787, époque de son premier acte de folie ; en 1820, il mourut ; sa tête, de nouveau moulée, présenta une diminution notable de l'angle frontal. M. Fossati possédait ces deux bustes.

Les os du crâne sont recouverts par la peau qui, à la tête, a reçu le nom de *cuir chevelu*, non-seulement parce qu'elle est garnie de cheveux, nouveaux moyens protecteurs, mais encore parce qu'elle est plus dense et plus résistante que dans le reste du corps. Les cheveux, étant mauvais conducteurs du fluide électrique, mettent la tête dans une espèce d'isolement, d'où il résulte que le cerveau reçoit une influence moins marquée de la part de ce fluide.

Nous avons vu, en traitant la mécanique animale, de quelles merveilleuses précautions avait été entourée la structure du crâne et de la colonne vertébrale ; ces notions trouvent ici une application directe. Il est très-rare de voir une lésion de la moelle épinière ; ce qui prouve que la nature a mis pour la protéger au moins autant de sollicitude que pour défendre le cerveau.

Cette prévoyance était, en effet, d'autant plus nécessaire, que la texture délicate de la moelle épinière ne pourrait recevoir ni le plus petit ébranlement, ni la moindre compression,

sans que ses fonctions en fussent tout à coup troublées. Outre les os nombreux dont se compose la colonne vertébrale, *v*, *v'*, *v''* (pl. VII, fig. 2), plusieurs couches musculaires la recouvrent encore ; leur épaisseur prévient l'effet des violences extérieures, qui est presque toujours funeste.

Fonctions du système nerveux

On sait maintenant que non-seulement le cerveau est le siège principal des mouvements et des perceptions, mais encore qu'il est l'organe exclusif des manifestations de l'intelligence. L'homme auquel on enlève un membre ne perd rien de sa force intellectuelle ; la moelle épinière elle-même peut être lésée jusqu'au voisinage du crâne, sans que les facultés de l'âme soient abolies.

L'organe du moral est le cerveau ; les actes intellectuels et moraux sont liés à l'organisation, et *sont servis par elle*.

Notre sentiment intime nous fait rapporter à la tête le lieu où se produisent la plupart de nos actes intellectuels et moraux ; c'est là qu'on rapporte la fatigue qui suit un emploi trop prolongé des facultés de l'esprit : l'intégrité du cerveau est nécessaire à leurs manifestations. De nombreuses observations de maladies, et des expériences sur les animaux, ont mille fois prouvé cette proposition. L'altération de toute autre partie du corps, même des parties principales, de la moelle épinière, par exemple, laisse souvent le moral intact. Si quelquefois le contraire arrive, et qu'il survienne du délire, à l'occasion de l'inflammation du poumon, de l'estomac, de l'intestin, cela s'explique par les réactions sympathiques des organes lésés sur le cerveau.

Quelques auteurs ont placé le siège du *sentiment* ou des *facultés affectives* dans certains organes de la vie intérieure. Bichat a indiqué le système nerveux organique, en se fondant sur les trois considérations suivantes :

1° Sur ce que c'est aux divers organes intérieurs et plus particulièrement à la région épigastrique, que nous rapportons le sentiment qui accompagne une passion ;

2° Sur ce que les premiers effets des passions, au lieu de porter sur le cerveau, comme ceux du travail intellectuel, portent sur les organes de la vie intérieure : ainsi, sous l'influence de ces émotions morales, le cœur presse, ralentit et suspend ses battements ; la respiration devient haletante, entrecoupée ; la digestion se suspend ou est troublée par des vomissements ; la peau se couvre d'une sueur glacée, etc., etc. ;

3° Sur ce que le geste et le langage rapportent également les passions à ces organes de la vie intérieure : ainsi la main se porte sur la région précordiale. Les anciens avaient déjà eu cette idée, puisqu'ils avaient placé le siège des passions dans le *centre épigastrique*.

Entre autres objections faites à ce système, on a dit que placer le siège des passions dans les organes de la vie intérieure, parce que ceux-ci sont modifiés par elle, c'est prendre l'effet pour la cause. En effet, les jambes manquent dans la peur ; devra-t-on rapporter la peur à cette partie du corps ?

On a cherché à expliquer toutes nos sensations par des vibrations dans la substance médullaire des nerfs et du cerveau. Cette explication mériterait de tenir une place dans la saine philosophie, si l'on avait jamais pu établir par des expériences directes que cette substance éprouve des vibrations ou qu'elle est susceptible d'en éprouver. On s'est servi de ces vibrations imaginaires pour expliquer toutes nos sensations, quoiqu'on n'ait jamais pu établir une relation entre la diversité des unes et celle des autres.

Les rayons lumineux produisent une impression sur le nerf optique, mais ils n'en produisent aucune sur les nerfs acoustiques ou olfactifs ; les émanations odorantes des corps font une impression sur les nerfs olfactifs, mais elles n'en font aucune sur les nerfs optiques ou acoustiques. Les vibrations de l'air agissent sur les nerfs acoustiques, mais elles laissent insensibles les nerfs optiques et olfactifs.

Le galvanisme est l'un des plus puissants excitants du système nerveux. La manière dont se conduit cet agent offre même des traits d'analogie si frappants avec la manière dont se conduit l'agent nerveux, que quelques physiologistes ont cru

pouvoir en conclure l'identité de ces deux agents. Mais cette identité est loin d'être prouvée.

Avant d'énumérer les principales conditions de l'action nerveuse, nous devons dire qu'on ne sait rien du mode et du mécanisme de cette action. Les esprits animaux ont depuis longtemps perdu leur vogue. Le fluide nerveux n'est qu'une conjecture qui s'accommode plus ou moins aux faits, et l'analogie avec le fluide galvanique, quelque frappante qu'elle soit, n'est pourtant encore qu'une analogie.

Les anciens supposaient que les fibres nerveuses sont de petits tubes remplis d'une vapeur très-subtile à laquelle ils donnaient le nom d'*esprits animaux*; que le cerveau est une glande qui sécrète ces esprits de la partie la plus déliée du sang, et répare continuellement l'énorme consommation qui s'en fait; qu'enfin c'est par le moyen de ces esprits animaux que les nerfs remplissent leurs fonctions.

Descartes nous les montre parcourant sans cesse les canaux qu'ils se sont assignés, et produisant non-seulement les mouvements musculaires, mais la perception, la mémoire et l'imagination. Il a décrit leurs voyages et leurs opérations avec la même précision et le même détail que s'il en avait été le témoin oculaire.

Malheureusement, jamais œil humain n'a aperçu la structure tubulaire des nerfs, jamais les injections les plus fines n'ont pu la rendre sensible, et il se trouve que toutes les merveilles qu'on a racontées des esprits animaux, pendant plus de quinze siècles, n'étaient que de pures conjectures.

M. Helmholtz, professeur de physiologie à Kœnigsberg, s'est occupé de déterminer la vitesse de propagation de l'agent nerveux dans les nerfs rachidiens. Il a trouvé qu'il faut à l'irritation nerveuse, pour arriver du plexus sciatique au muscle gastrocnémien d'une grenouille, par exemple, un espace de temps qu'il a évalué à 43 mètres par seconde : il a constaté, en outre, qu'à des températures basses correspondaient de moindres vitesses de propagation de l'agent nerveux. Ces expériences constatent, pour la transmission de l'action nerveuse, une vitesse infiniment plus lente que celle de la lumière qui

est de 312,000 kilomètres par seconde et plus lente encore que celle de l'électricité qui est de 460,000 kilomètres, dans le même espace de temps.

Nerfs moteurs et sensitifs.

Parmi les nerfs qui naissent de la moelle épinière, il en est un certain nombre qui ne servent qu'à la transmission des impressions, d'autres qui sont destinés uniquement à déterminer, sous l'influence de la volonté, des contractions musculaires.

Dans le point où ces nerfs sortent de la moelle épinière, ces deux espèces de fibres sont encore séparées et constituent deux racines distinctes, l'une située au-devant de l'autre (pl. VII, fig. 1 et 8) :

La racine antérieure sert aux mouvements ;

La racine postérieure, à la sensibilité.

Aussi, lorsqu'on coupe, sur un animal vivant, les racines antérieures de tous ces nerfs, il ne peut plus se mouvoir, mais conserve la sensibilité ; tandis que c'est le contraire qui a lieu, si l'on coupe les racines postérieures, sans blesser les racines antérieures. Charles Bell eut le premier l'ingénieuse pensée que les racines postérieures des nerfs rachidiens, celles qui sont pourvues d'un ganglion, président au sentiment seul que les racines antérieures sont destinées au mouvement, et que les filets primitifs de ces racines, après s'être réunis en un cordon nerveux, se mêlent ensemble pour subvenir aux besoins de la peau et des muscles. Il développa cette idée dans un petit ouvrage qui n'était point destiné à sortir du cercle de ses amis. Onze ans plus tard, M. Magendie présenta la même théorie. Le mérite lui appartient de l'avoir introduite dans la physiologie expérimentale. Voici la manière dont ces deux savants physiologistes ont cherché à la démontrer : Que l'on coupe, sur la même grenouille, du côté gauche les trois racines postérieures, et du côté droit les trois racines antérieures des nerfs destinés aux pattes de derrière, on trouve que le sentiment est aboli dans la patte gauche, et le mouve-

ment dans la patte droite. Si l'on coupe alors le bout de la patte droite, qui conserve le sentiment et a perdu le mouvement, l'animal témoigne une vive douleur, dans toutes les parties de son corps, par les mouvements qu'il exécute ; mais il lui est impossible de remuer la patte droite, bien que la douleur s'y fasse sentir également ; si l'on coupe le bout de la patte gauche, qui est mobile encore, mais insensible, l'animal ne ressent rien. Cette expérience est, sans contredit, la plus frappante de toutes, et elle donne un résultat complet, décisif, absolu.

La distinction dont nous venons de parler permet de comprendre, mieux qu'on ne l'avait fait, les phénomènes compliqués de l'état léthargique. Si, en effet, les racines antérieures (*locomotrices*) des nerfs rachidiens, si les nerfs moteurs de la langue, les nerfs moteurs des yeux, les nerfs moteurs de la face sont seuls affectés et privés de leur fonction physiologique spéciale, la locomotion, il pourra arriver que le léthargique ait, par l'intégrité des *nerfs sensibles*, la conscience de ce qui se passera autour de lui, mais qu'il soit dans l'impossibilité d'exprimer ses sensations ; puisque ni ses membres, ni ses yeux, ni sa langue, ni aucune autre partie de son corps régie par les nerfs locomoteurs ne peuvent être remués. Dans cet horrible état, il pourra voir et entendre les préparatifs de ses funérailles, se sentir descendre dans la tombe et s'y entendre renfermer, sans pouvoir donner aucun signe de la vie qui ne l'a pas encore abandonné et qui persistera, longtemps peut-être, après qu'il aura été inhumé.

Rapports du cerveau et des manifestations intellectuelles.

C'est sur la considération de la masse et du volume du cerveau que reposent plusieurs moyens par lesquels on a cherché à juger, *à priori*, du degré d'intelligence des divers hommes et des aptitudes instinctives des animaux.

Ainsi, chez un *idiot*, au lieu de cinquante-un centimètres de circonférence qu'a le cerveau d'un homme adulte et sain, on ne trouvera que quarante centimètres de circonférence. Si

le moral varie dans un même individu selon son âge, l'état de veille ou de sommeil, de santé ou de maladie, c'est que le cerveau est lui-même différent dans chacun de ces états. Les animaux ont tous une psychologie particulière, et, comme le prouve l'anatomie comparée, leur cerveau a une structure spéciale, un développement particulier.

Nous avons déjà fait remarquer (page 191) que, des deux parties qui composent la tête, le crâne est, ordinairement, en raison du volume du cerveau et la face en raison du développement des organes du goût et de l'odorat; comme ces deux sens sont les plus exclusivement consacrés à des besoins physiques et étrangers à l'intelligence, on a supposé que la proportion respective de ces deux parties, le crâne et la face, pouvait servir à préjuger le degré d'intelligence des animaux : l'intelligence étant plus grande là où il y aurait un grand crâne et une petite face. C'est à faire connaître cette proportion respective que tendent les trois moyens dont nous allons parler.

1° *L'angle facial* de Camper. Il est formé, d'une part, par une ligne verticale conduite des dents incisives supérieures au point le plus élevé du front, et, de l'autre, par une ligne horizontale conduite de ces mêmes dents incisives supérieures à la base du crâne, en passant au niveau du conduit auditif externe. L'homme est de tous les animaux celui qui a cet angle le plus grand : il est de 80 degrés chez l'Européen de 70 degrés chez le Mongol, de 70 degrés chez le nègre; il n'est que de 60 degrés chez l'orang-outang.

Lavater a dressé une échelle des animaux sous le rapport de l'angle facial, depuis la grenouille, où la ligne faciale est très-inclinée, jusqu'à l'Apollon du Belvédère qui a cette ligne tout à fait droite.

2° *L'angle occipital* de Daubenton. Il est formé, d'une part, par une ligne horizontale tirée du bord inférieur de l'orbite au bord postérieur du grand trou occipital, et, de l'autre, par une ligne verticale tirée du sommet de la tête à l'intervalle des condyles de l'occipital. Il n'est, chez aucun animal, plus

grand que chez l'homme, et cela parce que le trou occipital, chez ce dernier, est situé tout à fait horizontalement. Chez les animaux où le trou occipital se recule de plus en plus et finit par être situé tout à fait en arrière, à l'opposite de la gueule, cet angle devient, au contraire, de plus en plus aigu.

3° *L'aire du crâne.* Cuvier compare l'*aire du crâne* à celle de la face et trouve que chez l'Européen elle est quadruple de celle de la face : dans le Kalmouk, l'aire de la face a déjà augmenté d'un dixième ; dans le nègre, l'augmentation est d'un cinquième ; dans les sapajous, de moitié, dans les mandrills, les deux aires sont égales ; dans le lièvre, l'aire de la face est déjà plus grande du tiers ; dans les ruminants, du double ; dans le cheval, elle est quadruple, etc.

Selon Desmoulins, le nombre et la perfection des facultés intellectuelles, dans la série des espèces et dans les individus de la même espèce, sont en proportion de l'étendue des surfaces cérébrales et, par conséquent, du plissement de la membrane des hémisphères du cerveau.

Selon Gall, le cerveau n'est pas un organe unique, mais un groupe de plusieurs organes qui sont affectés chacun à la production d'un acte moral spécial. Cet auteur a donné pour base à son système les considérations suivantes :

1° Dans la série des animaux, telle psychologie correspond constamment à la structure du cerveau ;

2° Chaque sens externe a son système nerveux propre. Les facultés intellectuelles et morales sont multiples, chacune conséquemment doit avoir son organe spécial.

3° Dans les divers hommes on observe beaucoup de variétés psychologiques ; ces différences résident non pas dans des différences de la forme générale du cerveau, qui est la même, à peu de chose près, mais dans des différences qui portent sur des parties isolées de cet organe ;

4° Dans un même homme, jamais les facultés intellectuelles et affectives n'ont toutes le même degré d'activité ; tandis que l'une prédomine, une autre peut être faible ; ce qui s'explique bien par le volume et l'activité plus ou moins grande de la portion du cerveau qui préside à ces fonctions ;

5° Lorsqu'on est fatigué par un genre d'occupation, on peut encore se livrer à un autre, et souvent on se procure ainsi du délassement;

6° Souvent la folie, l'idiotie même ne sont relatives qu'à un seul genre d'idées;

7° Enfin, on a vu souvent une plaie, une lésion physique du cerveau ne modifier qu'une faculté, en laissant intactes toutes les autres.

Dans la recherche de ces organes spéciaux affectés à telle ou telle faculté, Gall a accordé une attention exclusive aux occupations favorites, aux vocations diverses qui font dire d'un homme qu'il est né *poète, musicien, mathématicien*, etc. Il s'est attaché surtout aux personnes qui sont, comme il le dit, *génies* sur un point, aux *fous monomanes*, par exemple. Il a étudié aussi les animaux, en opposant surtout ceux qui ont une faculté à ceux qui ne l'ont pas, afin de voir s'il n'existe pas dans le cerveau des premiers une partie qui manque dans celui des seconds, etc.

Il prétendait reconnaître et distinguer, dans chaque personne, les différents organes cérébraux auxquels sont attachés ses facultés et ses penchants particuliers.

Suivant lui, l'organe d'une faculté ou d'un penchant prédominant étant plus exercé que les organes des autres facultés ou penchants, acquiert, par cela même, un volume relativement plus considérable. Cette augmentation de volume s'imprimerait sur la partie correspondante de la face interne du crâne, et y produirait un enfoncement proportionnel; cet enfoncement se prononcerait, à son tour, sur la face externe, par une saillie ou *bosse* qui en retracerait parfaitement les dimensions.

Suivant cette doctrine, pour assigner le lieu qu'occupe chaque organe dans le cerveau, il n'y aurait plus qu'à reconnaître, par un grand nombre d'observations, les saillies ou protubérances qui existent sur le crâne des divers individus, et à déterminer à quelles facultés ou à quels penchants chacune de ces protubérances correspond invariablement.

Voici les sièges que ce physiologiste a assignés aux facultés établies par lui : l'*amour maternel*, l'*amitié* et la *défense de soi-même*, aux parties postérieures du cerveau ; les *instincts* du *meurtre*, de la *ruse*, de la *propriété*, de la *vanité*, de la *circonspection*, de la *poésie* aux parties latérales ; l'*instinct* de l'*éducation*, les *sens* des *localités*, des *personnes*, des *mots*, du *coloris*, des *tons*, des *nombres*, les *facultés* du *langage* et de la *mécanique*, celles de la *sagacité comparative*, de l'*esprit métaphysique*, de l'*esprit de saillie* aux parties antérieures, à celles qui répondent au front ; enfin, les *sentiments* de l'*orgueil*, du *sens moral*, de l'*imitation*, de l'*instinct religieux* et de la *fermeté* aux parties supérieures du cerveau, à celles qui aboutissent au vertex.

Pour qu'un pareil système fût admissible, il faudrait :

1° Qu'un des éléments de l'activité d'une fonction fût le développement de son organe ;

2° Que les organes cérébraux aboutissent et s'isolassent à la périphérie ;

3° Qu'enfin le crâne représentât fidèlement cette périphérie du cerveau, car ce n'est qu'à travers cette enveloppe osseuse et les téguments que Gall apprécie l'état du cerveau. Or, toutes ces proportions ne sont vraies que jusqu'à un certain point.

Beaucoup de travaux récents, parmi lesquels nous devons mentionner les recherches savantes de M. le docteur Lélut, ont mis à néant les prétentions exagérées de l'*organologie phrénologique*.

Ni le docteur Gall, pendant sa vie, ni ses élèves, depuis sa mort, n'ont répondu aux objections sérieuses qui ont été élevées contre la *phrénologie*, et que nous allons reproduire ici :

1° La division physiologique du docteur Gall, relative aux fonctions purement intellectuelles, comme toutes les divisions du même genre, se rapporte à une division psychologique tout à fait arbitraire, souvent nominale, et qui n'est appuyée que sur des conjectures et des raisonnements plus ou moins vagues ; seulement il admet beaucoup plus de facultés que ses devanciers. On serait tenté de demander à cet anatomiste si la multitude de ces organes a été imaginée pour expliquer le grand nombre de facultés qu'il admet ; ou si, au contraire, il

ne s'est pas vu forcé de multiplier les facultés, par des décompositions hypothétiques, pour les accommoder au grand nombre de protubérances qu'il croyait avoir trouvées sur le crâne, et qui étaient pour lui autant d'indices d'organes cérébraux distincts.

2° La division des penchants, des passions et des simples aptitudes, juste à beaucoup d'égards, est également arbitraire sous beaucoup de rapports ; elle admet des subdivisions et des décompositions qui n'existent que dans le langage et sont purement conventionnelles ; elle en établit d'autres qui ne sont qu'accidentelles et dépendent uniquement de circonstances locales ou individuelles. Elle ne se prête donc pas plus que la division des facultés intellectuelles à une division physiologique fixe et invariable.

3° Il n'est pas prouvé d'une manière certaine que le volume du cerveau et de ses différentes parties soit en raison de l'activité plus grande de la totalité ou d'une partie des facultés intellectuelles. C'est, par conséquent, une mesure peu fidèle et très-contestable de l'énergie de ces mêmes facultés.

4° En admettant l'augmentation du volume des différentes parties du cerveau, proportionnellement à l'énergie des facultés intellectuelles supposées correspondantes, il est loin d'être prouvé que ces augmentations partielles soient assez considérables pour produire un enfoncement sensible dans la *table interne* du crâne ; et, cet enfoncement eût-il lieu, la substance diploïque qui se trouve interposée entre cette *table* et la *table externe* du crâne empêcherait cet enfoncement de se produire, au dehors, par une *bosse* qui la traduisît parfaitement. Ajoutons que la couche d'eau qui existe dans la duplication de la membrane arachnoïde, non-seulement dans le crâne, mais encore le long de la colonne vertébrale, opposerait à cette impression du cerveau sur la face intérieure du crâne une difficulté de plus.

5° En supposant même qu'il y eût dans le cerveau des parties assez développées pour se prononcer au dehors par des saillies ou protubérances placées à la face externe du crâne, on devrait en retrouver quelques traces sur le cerveau lui-

même, après la mort. Or, jusqu'à présent, l'examen le plus attentif de cet organe n'a rien offert de semblable.

6° Enfin, en admettant, avec le docteur Gall, que les passions, les penchants et les aptitudes correspondent avec certaines dispositions organiques, ce qui est au moins très-probable, il n'est pas prouvé que ces dispositions organiques soient toutes placées dans le cerveau et que le reste de l'économie n'en recèle aucune autre.

Nous ne nions pas que le docteur Gall, en reprenant, de nos jours, les idées émises longtemps avant lui, ne leur ait donné des développements et une extension qui lui ont coûté beaucoup de temps et de recherches, et qui ont contribué à faire mieux connaître la structure du cerveau. Mais nous ne pouvons considérer comme un progrès scientifique le système qui a fait dépendre de sièges ou d'organes cérébraux particuliers, non-seulement les diverses facultés intellectuelles, mais encore toutes les passions, tous les penchants, toutes les dispositions morales et même industrielles qui peuvent se rencontrer chez les divers individus.

Quand on songe à l'engouement qu'a fait naître dans le *monde des salons* la doctrine du docteur Gall ; quand on se rappelle ces prétentions extravagantes que n'ont déroutées ni les échecs, ni les démentis, ni les déceptions, et qui, ne craignant pas de s'élever contre la puissance créatrice elle-même, s'attaquent à sa grandeur, en l'accusant de stérilité dans ses plans et dans ses moyens, on ne peut qu'applaudir aux efforts entés, dans ces derniers temps, par les esprits vraiment philosophiques, pour effacer de la physiologie du cerveau jusqu'aux dernières traces d'un système aussi aventureux.

Le jour où l'on voudra ne chercher dans les faits que ce qu'ils portent avec eux, et n'y voir que la vérité dont ils sont l'expression, on en finira de cette tentative déplorable faite par Gall, pour rattacher les facultés de l'esprit à certains sièges ou organes cérébraux distincts. Cette doctrine, qui aura passé dans la science avec un peu plus de fracas que celles qui l'ont précédée, n'en aura pas moins la destinée réservée à toutes les idées fausses, et disparaîtra, comme elles et pour les

mêmes causes : c'est que, d'une part, elle se rapporte à des divisions psychologiques arbitraires, purement nominales ; et que, d'une autre part, elle n'est pas fondée, quoi qu'on en dise, sur des observations positives.

ORGANES DES SENS. — TOUCHER. STRUCTURE DE LA PEAU. — ORGANES DU GOUT ET DE L'ODORAT.

Organes des sens.

Les impressions arrivent au cerveau par l'intermédiaire des nerfs des organes des sens ; nous ne percevons les objets extérieurs qu'au moyen de ces organes : ainsi, nous ne pouvons voir sans yeux, ni entendre sans oreilles. Non-seulement ces organes nous sont nécessaires, mais il faut encore qu'ils soient sains et dans leur état naturel. En effet, plusieurs maladies des yeux produisent une cécité absolue ; d'autres affaiblissent la vision, sans la détruire tout à fait ; et l'on peut en dire autant des organes des autres sens.

De toutes les opérations de l'esprit, a dit un philosophe, la perception des objets extérieurs est celle qui se répète le plus souvent.

Les sens atteignent toute leur perfection, même dans l'enfance, quand nos autres facultés ne sont pas encore éveillées. Ils nous sont communs avec les animaux, et nous présentent les objets sur lesquels s'exercent le plus fréquemment nos autres facultés.

Dans la perception, les objets extérieurs font sur les organes des sens, sur les nerfs et sur le cerveau, des impressions qui, en vertu des lois de notre nature, sont suivies de certaines opérations de l'esprit. On est sujet à confondre ces deux choses ; mais elles doivent être soigneusement distinguées.

Nous ne percevons les objets extérieurs qu'au moyen de certains organes corporels que la Divinité nous a donnés pour cette fin. L'Être suprême, de qui nous tenons l'existence, et qui nous a placés au milieu de ce monde, nous a pourvus de

facultés convenables à la situation et au rang qu'il nous assignait dans la création.

Nous avons cinq sens, et les sensations de chacun d'eux n'ont rien de commun entre elles. Il n'y en a aucun qui ne nous procure un très-grand nombre de sensations qui diffèrent non-seulement en degrés, mais encore en nature. Combien d'espèces de saveurs et d'odeurs, toutes susceptibles de tous les degrés, depuis le plus fort jusqu'au plus faible ! Il en est de même du chaud et du froid, de la sécheresse et de l'humidité, de la rudesse et du poli, de la dureté et de la mollesse, caractères que saisit et perçoit le toucher, qui nous fait connaître les qualités palpables des corps : les sons sont graves et aigus, sourds et éclatants, avec les mêmes différences de degrés. Enfin, il y a bien plus de couleurs que nous n'avons de termes pour les nommer.

Pour percevoir un objet, il faut qu'une impression ait été faite sur un organe, ou par l'application immédiate de l'objet, ou par quelque milieu placé entre l'organe et lui.

Dans trois de nos sens, le toucher, le goût et l'odorat, le contact du corps qui produit la sensation avec l'organe sentant est nécessaire ; dans les deux autres, l'objet est perçu à distance, mais au moyen d'un milieu qui fait impression sur l'organe.

Les vibrations de l'air sont le milieu de l'ouïe, et les rayons lumineux renvoyés des objets à l'œil sont le milieu de la vue. Tout objet qui ne dirige ou ne réfléchit point vers l'œil quelque rayon lumineux est invisible pour nous. Nous n'entendons aucun son, à moins que les vibrations de quelque milieu élastique, excitées par celles des corps sonores, ne viennent frapper notre oreille. Nous ne sentons aucune odeur, à moins que les émanations des corps odorants ne s'introduisent dans nos narines. Nous ne percevons aucune saveur que par l'application du corps savoureux à la langue ou à quelque partie de l'organe du goût ; et enfin nous ne percevons les qualités tangibles de la matière, qu'en la touchant avec la main ou par quelque autre partie de notre corps.

Les organes des sens sont au nombre de cinq : le toucher, le goût, l'odorat, la vue et l'ouïe. Leurs caractères communs

sont d'être tous placés à la périphérie du corps, d'être symétriques, d'être formés de deux parties principales : l'une nerveuse, qui développe l'impression; l'autre placée au-devant de la première, et destinée à recevoir l'impression du corps extérieur.

Les sens sont régis par la volonté, qui peut les dérober à l'action des corps extérieurs. Ils peuvent s'exercer de deux manières : ou *passivement*, quand l'organe, par le fait seul de sa situation à la périphérie du corps, et indépendamment de la volonté, est impressionné par les corps extérieurs; ou *activement*, quand cet organe, mû par la volonté et excité par elle, va comme au-devant du corps pour en recevoir l'impression. Les sens sont perfectibles par l'éducation.

Toucher.

Le toucher et le tact sont une fonction de la peau; ce sens a lieu sur toute sa surface, mais plus ou moins parfaitement dans chacune de ses parties, selon la configuration plus ou moins favorable qu'elles présentent. C'est ainsi que le tact, obscur à la plante des pieds et au talon, est parfait à la main, où il s'exerce le plus ordinairement.

Les nerfs qui partent du cerveau fournissent, après des subdivisions nombreuses, des filets déliés qui viennent ramper sous le tissu de la peau *a* (pl. VII, fig. 9). Cette membrane, qui revêt toute la surface du corps, est assez mince pour que ces filets nerveux la traversent et se ramifient à sa surface.

La peau est la membrane qui revêt tout le corps. Elle se compose principalement de deux parties : l'une appelé *chorion* ou *derme*, l'autre nommée *épiderme*.

L'*épiderme* *e* (pl. VII, fig. 9) est la couche la plus superficielle de la peau; c'est une espèce de vernis qui recouvre le derme *d* (*id.*, *id.*), et sert à le protéger contre le contact des corps durs et à empêcher qu'il ne se dessèche par l'action de l'air. Le derme est composé d'un nombre variable de couches superposées, *e* (*id.*, *id.*); sa couche la plus intérieure renferme la matière colorante de la peau, qui y est répandue par des

canaux qui viennent de petites ampoules logées dans le derme *c* (pl. VIII, fig. 10).

Le *derme* est la partie la plus épaisse et la plus importante de la peau ; il est situé sous l'épiderme et adhère par sa face interne aux parties sous-adjacentes. Un nombre considérable de nerfs le pénètrent et forment à sa surface de petites élévations nommées *papilles a* (pl. VIII, fig. 10) dans lesquelles ils se distribuent, sous la forme de houppes. C'est à ces nerfs que le derme doit sa sensibilité, qui est plus grande dans les parties où il y a le plus de papilles, comme au bout des doigts, par exemple.

L'épiderme est appliqué sur ces papilles nerveuses *ed* (pl. VII, fig. 9) : il n'est pas doué lui-même de sensibilité et rend le toucher d'autant moins délicat qu'il est plus épais ; le contact souvent répété d'objets rudes et durs tend à en déterminer l'épaississement : aussi les mains des personnes qui exécutent des travaux pénibles ont-elles l'épiderme plus épais et sont-elles moins sensibles que celles des personnes dont les occupations ne sont pas aussi laborieuses.

La peau présente, en outre, un grand nombre de *follicules sébacés f d* (pl. VIII, fig. 10) et des canaux qui excrètent le liquide de la transpiration.

M. le professeur Krause a cherché à évaluer la quantité approximative des follicules contenus dans la peau. Pour y parvenir, il a employé la méthode suivante : après avoir enlevé, à l'aide d'un emporte-pièce, des morceaux de peau d'égale dimension (15 à 30 millimètres carrés), il les laissait digérer pendant deux jours dans de l'acide nitrique étendu de trois parties d'eau, puis dans l'eau pendant le même espace de temps, et en troisième lieu dans l'éther sulfurique. En coupant ces morceaux en tranches minces, on pouvait compter, sous un grossissement de 25 à 50 diamètres, toutes les glandes qu'ils renfermaient.

Dans son calcul, M. Krause a ramené toutes les glandes au diamètre constant de 0^m,00063. Il a trouvé que, pour la peau du front, il existait en moyenne 1 258 glandes par trois centimètres carrés ; pour celle de la paume de la main, ce nombre

était de 2 736, et pour la plante du pied, de 2 685 ; tandis que la peau de la nuque et du dos n'en avait que 417. En admettant que la surface du corps soit en moyenne de 5 827 millimètres carrés, que chaque surface de trois centim. carrés contienne 1 000 glandes, on arrive au nombre total approximatif de 2 381 248 glandes de 0^m,00063 de diamètre.

Le sens du toucher est le plus essentiel de tous les sens ; aucun animal n'en est entièrement privé, et il paraît même acquérir d'autant plus d'activité que les autres sens sont moins développés.

La peau est douée d'une sensibilité particulière qui lui permet d'apprécier le contact des corps qui nous environnent, leur température basse ou élevée, leur résistance ou leur mollesse. Quand cette action est presque passive, elle prend le nom de *tact* ; mais quelques organes possèdent pour la sensibilité tactile une condition particulière plus exquise et plus spéciale, c'est ce qu'on nomme le *toucher*.

La main de l'homme est un admirable instrument de toucher ; la finesse de la peau, l'excessive mobilité des doigts, la possibilité d'opposer le pouce à tous les autres doigts lui permettent d'étudier les formes les plus minutieuses des corps, et de redresser ainsi les illusions des autres sens. Nous l'avons déjà dit à l'occasion du squelette (page 161), et nous avons cité la savante remarque de Buffon à ce sujet.

On donne le nom de *palper* à un toucher volontaire avec mouvement. Entre le *palper* et le toucher il y a le même rapport qu'entre flairer et sentir. Toute partie sensible qui peut, par des mouvements, varier ses points de contact avec les corps extérieurs est susceptible de palper. Le *palper* n'appartient donc à aucune région du corps exclusivement : seulement, la main y est plus propre que toute autre partie, en raison de sa structure, parce que les mouvements de pronation et de supination qu'elle peut exécuter lui permettent de mesurer l'espace, à l'aide d'une sorte de rotation ; parce que le pouce est opposable aux autres doigts, et parce que ceux-ci jouissent d'une mobilité relative. L'aptitude à palper dépend en outre de la finesse du toucher, et de la localisation de la

sensation dans les molécules de l'organe sensible. Les sillons réguliers du creux de la main, et la disposition des papilles cutanées en séries, doivent accroître la délicatesse du toucher; car ces inégalités découvrent plus aisément celles des corps, et sont plus facilement affectées par elles, isolément les unes des autres.

L'homme est de tous les animaux celui dont la peau est le plus favorablement disposée pour l'exercice du toucher. En effet, la surface de son corps s'offre à toutes les impressions qui peuvent s'exercer sur elle, et rien ne vient diminuer l'action des divers excitants sur ces organes de la sensibilité. Tous les autres animaux, tels que les mammifères, les oiseaux, les poissons, les reptiles, les mollusques, etc., etc., ont la peau recouverte par des poils, des plumes, des écailles, des coquilles; ce qui diminue beaucoup et quelquefois fait disparaître les effets du tact.

Les cheveux, les poils, les ongles, les cornes, sont des productions formées par de petits organes sécréteurs logés dans la substance de la peau; ils se développent, comme les dents, par l'addition de nouvelles portions de leur substance au-dessous de celles déjà formées, et ne sont pas le siège d'un mouvement nutritif comme les organes qui vivent. On donne le nom de bulbe aux organes sécréteurs des cheveux et des poils.

Lorsque nous nous formons, par le toucher, l'idée de la forme et de l'étendue d'une surface, nous multiplions l'étendue de la main ou du doigt mis en contact avec cette surface, autant de fois qu'elle se trouve contenue dans l'espace que le membre mobile parcourt en palpant. Pour acquérir l'idée de l'étendue dans l'espace, nous répétons le même acte, suivant les différentes dimensions du corps.

Comme toutes les fonctions de la vie, le toucher et le tact sont assujettis aux modifications de l'âge. Chez le vieillard, ce sens est considérablement détérioré; tandis que la sensibilité générale s'est bien affaiblie, la graisse ayant disparu, le derme n'est plus soutenu par elle, il se plisse, devient flasque et inaccessible aux impressions tactiles. Le toucher peut, par l'exercice, acquérir une grande puissance. Ainsi, des

aveugles discernent les couleurs; on rapporte que le sculpteur *Ganivasius*, devenu aveugle, continua de pratiquer son art avec succès, en se guidant par le toucher, et que l'antiquaire *Saunderson*, aveugle, discernait dans une série de médailles celle qui était contrefaite, etc.

Goût.

Ce sens a beaucoup d'analogie avec le toucher, car il faut, pour qu'il soit mis en éveil, que le corps qui produit la sensation soit en contact avec l'organe sentant. Pour qu'un corps sapide excite le goût, il faut qu'il soit soluble et dissous. L'appréciation de la sapidité des corps peut être exercée sur des quantités infiniment petites; c'est ainsi que le cinq-millième d'une dissolution de coloquinte est perçu, mais les dissolutions sucrées ont besoin d'une plus grande proportion pour affecter le goût.

La langue est couverte de papilles : filiformes à la pointe, coniques sur le dos, en forme de calice, à la base; ces nerfs proviennent : 1° du nerf grand hypoglosse qui préside aux mouvements; 2° du nerf lingual qui paraît dévolu aux sensations purement tactiles; 3° du nerf glosso-pharyngien qui reçoit, spécialement, les impressions sapides des corps (pl. VIII, fig. 11). Nous verrons que la langue ne joue qu'un rôle secondaire dans l'exercice du goût : la mutilation de cet organe ou son absence congénitale n'empêchent pas, en effet, l'existence de ce sens.

Le goût a pour siège la bouche et la langue qui, néanmoins, a chez quelques animaux plus d'importance comme organe de déglutition que comme appareil sensoriel. Il résulte d'un grand nombre d'expériences que les parties de la bouche où se font, le plus particulièrement, sentir les impressions sapides, sont la base de la langue, la partie inférieure des piliers du voile du palais et la partie supérieure du voile du palais. On ne sait rien de positif sur la sensibilité gustative des bords, de la pointe ni de la partie inférieure de la langue, de la voûte palatine, des lèvres, des gencives, ni des joues. Lorsque

la langue est dépourvue de tissu musculaire et sèche, comme chez les poissons et beaucoup d'oiseaux, il ne faut pas conclure de là que le sens du goût soit absent ; car la sensation qui le caractérise est une propriété de l'arrière-gorge entière : elle appartient, non à un organe particulier, mais à la membrane muqueuse de cette cavité. Les animaux qui avalent leur proie couverte de plumes ou de poils, tels que les serpents, dont il faut rapprocher, sous ce rapport, les oiseaux insectivores et granivores, sont les seuls auxquels le goût manque, en raison même de leur mode de déglutition.

Le mécanisme de la gustation est loin d'être compliqué, l'application plus ou moins immédiate des particules sapides suffit pour l'effectuer ; plus le corps est divisé, plus l'impression est complète, parce qu'alors il correspond d'une manière plus exacte et plus intime aux divers points de l'appareil sentant. Le goût devient plus intense par l'effet de l'attention, et l'on sait combien il est difficile de distraire un gourmet, lorsqu'il goûte quelque substance et qu'il *raisonne*, comme on dit, *ses morceaux*. L'homme serait peut-être, de tous les animaux, celui dont le goût aurait le plus de délicatesse, s'il n'émoussait de bonne heure sa sensibilité par les boissons fortes, les ragoûts épicés et tous les raffinements que la gastronomie invente chaque jour.

Ce sens peut acquérir une délicatesse extrême par l'exercice, comme le prouvent les dégustateurs : il n'est pas rare, dit-on, de trouver dans la Bourgogne méridionale des personnes qui non-seulement reconnaissent dans un vin mêlé d'autres vins, les vins de chacun des terroirs qui entrent dans sa composition, mais qui désignent encore le vignoble particulier qui les a fournis et l'année où ils ont été récoltés.

Beaucoup de substances sont à la fois sapides et odorantes, et l'impression totale qu'elles produisent est mixte. Il suffit de se boucher le nez pour savoir la part qui revient au goût, puisqu'on supprime alors la sensation de l'odorat. On sait que certains vins délicats perdent beaucoup de leur finesse lorsqu'on se bouche le nez en buvant.

Odorat.

L'odorat est le sens à l'aide duquel nous jugeons les qualités odorantes des corps. Cet œil qui voit les corps où ils ont été, est, comme le goût, une sentinelle placée à l'entrée des voies digestives, et la plus avancée des deux. On regarde généralement aujourd'hui les odeurs comme des parcelles mêmes des corps ; mais ces parcelles sont si menues, si subtiles, qu'elles n'ont pu être soumises à aucune investigation. Leur ténuité échappe au calcul, et pourtant on a expérimenté que la particule odorante de l'*assa-fœtida* présentait, en volume, un trente-huitième de quintillion de centimètre cube, c'est-à-dire qu'elle est mille fois plus ténue que les légers corpuscules qu'on voit s'agiter, par myriades, sur la route d'un rayon de soleil. Le sens de l'odorat est éveillé par des quantités infiniment petites de matière odorante : du papier qui a contenu du musc s'imprègne de l'odeur et la garde des mois, des années. Les côtes d'Espagne ont été reconnues à 70 kilom. en mer par l'odeur de romarin qui s'en dégage ; l'île de Ceylan, à 40 kilom. Un morceau de musc ou d'ambre, porté successivement dans plusieurs chambres, les remplit en un instant de l'odeur qui s'en dégage ; et cette émanation se prolonge indéfiniment, sans que le poids du corps diminue d'une manière sensible. Il faut donc que l'organe destiné à reconnaître et à apprécier les odeurs soit doué d'une grande puissance, en même temps que d'une grande finesse. Les corps retiennent plus ou moins bien les odeurs, suivant qu'ils sont plus ou moins foncés en couleur. Voici leur ordre d'absorption décroissante : noir, bleu, vert, rouge, jaune ; le blanc n'absorbe presque pas les odeurs.

L'odorat, que Kant appelait le goût à distance, est un réactif plus sensible que ceux de la chimie, car il reconnaît dans l'air la présence de certains corps que les réactifs chimiques ne peuvent déceler. Ce sens réside et s'exerce dans un appareil disposé à cet effet, que l'on nomme les fosses nasales *b* (pl. VII, fig. 2). Ce sont deux grandes cavités carrées, creusées dans l'épaisseur des os de la face, et qui communiquent au

dehors par les ouvertures du nez, au dedans par celles qui s'ouvrent dans le pharynx. L'amplitude des fosses nasales est augmentée en haut par les sinus, en avant par le nez dans l'homme, le *mouseau* dans quelques animaux. L'air traverse les fosses nasales, entraînant avec lui toutes les parties odorantes des corps. La disposition des fosses nasales est telle, que l'air est porté vers leur partie supérieure. C'est là que viennent s'épanouir les filets déliés du nerf de l'odorat (pl. VIII, fig. 12) : ce nerf perçoit les odeurs que l'air lui apporte, et c'est par lui que les impressions sont transmises au cerveau.

Les lames osseuses contournées qui sont fixées aux parois des fosses nasales, les sinus creusés dans l'os maxillaire et dans les os frontaux servent à emmagasiner l'air odorant, ils augmentent l'étendue de l'organe de l'odorat, et présentent aux molécules odorantes des points de contact plus nombreux. Ces lames sont appelées cornets des fosses nasales ; il y en a deux de chaque côté, *b* (pl. VII, fig. 2, *soulevez le lambeau*).

La membrane qui tapisse les fosses nasales porte le nom de membrane pituitaire ; elle s'applique sur tous les feuillets osseux, dont elle augmente l'épaisseur. La pituitaire est douce et molle au toucher ; elle sécrète le mucus nasal, humeur très-utile dans les fonctions de l'odorat. L'anatomie comparée démontre que la perfection de l'odorat résulte toujours du plus grand développement des cavités nasales et des sinus qui en dépendent. Dans le chien, les sinus frontaux ont une ampleur considérable. La longueur du groin du cochon explique la finesse de l'odorat dont est doué cet utile animal.

C'est le mouvement d'inspiration qui fait pénétrer dans l'intérieur des fosses nasales les molécules odorantes. On a constaté qu'en pratiquant sur des animaux une ouverture à la trachée-artère, et en empêchant ainsi l'air de la respiration d'arriver aux poumons par les fosses nasales, ces animaux n'avaient plus d'odorat.

On peut supprimer à volonté l'odorat, et se soustraire à la sensation de vapeurs désagréables, en suspendant la respiration par le nez.

On exalte ce sens, au contraire, en inspirant avec plus de

force, ou en faisant de petites inspirations, rapidement répétées. L'animal qui halène cherche dans l'atmosphère la couche chargée d'une substance odorante, et pour cela il exécute en diverses directions des mouvements inspiratoires qui se succèdent avec vitesse. Une fois qu'il a découvert cette couche, il la suit de la même manière. Le courant des odeurs peut aussi être favorisé par le vent. Les herbivores n'ont besoin que de ce véhicule pour sentir des odeurs développées à de grandes distances.

Il en est du sens de l'odorat comme de celui du goût ; en général, il se perfectionne avec l'âge, à moins que des habitudes destructives ne l'aient émoussé, comme cela n'a lieu que trop souvent, par l'usage qu'on a contracté d'introduire dans le nez des substances irritantes.

La transmission des impressions de ce sens est fort simple. Les substances odorantes, disséminées dans l'air, à l'état de gaz, ou peut-être même de poussière fine, sont amenées aux surfaces de la membrane muqueuse par le mouvement de l'inspiration. Le mucus nasal s'imprègne aussi de ces particules odorantes et les arrête. L'air qui sort de la bouche peut aussi faire naître la sensation d'odeurs, quand il est chargé de substances développées, soit dans les organes respiratoires, soit dans les organes digestifs.

Indépendamment de l'odorat, le nez possède le sens du toucher, par le moyen des filets nasaux de la seconde et de la troisième branche du nerf tri-jumeau. En effet, il sent le froid, le chaud, les démangeaisons, le chatouillement, la pression, la douleur. Ces nerfs ne sauraient remplacer le nerf olfactif, comme le démontre l'exemple des personnes qui, privées d'odorat, n'en ont pas moins une sensibilité tactile très-développée dans le nez.

Certaines substances, gazeuses ou vaporeuses, font aisément confondre la sensation tactile avec la sensation olfactive ; telles sont l'ammoniaque à l'état de gaz, les émanations du raifort, de la moutarde, etc. Les sensations qu'elles procurent ressemblent beaucoup à celles du toucher, et l'analogie devient plus frappante encore lorsqu'on réfléchit que ces vapeurs

âpres agissent pour ainsi dire de même sur la membrane muqueuse des paupières.

On cite plusieurs faits curieux qui tendraient à établir que certains hommes jouissent d'une grande puissance d'odorat. Woodward parle d'une femme qui reconnaissait dans l'air une odeur sulfureuse et prédisait les orages, plusieurs heures à l'avance. On nous a transmis l'histoire d'une jeune fille sourde et aveugle, pour qui l'odorat était un puissant auxiliaire du toucher. Souvent elle allait dans les champs cueillir des fleurs sans autre guide que les parfums qui s'échappaient des plantes.

Si l'on en croit le chevalier Digby, un enfant qui avait été élevé dans une forêt, où il n'avait vécu que de racines, distinguait par l'odorat l'approche des étrangers. Plus tard, rendu à la vie commune, il perdit en grande partie cette sensibilité olfactive. Il y a des peuplades entières qui jouissent de la même faculté : les Hurons, les Mohicans, les sauvages de l'Amérique du Sud et, en général, tous les nègres reconnaissent au flair la trace d'un homme, et distinguent si c'est celle d'un blanc ou d'un noir.

ORGANES DE LA VUE ET DE L'OUÏE, FONCTIONS DE LEURS PARTIES ESSENTIELLES.

Vue.

La vue est un sens à l'aide duquel nous pouvons juger la couleur, la distance et le volume des corps de la nature, par le moyen de la lumière. Ce sens, que Buffon appelait un toucher lointain, a pour effet de peindre au fond de l'œil les images des corps qui nous environnent, et de transmettre au cerveau les impressions de ces images. « Cette manière admirable dont nos yeux aperçoivent les objets, a dit Voltaire, et dont les tableaux de tout ce que nous voyons se peignent sur la rétine, est une peinture divine, dessinée suivant toutes les lois des mathématiques, et, par conséquent, ainsi que tout le reste, elle est de la main de l'éternel géomètre, en dépit de ceux qui font les entendus et qui feignent de croire que

l'œil n'est pas destiné à voir, l'oreille à entendre et le pied à marcher. »

Nous partageons l'étude de la vision en trois parties :

1° La lumière ;

2° Les organes de la vision ;

3° La marche de la lumière dans l'œil.

De la lumière.

La lumière est un fluide qui remplit l'étendue et qui éclaire les corps de la nature. Autrefois on croyait que la lumière était un *éther subtil* suspendu dans l'espace. Descartes est l'auteur de ce système, qu'on nommait des *ondulations*, et qui a été partagé par beaucoup de physiciens. Depuis Newton, on admet que la lumière est une substance matérielle émanant de tous les corps lumineux par eux-mêmes, dont les molécules infiniment petites, se propageant avec une extrême rapidité et en ligne droite, produisent sur le nerf optique la sensation de lumière. C'est la théorie de l'*émission*. Bien des phénomènes ont été parfaitement expliqués par cette théorie ; mais il en est d'autres qui ne s'accordent nullement avec elle ; aussi, le système des ondulations, remis en honneur par les beaux travaux contemporains, a-t-il repris, dans la science, la place qu'il n'eût jamais dû perdre. Sans nous arrêter sur ces questions, qui sont du domaine de la *physique*, nous considérerons uniquement la lumière au point de vue du rôle qu'elle joue dans la *vision*.

La lumière peut être ou *naturelle*, c'est celle du soleil, ou *artificielle*, c'est la lumière dégagée par les corps en combustion.

La lumière est *directe* ou *réfléchie* : elle est *directe*, quand elle marche en droite ligne du corps lumineux à notre œil ; elle est *réfléchie*, lorsqu'il existe entre nous et la lumière un corps qui nous renvoie l'éclat qui l'a frappé : la lune, un miroir, etc.

L'intensité de la lumière se mesure par l'éloignement ou le rapprochement des corps. Son intensité décroît en raison in-

verse du carré de la distance. C'est sur cette propriété qu'est fondée la *photométrie* ou l'art de comparer les intensités lumineuses.

Les corps sont *transparents* ou *opaques*. On nomme *transparents* les milieux à travers lesquels les rayons lumineux se meuvent ; les corps *opaques* sont ceux que la lumière ne traverse pas, et par la surface desquels elle est réfléchie.

La surface des corps opaques ne renvoie pas toujours la lumière telle qu'ils la recoivent. Il en est qui en absorbent tous les rayons, ou qui du moins n'en réfléchissent que fort peu : ces corps sont appelés *noirs*. Les corps qui réfléchissent tous les rayons, ou à peu près tous, sont *blancs* ; ceux qui n'en réfléchissent que quelques-uns (et leur variété est innombrable) sont appelés corps *colorés*.

Ainsi, la couleur n'est pas inhérente aux corps, elle dépend de l'espèce de rayons lumineux que le corps coloré peut réfléchir. En effet, si l'on reçoit sur une feuille de papier un faisceau de rayons lumineux qui aura traversé un prisme de verre, au lieu de produire une image blanche il formera une image oblongue dans laquelle on distinguera les sept couleurs suivantes : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Telles sont les sept couleurs primitives dont chaque rayon lumineux est composé et que l'on nomme *spectre solaire*.

La lumière peut être *réfléchie* ou *réfractée*. On l'appelle *réfléchie* quand elle est renvoyée dans l'espace par le corps sur lequel elle a été dirigée. Il est important de remarquer que les rayons lumineux abandonnent le corps qui les réfléchit, dans une direction pareille à celle qu'ils avaient en arrivant sur lui, et que l'angle formé par le rayon de réflexion sur le corps réfléchissant, est égal à l'angle formé par le rayon d'incidence.

La *réfraction* est la déviation que la lumière éprouve en passant d'une couche homogène dans une couche voisine, de densité différente. La *réfraction* de la lumière nous donne l'explication de quelques phénomènes qu'on observe journellement. Ainsi, quand on place une pièce de monnaie au fond d'un vase dont les parois sont opaques, l'œil ne peut voir la

pièce qu'en se plaçant dans le cône des rayons qui passent par l'ouverture du vase ; mais si l'on verse une certaine quantité d'eau dans le vase, la pièce devient visible pour l'œil placé au-dessous du niveau d'une ligne droite passant de la pièce au-dessus des bords du vase, et cette pièce paraît beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est en réalité (pl. VIII, fig. 2). C'est qu'alors les rayons sont réfractés en s'éloignant de la perpendiculaire, puisqu'ils passent d'un milieu plus dense dans un moins dense, qui est l'air ; or, en changeant de direction, les rayons, qui auparavant passaient au-dessus de l'œil de l'observateur, viennent alors frapper cet organe et y porter l'image de l'objet placé au fond de l'eau. On explique de la même manière pourquoi un bâton, en partie plongé dans l'eau, semble brisé à la surface de ce liquide.

La lumière marche ordinairement en suivant une ligne droite, et les différents rayons qui partent d'un point quelconque s'écartent entre eux, de plus en plus, à mesure qu'ils avancent dans l'espace. Lorsque ces rayons tombent perpendiculairement sur la surface d'un corps transparent, ils le traversent sans changer de direction ; mais lorsqu'ils le frappent obliquement, ils sont toujours plus ou moins déviés de leur direction primitive.

La déviation que subissent les rayons lumineux, en passant obliquement à travers des corps transparents, varie suivant la forme des corps. Des rayons lumineux qui traversent un corps transparent peuvent affecter trois directions différentes : ils sont parallèles, divergents ou convergents. Les corps transparents, que l'on appelle des milieux, peuvent être plans, convexes ou concaves.

Nous allons examiner les diverses déviations que subissent les rayons lumineux, *parallèles*, *convergents* ou *divergents*, suivant qu'ils traversent des corps transparents, *plans*, *bi-convexes* ou *bi-concaves*.

Les corps transparents *plans*, d'une faible épaisseur, ne font subir que de faibles déviations aux rayons lumineux : ainsi, en les traversant, les rayons *parallèles* restent *parallèles* ; les rayons *convergents* conservent leur degré de *convergence*,

et les rayons *divergents* conservent leur degré de *divergence*.

En traversant les milieux *bi-convexes*, les rayons lumineux tendent à se rapprocher du foyer de la réfraction.

Les verres *bi-convexes* ont la propriété de réunir les rayons lumineux en un point qu'on a nommé foyer. Ils rendent *convergens* les rayons *parallèles*, ils augmentent la *convergence* des rayons déjà *convergens*, et ils diminuent la *divergence* des rayons *divergents*, au point de les rendre *parallèles* et même *convergens*. Ils grandissent les objets, parce qu'ils nous les font voir sous un angle plus ouvert et parce que, en même temps, ils font *converger* vers notre pupille un bien plus grand nombre de rayons lumineux des corps que nous examinons avec une lentille. Ces corps, plus éclairés et grandis, nous paraissent rapprochés.

Si la surface du milieu réfringent est *bi-concave*, les rayons lumineux ne se rapprocheront pas de l'axe du faisceau ; mais au contraire divergeront.

D'après la différence de leurs effets, les verres *bi-convexes* ont été nommés verres *convergens*, et les verres *bi-concaves* verres *divergents*.

Plus les verres *bi-convexes* sont convexes, plus l'effet qu'ils produisent est énergique, et plus aussi la distance du foyer principal est courte.

En un mot, les lentilles *bi-convexes* et les analogues concentrent toute la lumière, tandis que les *bi-concaves* la dispersent.

Les corps *transparents* réfractent la lumière avec d'autant plus d'énergie qu'ils sont plus denses et qu'ils sont formés de matières plus combustibles.

Dans l'étude de la vision, nous verrons l'application des lois que suit la lumière réfléchie ou réfractée.

Organes de la vision.

Les organes de la vision se divisent en deux espèces : l'organe de la vision proprement dit, c'est le globe de l'œil ; puis les organes accessoires, ou protecteurs de l'œil. Occupons-nous d'abord de ceux-ci.

Sourcils. — Au-dessus de la paupière supérieure 1 (pl. V, fig. 1), on remarque deux arcades qu'on nomme sourcilières, et qui sont formées par la réunion de petits poils dont le nombre et le volume varient suivant les races et les tempéraments. Ils sont beaucoup plus fournis et plus bruns chez les peuples du Midi que chez ceux du Nord. Ils ont pour usage de protéger, par la saillie qu'ils font, la partie inférieure des paupières; ils ont aussi pour effet de détourner, vers le côté de la face, les gouttelettes de sueur qui quelquefois inondent le front. Enfin on croit que leur teinte plus ou moins foncée diminue l'action d'une vive lumière, en absorbant les rayons les plus énergiques.

Paupières. — On donne ce nom à deux voiles mobiles tendus au-devant du globe de l'œil. Les paupières sont formées à l'extérieur aux dépens de la peau (pl. VIII, fig. 4); à l'intérieur, elles sont tapissées par une membrane lisse qu'on nomme la membrane conjonctive: entre ces deux membranes est placée, pour chaque paupière, une petite lame de substance fibreuse et résistante qu'on nomme cartilage. La paupière supérieure est plus étendue que la paupière inférieure; les paupières présentent chacune deux bords: l'un se continue avec la peau, l'autre est libre. Chaque bord libre des paupières est hérissé de petits poils longs et déliés qu'on nomme cils. L'usage de ces cils est de former au-devant de l'œil une petite grille qui arrête les corps étrangers dont la présence gênerait l'exercice de la vision. Les bords libres des paupières sont taillés obliquement en dedans, de manière à constituer, par leur rapprochement, un canal étroit et triangulaire. Les paupières ont le double usage de protéger le globe de l'œil, en s'abaissant au-devant de lui, et de le rendre inabordable aux rayons lumineux dont l'éclat pourrait troubler le sommeil. Les paupières doivent à deux muscles, l'élévateur (pl. VIII, fig. 1, *lambeau*) et le palpébral, les mouvements alternatifs d'abaissement ou d'élévation par lesquels elles étendent, au-devant du globe de l'œil, le liquide aqueux dont nous allons parler, et qui est fourni par une glande qui fait partie de l'appareil lacrymal.

Appareil lacrymal. — Cet appareil est composé de plusieurs organes dont les uns sont destinés à former et à verser au-devant de l'œil le fluide lacrymal, les autres ont pour usage de le charrier au dehors de l'œil. Premièrement, la glande lacrymale *g* (pl. VIII, fig. 4). C'est un petit corps, du volume d'une amande, placé à la partie extérieure et supérieure du globe de l'œil, entre cet organe et la cavité orbitaire.

Cette glande fournit un fluide particulier qui est versé au-devant du globe de l'œil par de petits canaux qui viennent s'ouvrir à la face intérieure du bord adhérent de la paupière supérieure. Ces petits canaux sont très-déliés et très-nombreux ; ils versent constamment le fluide lacrymal, et, comme nous l'avons déjà vu, ce fluide est répandu au-devant du globe de l'œil par les paupières supérieure et inférieure. On nomme caroncule lacrymale un petit corps rougeâtre situé à l'angle interne de l'œil *a* (pl. VIII, fig. 4) : c'est près de ce corps que s'ouvrent les organes destinés à enlever les larmes ; ce sont deux petits canaux terminés par deux orifices que l'on nomme points lacrymaux.

Ces canaux sont courbés : l'un (le supérieur) *a* remonte un peu pour se courber bientôt en bas ; l'autre (l'inférieur) se dirige directement en bas et va, comme le premier, s'ouvrir dans un canal plus large *c* que l'on nomme le canal nasal. Les fonctions de ces points lacrymaux sont de pomper les larmes, au fur et à mesure qu'elles sont versées au-devant de l'œil, de façon que ce liquide soit excrété dans la proportion où il est formé.

Dans quelques circonstances particulières, l'équilibre de ces deux phénomènes est rompu et, soit que les larmes soient sécrétées en plus grande quantité, soit que les points lacrymaux ne les pompent pas aussi activement, ou qu'elles soient arrêtées dans leur cours à travers les canaux lacrymaux et le canal nasal, ce fluide déborde les paupières et tombe en grande quantité le long des joues.

Cavité orbitaire. — *Muscles.* — Parmi les organes protecteurs de l'œil, la cavité orbitaire joue un rôle important. En effet, les parois osseuses de cette cavité emboîtent le globe

oculaire de telle sorte qu'il ne donne de prise au contact des corps étrangers que par sa face antérieure. La cavité orbitaire a une forme conique (pl. VIII, fig. 1) : la base de ce cône est formée par les os de la pommette et par l'os du front ; le sommet s'ouvre dans la cavité du crâne par un trou irrégulier que traverse le nerf optique pour communiquer avec le cerveau.

On doit encore regarder comme parties accessoires de l'œil les muscles à l'aide desquels nous pouvons le mouvoir et le diriger à notre gré. Ces muscles sont au nombre de six : quatre droits dont deux latéraux, l'un interne, l'autre externe *m* (dans cette figure 1, le droit interne est caché par le nerf optique et n'a pu être indiqué), et les deux autres qui sont le droit inférieur, 4, et le droit supérieur, 2. Les deux autres muscles sont appelés obliques, et sont distingués en grand 3, et petit 5. L'action des muscles droits a pour effet de diriger le globe de l'œil en haut, en bas, en dedans ou en dehors. Le muscle grand oblique, 3, se prolonge, en avant, par un tendon qui se réfléchit sur une poulie fixée près de l'apophyse orbitaire interne, et se termine à la partie externe et postérieure du globe de l'œil, auquel il imprime un mouvement de rotation de dedans en dehors. Le petit oblique, 5, imprime à l'œil un mouvement de rotation de dehors en dedans et le porte un peu en avant.

Globe oculaire. — L'organe de la vision proprement dit a reçu le nom de globe oculaire ; ce globe est formé par des enveloppes membraneuses et par des humeurs transparentes renfermées dans ces enveloppes, qui concourent à en faire un instrument d'optique des plus parfaits.

L'enveloppe la plus extérieure et la plus résistante de l'œil se nomme sclérotique *æ* (pl. VIII, fig. 1), *s* (fig. 5) ; c'est sur elle que s'attachent les muscles qui meuvent le globe de l'œil : la partie antérieure est transparente, la partie postérieure est opaque. La partie transparente de l'enveloppe sclérotique est nommée cornée transparente *c* (fig. 1), 1 (fig. 5, *lambeau*) : on pense que c'est une petite membrane emboîtée dans la sclérotique ; peut-être n'est-ce qu'une modification de cette membrane.

La seconde membrane de l'œil porte le nom de choroïde *c* (fig. 1) 5, (fig. 5, *lambeau*) ; elle est placée à la partie interne de la sclérotique, et la tapisse en noir : la partie antérieure de cette membrane se prolonge sous la forme d'un voile mobile *i* (fig. 1) 4, (fig. 5, *lambeau*) placé derrière la cornée transparente, et percé par une ouverture *p*, qui est susceptible d'agrandissement ou de diminution : ce voile est appelé iris, cette ouverture est appelée pupille.

La troisième membrane est la rétine *e* (fig. 1), *b* (fig. 5) : on pense que c'est une expansion du nerf optique *n* (fig. 1) : cette membrane est demi-transparente, molle et blanchâtre ; elle est étendue dans la partie postérieure du globe oculaire, à la face interne de la choroïde.

Les différentes humeurs qui sont contenues dans l'intérieur des membranes que nous venons d'énumérer sont : l'humeur vitrée, le cristallin et l'humeur aqueuse.

L'humeur vitrée *æ* (fig. 1) est une masse transparente, molle comme de la gelée, et qui occupe toute la partie interne du globe de l'œil, dont elle forme la partie principale.

Le cristallin *x* (fig. 1) est une petite lentille de forme circulaire placée en avant du corps vitré, composée d'une substance albumineuse et disposée en feuillets concentriques (fig. 3).

L'humeur aqueuse est un liquide limpide placé entre le cristallin et l'iris *chambre postérieure* ; puis entre l'iris et la cornée transparente *chambre antérieure*.

Le nerf optique *n* (fig. 1) a son origine dans le cerveau (pl. VII, fig. 7) ; il pénètre dans l'orbite par le trou optique, perce la sclérotique et la choroïde, et se termine au milieu de la rétine, qui n'est, en quelque sorte, que son épanouissement.

Mesuré d'avant en arrière, l'œil de l'homme a près de 21 millimètres de diamètre. Sur ces 21 millimètres la chambre antérieure en représente 2 ; la chambre postérieure, $1\frac{1}{2}$; le cristallin, $4\frac{1}{2}$; le corps vitré, 14.

Marche de la lumière dans l'œil.

Lorsque, après avoir étudié les parties constituantes de l'œil, on cherche à comprendre les fonctions que remplit chacune de ces parties, on voit que la théorie de la vision repose presque entièrement sur celle de la lumière, et qu'elle s'explique par les lois de la réfraction.

Chacun des points de l'étendue d'un corps éclairé envoie à l'œil un cône de rayon lumineux, chaque cône présente un axe et des rayons obliques à cet axe. Supposons que nous choissions le cône dont l'axe se confond avec l'axe antéro-postérieur du globe oculaire, c'est-à-dire avec cette ligne qui est perpendiculaire à toutes les surfaces convexes et concaves que l'on rencontre en procédant de la cornée à la rétine, et examinons ce qui se passe dans chacun de ces milieux.

Les rayons obliques de ce cône sont réfractés, en traversant les différents milieux de l'œil, de manière cependant qu'ils sont réunis autour de leur axe à l'instant où celui-ci parvient à la rétine.

1° En traversant la *cornée*, qui est convexe et plus dense que l'air extérieur, les rayons se rapprochent de la perpendiculaire élevée au point de contact, et deviennent plus convergents.

2° En traversant l'*humeur aqueuse*, qui est moins dense que la cornée, ils sont réfractés de nouveau et écartés de la perpendiculaire, mais moins cependant que s'ils repassaient dans l'air; de sorte qu'ils conservent toujours un peu de la convergence que leur avait imprimée la cornée.

Les rayons qui tombent dans le trou pupillaire sont les seuls qui servent à la vision, tous les autres sont absorbés par l'iris ou réfléchis par lui; ces derniers nous font apercevoir les couleurs diverses de cette membrane.

Les rayons traversent le *cristallin*, qui joue le rôle d'une lentille bi-convexe à courbures inégales, ils convergent fortement et se rapprochent de l'axe oculaire.

Quelques rayons sont encore réfléchis : les uns sortent de

l'œil et concourent à lui donner de l'éclat, d'autres tombent sur la face postérieure et interne de l'iris, espèce^{de} de diaphragme coloré en noir, qui absorbe les rayons qui pourraient être réfractés et altérer alors l'obscurité de l'appareil. A l'aide de ce diaphragme, l'œil peut admettre une plus grande quantité de lumière avec une moindre aberration de sphéricité.

3° Enfin, en traversant l'*humeur vitrée*, qui a une densité moindre que le cristallin, mais dont la face antérieure est concave, les rayons sont encore réfractés, écartés de la perpendiculaire élevée au point d'incidence, et par conséquent rapprochés de l'axe oculaire.

Il semblerait donc que, pour arriver plus simplement au même but, il suffirait de rendre le cristallin plus réfringent. Mais l'humeur vitrée sert à rendre le champ de la vision plus étendu, en permettant à la rétine de se développer sur sa surface postérieure. Les trois natures de milieux sont combinées de manière à se compenser. Quant au cristallin, sa constitution prévient, soit les aberrations de sphéricité qui dépendent de ce que les bords des lentilles ne concentrent pas les rayons lumineux au même point que le centre ; soit les aberrations de réfrangibilité qui tiennent à ce que la même lentille concentre, plus ou moins loin de son axe, les rayons de réfrangibilités diverses. Le diamètre de cette lentille est d'environ 9 à 10 millimètres, et son épaisseur de 4 et demi à 5.

La rétine est un tableau fixé où les images conservent leur netteté, pour des distances diverses. Cette membrane nerveuse reçoit l'impression et la transmet au cerveau par le moyen du nerf optique, dont elle n'est qu'un épanouissement : la paralysie de cette membrane entraîne toujours la perte totale de la vue. Ce n'est point par un simple contact que la lumière agit sur la rétine ; elle pénètre son tissu demi-transparent et arrive sur la choroïde, qui, par son enduit noirâtre, en absorbe les rayons.

Les cônes lumineux envoyés par tous les points d'un objet se croisent dans l'intérieur de l'œil, de manière à former sur la rétine une image renversée très-petite, très-éclairée, et par conséquent très-nette, des objets éclairés opposés à l'œil. La

concavité que forme cette membrane nerveuse la rend apte à se présenter au foyer propre de chaque pinceau lumineux. La terminaison de la rétine a lieu à la circonférence externe du corps ciliaire ; c'est là que cessent ses éléments nerveux.

Nous voyons les objets hors de nous, quoique leur image soit sur la rétine. L'expérience nous apprend, ici, comme pour le son, que la cause de l'impression est hors de nous. Il en résulte que l'idée d'impression et l'idée d'une situation de l'image, extérieure à nous, finissent par être inséparables. On a remarqué, en effet, que pour les aveugles nés, chez lesquels l'habitude n'a pas produit cette simultanéité d'effets, le sentiment de la distance n'existe pas, et, quand on leur donne la vue par une opération, ils disent que les objets touchent leurs yeux. On a cherché à expliquer de bien des manières pourquoi, les images se peignant renversées sur notre rétine, nous voyons les objets droits et dans la position qu'ils affectent réellement au dehors de nous. Cette question difficile, pour laquelle on a invoqué l'éducation du sens de la vue par l'habitude et l'expérience qui nous apprend que tel point doit être placé sur telle direction, pour être dans une relation naturelle avec le corps que nous voyons, n'a pas encore reçu de solution. Voici comment Berkeley, évêque de Cloyne, a rendu compte de ce phénomène :

« Quoique l'image de l'objet soit effectivement tracée, au fond de l'œil, dans une situation renversée, cependant l'âme doit naturellement, et sans le secours d'aucune expérience, la redresser, c'est-à-dire voir en haut l'extrémité supérieure et voir en bas l'extrémité inférieure. En effet, ces termes de haut et de bas sont des termes relatifs, et qui n'ont de valeur que par le terme auquel nous les comparons : c'est-à-dire, que nous jugeons en haut tout ce qui correspond à la voûte céleste, et en bas tout ce qui correspond à la terre. Or, il est bien évident que le ciel se peint dans la partie inférieure, et que la terre se peint dans la partie supérieure : dès lors, nous rapportons à la voûte céleste l'extrémité de l'objet qui se peint dans la partie la plus supérieure ; c'est-à-dire que nous établissons naturellement, entre ces deux extrémités, la

relation qu'elles ont, et que nous situons l'objet tel qu'il est réellement. »

L'image est double, et cependant nous la voyons simple. Quelques physiologistes expliquent ce phénomène par une disposition anatomique, l'entre-croisement des nerfs optiques. D'autres recourent à des explications physiologiques : ainsi Buffon admet que l'on voit double dans l'origine, mais que le toucher rectifie l'erreur. Gall prétend que l'on ne voit ordinairement qu'avec un seul œil, et presque jamais avec les deux à la fois. D'autres, enfin, ont invoqué une loi par laquelle la sensation est toujours reportée à l'extrémité du corps lumineux qui cause l'impression, et par conséquent à l'objet unique qui est éclairé. Une autre loi, admise par quelques savants, c'est que, toutes les fois que les points lumineux frappent des points correspondants de la rétine, il n'y a qu'une seule image.

On a remarqué que la vision des objets qu'on aperçoit mal, lorsqu'on les regarde d'un œil, avec une lorgnette d'approche, pendant que l'autre œil est fermé, devient plus nette quand on ouvre ce dernier. Ce phénomène trouve son explication en ce que l'ouverture pupillaire est plus petite quand les deux yeux sont ouverts que lorsque l'un des deux est fermé. Quand la pupille est resserrée, les rayons venus des objets voisins de celui que l'on fixe arrivent en moins grand nombre sur la rétine. C'est ce dont on s'assure aisément, en regardant par un trou fait dans une carte un objet dont on voyait à peine les détails, à l'œil libre. La vision devient alors bien plus nette. Sans doute, alors, il arrive moins de rayons de l'objet lui-même, mais, comme il n'en vient presque que de lui, il y a tout avantage à ouvrir l'œil dont on ne se sert pas.

Les différences que présentent les hommes, sous le rapport de l'aptitude qu'ils ont à distinguer un objet de près ou de loin, constituent la *myopie* et la *presbytie*.

La *myopie* tient à ce qu'une cornée trop saillante, ou un cristallin trop dense et trop convexe, rapprochent trop brusquement les rayons lumineux et les réunissent avant qu'ils aient atteint la rétine. Le myope n'a une vision distincte des objets qu'à une distance moindre de 30 centimètres. Le

myope a donc la vue trop courte. Ainsi, chez les *myopes*, les humeurs sont trop réfringentes, ou l'œil a une moindre profondeur. On remédie à ce vice, qui est très-fréquent dans la jeunesse, par l'emploi des verres bi-concaves qui augmentent la divergence naturelle des rayons lumineux. Beaucoup de *myopes* finissent par ne plus avoir besoin de verres : le dessèchement des membranes et la diminution des humeurs, par les progrès de l'âge, amoindrissent la convexité de l'œil, et font sur eux un effet contraire à celui qui a lieu chez les personnes dont le globe de l'œil était d'abord bien conformé.

Les *presbytes* ont une organisation inverse, ils voient fort loin, ils ont même la vue trop longue, car elle ne distingue les objets qu'à une distance de plus de 30 centimètres. Chez eux la cornée plus aplatie, le cristallin moins dense ou moins convexe, la rétine trop voisine du cristallin, etc., n'arrivent à réunir les rayons lumineux qui doivent former l'image qu'au delà de la place occupée par la rétine.

On remédie à ce défaut, qui arrive avec l'âge et est fréquent dans la vieillesse, par l'emploi de verres bi-convexes, qui rapprochent les rayons.

Ainsi ces deux états de la vision sont, en quelque sorte, inverses l'un de l'autre : dans le premier cas, les rayons, envoyés par des objets trop éloignés, se réunissent trop tôt avant d'arriver à la rétine ; dans le second, les rayons, envoyés par des objets trop proches, arrivent à la rétine avant d'avoir eu le temps de se réunir.

Dans la *myopie*, l'image est confuse, parce qu'elle vient de loin.

Elle est confuse dans la *presbytie*, parce qu'elle vient de près.

Le *strabisme* est dû à ce que les points correspondants de la rétine ne sont pas affectés par la même sensation, ou, en d'autres termes, à ce que les points de sensation unique ne sont pas homologues. Le *bon œil* alors regarde directement l'objet, et l'*œil louche* se tourne de manière à faire tomber l'image sur les points qui peuvent donner une sensation unique ; d'où il suit que son axe n'est pas dirigé vers l'objet.

La retine éprouve souvent des sensations dues à des causes étrangères et différentes de la lumière extérieure. Telles sont les figures produites par la pression exercée sur l'œil; les apparitions lumineuses isochrones aux battements du pouls; espèce de sautilllements pulsatifs dans le champ visuel; les figures électriques dans l'œil compris dans un courant galvanique; l'apparition spontanée de lumière dans le champ visuel d'yeux tenus fermés: l'apparition d'une foule de petits corps noirs et pourvus de queues qui sortent et courent en toutes sortes de directions.

On a souvent cité l'exemple de personnes qui, par une disposition innée de leur rétine, distinguent mal les couleurs, et d'autres qui confondent plus ou moins ensemble des couleurs totalement différentes.

Il existe encore une anomalie de la vision qui consiste dans l'image d'objets qui se trouvent dans l'intérieur de l'œil même, et qui projettent une ombre sur la rétine. Telles sont les figures filiformes et contournées, dans lesquelles semblent être contenues des séries de globules. Ces figures sont mobiles; leurs parties ne conservent pas la même situation les unes à l'égard des autres, et elles-mêmes changent de place dans le champ visuel. Par un mouvement énergique de l'œil, on peut les transporter un peu de côté ou vers le haut, mais elles reparaissent bientôt, et, quand on les a fait monter, elles redescendent peu à peu. Chez certains individus, elles sont en grand nombre dans le champ visuel, quoiqu'on n'aperçoive bien nettement que celles qui sont au milieu. Il leur arrive souvent, dans les expériences d'optique, de se placer au-devant de l'objet qu'on examine, et de contrarier les recherches. Beaucoup de personnes ne les connaissent pas, tandis qu'elles deviennent pour d'autres un véritable sujet de tourment. On les a désignées sous le nom impropre de *mouches volantes*, en les confondant à tort avec certains phénomènes de vision qui accompagnent la formation de la cataracte; car, elles sont fort innocentes et n'influent en rien sur la bonté de la vue. On ignore encore si elles tiennent ou non à des particules flottantes dans l'humeur aqueuse ou dans le corps vitré.

Ouïe.

Bernardin de Saint-Pierre a dit de l'ouïe qu'elle était le sens immédiat de l'intelligence.

La fonction de ce sens est de nous donner l'impression des sons et de nous faire apprécier la nature des corps, leur distance, leur direction, etc.

L'oreille est l'organe de l'ouïe ; c'est à l'aide de cet appareil que l'animal perçoit les sons que produisent les mouvements vibratoires imprimés aux molécules des corps, par la percussion ou par une autre cause : ce mouvement vibratile se communique à l'air ou à tout autre corps aboutissant à l'oreille. L'effet de ces vibrations sur l'oreille se nomme son ou bruit.

Son.

Toute production de son suppose un milieu gazeux dans lequel le son se propage. Si on suspend une sonnette dans le vide, on n'entend plus de son, quoiqu'on agite la sonnette ; on le perçoit, au contraire, si on laisse pénétrer un peu d'air, et alors l'intensité du son est toujours en raison directe de la quantité d'air qui entoure le corps en vibration : elle augmente ou diminue en même temps que la densité du milieu qui le transmet. Aux régions polaires les voyageurs prétendent que la voix porte à une distance étonnante. Au sommet du mont Blanc, où l'air est très-raréfié, un coup de pistolet ne fait pas plus de bruit qu'un coup de fouet dans la plaine.

Le son devient faible à mesure qu'il s'éloigne du corps qui le produit, à cause de l'augmentation non interrompue de la surface d'ébranlement ; mais si la masse d'air dans laquelle le son se propage est contenue dans un cylindre creux, le son conserve à peu près toute sa force : ce fait curieux a été mis hors de doute par les belles expériences de Biot. Ce savant physicien eut à sa disposition, dans un aqueduc de Paris, plusieurs tuyaux de fonte qui représentaient, bout à bout, un cylindre creux de neuf cent cinquante et un mètres de long. A cette distance la voix la plus basse était entendue, et l'on

distingue parfaitement les paroles prononcées aussi bas que lorsqu'on parle à l'oreille. Un coup de pistolet, tiré à l'ouverture de cette suite du tuyaux, fit entendre à l'autre extrémité une explosion considérable, et l'air fut chassé avec assez de force pour éteindre une bougie allumée.

Tous les sons se propagent avec la même vitesse dans un même milieu. Cette vitesse est de 340 mètres par seconde dans l'air, à la température de 16°; elle est de 1 500 mètres, dans l'eau et de 3 000 mètres à travers les corps solides.

Tous les corps élastiques peuvent produire le son. Les molécules d'air qui sont en contact avec les différents points de ces corps reçoivent des mouvements semblables à ceux de ces points : elles vont et reviennent avec eux. Chaque molécule communique le mouvement à celle qui est derrière, celle-ci à une troisième, et ainsi de suite. L'impulsion donnée à une molécule d'air se propage successivement dans toutes les directions ; les ondes semblent se propager circulairement, avec une intensité décroissante, à peu près comme celle que produit une pierre lancée au milieu d'une nappe d'eau tranquille.

Il est facile de prévoir que le son ne doit pas se faire entendre au même instant pour des observateurs placés à des distances différentes. Cela s'observe, en effet, dans l'explosion d'une arme à feu ou de la foudre. La lumière devance le coup d'un laps de temps d'autant plus grand que l'observateur est plus éloigné du corps qui a produit le choc.

Le son se présente sous deux états : 1° le *son musical* ou la série de vibrations isochrones de l'air se produisant avec une concordance parfaite pour l'intensité, la hauteur et le timbre ; 2° le *bruit* ou choc instantané des molécules de l'air qui n'est, ainsi que l'a si bien dit Rousseau, « que la somme d'une multitude confuse de sons divers qui se font entendre à la fois et contrarient, en quelque sorte, mutuellement leurs ondulations. »

Le son se réfléchit à la manière de la chaleur et de la lumière ; il éprouve une réflexion dirigée de telle sorte que l'angle de *réflexion* est égal à l'angle d'*incidence*. C'est sur

cette propriété et sur la valeur numérique de la vitesse du son dans l'air qu'est fondée l'explication des échos. Dans le cas de réflexion confuse, le son n'est qu'une résonnance ; c'est, au contraire, un écho lorsqu'il est reproduit distinctement. Les échos sont monosyllabiques ou polysyllabiques, selon qu'ils rendent nettement une ou plusieurs syllabes. Il y a, près de Nancy, un écho qui redit un vers alexandrin tout entier. A trois lieues de Verdun, il y a deux grosses tours éloignées l'une de l'autre de 71 mètres ; lorsqu'on pousse un cri un peu fort dans la ligne qui les joint, il se répète douze ou treize fois, toujours en s'affaiblissant ; il est évident que les deux tours se renvoient le son alternativement. On cite en Angleterre l'écho du parc de Woodstock, qui répète vingt syllabes pendant la nuit et dix-sept pendant le jour. On cite aussi le château de Simonette, en Italie, qui répète quarante fois un son.

Le porte-voix, si usité à bord des navires, est encore fondé sur la réflexion du son.

Oreille.

Le siège de l'audition réside dans une pulpe molle formée par les filets nerveux du nerf acoustique.

Cette pulpe tremblante reçoit les vibrations des corps sonores, et les communique aux filaments nerveux.

On distingue, dans l'appareil de l'ouïe, les parties accessoires et les parties essentielles. Celle de ces dernières qui existe constamment dans tous les animaux qui sont pourvus du sens de l'audition, c'est le vestibule *d* (pl. VIII, fig. 6) et diverses parties propres à modifier ou à renforcer la sensation, et qui s'ajoutent successivement, à mesure que l'organe se perfectionne. Ce sont : 1° le limaçon, *i* (*id.*, fig. 6) et les canaux semi-circulaires *d*, *e*, *f*, qui composent, avec le limaçon, un tout que l'on nomme le labyrinthe ou l'oreille interne ; les parties accessoires sont : 1° la caisse du tympan *d* (fig. 9), cavité située entre l'oreille interne et l'air extérieur, et qui contient une chaîne de petits osselets ; 2° l'oreille

externe *a* (fig. 6, 8 et 9), destinée à recueillir les vibrations de l'air et le canal auditif externe *c* (fig. 6 et 9), qui porte ces vibrations jusque sur le tympan. Chez l'homme, le pavillon de l'oreille présente plusieurs saillies et plusieurs enfoncements dus au plissement de la lame cartilagineuse qui entre dans sa constitution ; le but de sa forme singulière n'a pas encore été déterminé.

Les saillies ou éminences du pavillon sont : l'hélix, l'anthélix, le tragus, l'antitragus. L'oreille se termine inférieurement par le lobule. Le tragus, l'antitragus et l'anthélix circonscrivent un enfoncement nommé conque, organe collecteur des sons, au-devant duquel est percé le canal auditif externe. Ce canal a 15 ou 20 millimètres d'étendue *c* (fig. 6) ; il est béant du côté du pavillon, et se termine à la membrane du tympan.

Le tympan est une membrane mince, tendue, comme la peau d'un tambour, sur une cavité irrégulière que l'on nomme la caisse du tympan : cette membrane *d* (fig. 9) est plus ou moins tendue, suivant que les sons qui la font vibrer sont graves ou aigus : elle se relâche pour les sons graves, elle est tendue pour les sons aigus. Cette tension ou ce relâchement s'opèrent à la faveur de deux petits muscles *m*, *n* (fig. 7, et fig. 8, *soulevez le lambeau*) qui s'étendent des portions osseuses de l'oreille à la membrane du tympan.

La cavité du tympan communique avec la trompe gutturale de l'oreille *e*, *t* (fig. 8) : ce dernier canal vient s'ouvrir dans le pharynx *t* (pl. VII, fig. 2), et c'est par lui que se maintient le renouvellement continu de l'air dans la caisse du tympan.

Quant à la chaîne d'osselets, elle sert à opérer la tension de la membrane du tympan : les petits os qui la constituent ont été appelés, d'après leur forme, marteau, enclume, os lenticulaire, et étrier (pl. VIII, fig. 7) ; les angles qu'ils forment par leur rencontre peuvent être ouverts ou fermés par la contraction des muscles qui s'y attachent.

(Les plans de la figure 8 (pl. VIII) ont été arrangés de manière à faire comprendre la position relative du pavillon de l'oreille et du canal auditif externe avec l'os temporal : à cet

effet, le pavillon se détache et laisse à découvert la portion osseuse de l'appareil auditif. Cette portion a été divisée en deux pour montrer la cavité du tympan, le muscle interne du marteau *n*, le muscle de l'étrier *m*, et la trompe gutturale de l'oreille *e, t*. La figure 6 représente les rapports dans lesquels se trouvent entre elles les trois parties principales de l'organe de l'ouïe : *a, b*, oreille externe ; *d, e, f*, les trois canaux semi-circulaires ; *i*, le limaçon. Ces canaux contiennent des tubes membraneux sur lesquels se ramifient les branches du nerf acoustique qui se distribuent dans ces cavités.)

Nous avons dit que les membranes qui ferment la fenêtre ovale et la fenêtre ronde communiquent : la première, dans le vestibule et les canaux semi-circulaires ; la seconde, dans le limaçon. C'est dans le vestibule et les nerfs acoustiques que réside la partie essentielle de l'appareil auditif ; les parties accessoires que nous avons décrites sont destinées à perfectionner cet appareil et peuvent, pour la plupart, être détruites, même chez l'homme, sans qu'une surdité complète résulte nécessairement de leur perte.

Mécanisme de l'ouïe.

On pense que le pavillon remplit l'office d'un cornet acoustique recueillant les sons et les réfléchissant sur la membrane du tympan. On a avancé que les courbures en étaient géométriquement disposées, de manière à présenter, dans toutes les directions possibles, une surface perpendiculaire à la direction des ondes sonores. Le conduit auditif externe sert à garantir la membrane du tympan de l'action trop directe de l'air et des agents extérieurs, les poils et le cérumen qu'on y trouve remplissent le même but. Lorsque le son est parvenu à la membrane du tympan, celle-ci, en raison de sa nature sèche et vibratile, reçoit et partage promptement les oscillations sonores.

La caisse du tympan sert à propager les ondes sonores, soit par la chaîne des osselets, soit par ses parois, soit surtout par l'air qu'elle contient (pl. VIII, fig. 8).

La trompe gutturale de l'oreille, qui s'ouvre dans le pharynx (pl. VIII, fig. 8, *lambeau*), introduit et renouvelle sans cesse l'air dans la cavité du tympan ; elle est l'analogue du trou percé sur la caisse d'un tambour, et sans lequel l'air n'éprouverait aucun mouvement vibratile.

Les diverses cavités du labyrinthe sont remplies par une pulpe gélatineuse enveloppée d'une membrane fine et élastique, dans laquelle plongent les filets les plus déliés du nerf acoustique. C'est sur ces filets que produisent leur impression les ondes sonores transmises dans le vestibule et les canaux semi-circulaires par la membrane de la fenêtre ovale, et celles qui arrivent dans le limaçon par la membrane de la fenêtre ronde. On a calculé que la durée de l'impression est d'un 32^e de seconde, on le démontre à l'aide de la sirène de Cagniard-Latour dont le son est formé par une succession de chocs, au lieu de l'être par une succession de vibrations élastiques. Si les chocs dépassent 32 vibrations par seconde, on n'a plus que la sensation d'un son continu, parce que la durée de l'impression est plus grande que l'intervalle de temps qui les sépare.

Les expériences de Savart portent à croire que les vibrations qui frappent le pavillon de l'oreille se propagent, par l'intermédiaire de son cartilage, aux portions cartilagineuses et osseuses du conduit auriculaire, et, par là, à la membrane du tympan et à la portion osseuse de la paroi externe de la caisse, et avec d'autant plus de succès par les os de la tête, qu'ils sont plus minces, et rendus plus caverneux par les cellules dont ils sont creusés.

La paroi externe de la caisse, vibrant dans sa portion osseuse et dans sa membrane, communique ses ébranlements à l'air et aux osselets, qui forment une sorte de tige osseuse, solide, qui transmet à la membrane de la fenêtre ovale, avec plus de force et de rapidité, les ébranlements qu'elle éprouve. Ces osselets sont disposés et agissent, malgré leurs articulations, comme une pièce de bois qui, traversant un appartement, unirait ses deux portes opposées, et permettrait aux coups frappés à l'une de retentir directement contre l'autre.

L'air de la caisse ébranlé doit communiquer les vibrations à la partie interne de la cavité, à la membrane de sa fenêtre ronde, à l'étrier et, par cet osselet, à la membrane de la fenêtre ovale, à la trompe d'Eustache, aux cellules mastoïdiennes, à celles du rocher et à l'air qu'elles renferment. La paroi interne de la caisse et les membranes de ses fenêtres ronde et ovale, ébranlées, doivent, à leur tour, agiter la périlymphe qui remplit le labyrinthe, qui est la division la plus reculée de l'organe de l'ouïe. Enfin les vibrations sonores sont perçues par la pulpe nerveuse des nerfs acoustiques, et c'est par ces nerfs que les sensations auditives sont transmises au cerveau.

CONCLUSION.

Me voici arrivé au terme de l'étude que je me suis proposée dans cet ouvrage : *l'Histoire de la structure de la physiologie de l'homme*. Mon travail a dû se borner à la description des organes et des divers phénomènes auxquels ils servent d'instruments.

Devrais-je, maintenant, chercher à comprendre l'enchaînement de l'âme et du corps, l'alliance de l'être moral avec l'être organique ? Devrais-je, en parlant de l'étude de la matière, essayer de remonter jusqu'aux sources de l'intelligence ? Beaucoup trop d'écrivains l'ont malheureusement tenté, en attribuant aux organes une puissance que l'expérience ne pouvait pas découvrir, et en faisant considérer le moral comme une suite et une dépendance du physique. C'était méconnaître que le physique et le moral de l'homme sont aussi distincts l'un de l'autre, que les lois de l'organisation, matérielle et aveugle, sont différentes des lois de l'esprit, intelligent et libre ; vérité exprimée d'une façon si éclatante dans ces belles paroles de Leibnitz : *Quod est in corpore fatum in animo est providentia*.

Grâce au progrès des esprits et à la marche des études phi-

losophiques, on n'a guère plus à s'inquiéter aujourd'hui des systèmes qui s'appuyaient sur des démonstrations physiologiques pour expliquer les faits du sens intime et les opérations de l'âme humaine.

Le temps est loin de nous, où, pour donner, disait-il, une *idée juste* de la nature et du principe de l'intelligence, Cabanis expliquait que c'est un *viscère*, le *cerveau*, qui *digère les sensations et sécrète les idées*. La philosophie peut, aujourd'hui, se refuser à relever les écrits dans lesquels le matérialisme cherche à montrer comment l'homme éprouve la sensation, comment la sensation devient le sentiment du *moi*, comment enfin elle se modifie par la réflexion et se transforme en idée. La raison humaine n'a plus à subir l'humiliante discussion de pareilles doctrines, elle en a fini pour toujours de cette psychologie brutale qui voulait expliquer la mystérieuse action de la conscience par le mécanisme grossier des sensations.

« La doctrine de Cabanis, dit le savant physiologiste Bérard, dans sa *Doctrine des rapports du physique et du moral*, « suppose une ignorance absolue de la métaphysique et de « l'observation de l'esprit ; elle déshonore la raison humaine « dans l'état actuel de son perfectionnement.

« Le mécanisme des sensations ne peut expliquer les actions « de l'intelligence, disait Euler : la liaison que le Créateur a « établie entre notre âme et notre cerveau est un si grand « mystère, que nous n'en connaissons autre chose, sinon que « certaines impressions, faites dans le cerveau, où est le siège de l'âme, excitent en elle certaines idées ou sensations ; « mais le comment de cette influence nous est absolument « inconnu. »

Il faut le reconnaître, Descartes est le premier de tous les métaphysiciens qui ait nettement posé la ligne de démarcation qui sépare l'intelligence de la matière.

Selon ce grand philosophe, le sens intime est le seul moyen d'évidence *immédiate* pour l'homme. Or, le sens intime ne fournissant à l'homme que le sentiment de la pensée, c'est la pensée qui constitue essentiellement l'homme ou le *moi*, et ce sentiment se confond en lui avec le sentiment de l'existence

personnelle. *Je pense, donc j'existe*, est la célèbre formule de cette doctrine élevée qui n'admet comme certain que l'existence même du *moi*, laquelle se révèle continuellement et nécessairement à la conscience, comme confondue avec la pensée.

Ainsi, nous avons en notre être deux natures distinctes : la *substance pensante*, qui forme le *moi*, et la *substance étendue*, qui, quoique extérieure au *moi*, agit incessamment sur lui. La *pensée* est l'essence de la première, l'*étendue* est l'essence de la seconde. D'où il résulte que, de même que la matière est toujours *étendue*, l'âme humaine *pense* aussi toujours.

Voilà donc le double domaine de deux substances qui appartiennent à l'homme nettement tracé et rigoureusement circonscrit par Descartes. Tout ce qui *est la pensée* appartient à la substance spirituelle, et tout ce qui *n'est pas la pensée* appartient à la substance étendue. Ainsi, toutes les fonctions organiques et vitales, à la suite desquelles l'âme seule est affectée de plaisir ou de douleur et perçoit dans son cerveau, ou au dehors, certaines images ou représentations, doivent être attribuées exclusivement à la substance étendue ou au corps, et, à ce titre, restent dans le domaine des lois ordinaires de la physique.

Et comme il n'y a certainement aucune ressemblance intelligible entre les *sensations*, les *affections*, les *perceptions* de l'âme, lesquelles sont autant de modes de la pensée, et les mouvements de fibres, de fluides, de courants nerveux qui constituent proprement les fonctions organiques et vitales : il faut nécessairement en conclure qu'il n'existe aucun passage de l'un à l'autre de ces deux ordres de faits, et que, en aucun cas, ils ne peuvent ni être produits ni être expliqués réciproquement les uns par les autres.

En conséquence, Descartes ne tente aucune explication de cette nature. Pour y recourir, il faudrait, suivant lui, commencer par expliquer l'union des deux substances qui nous appartiennent ; et, si nous savions ce grand secret, qui n'est autre que celui de la Création, *nous saurions tout*, dit Descartes lui-même.

Ce grand philosophe se borne donc à dire, qu'à l'occasion

de certaines impressions matérielles, reçues par les organes internes ou externes, l'âme éprouve des sensations, des affections, perçoit certaines images ; et, réciproquement, qu'à l'occasion de certaines pensées, sentiments et vœux de l'âme, le corps organisé exécute divers mouvements coordonnés, consécutifs à ces pensées et à ces vœux. Mais il n'admet aucune action réelle d'une des substances sur l'autre. Ce sont deux séries de faits distincts, des lois qui semblent se copier et se traduire dans deux langues différentes, sans qu'il y ait jamais entre l'une et l'autre aucune liaison de cause à effet.

Dans la réalité, il n'existe *qu'une seule cause efficiente productive*, et cette cause unique est DIEU qui, ayant créé tous les êtres, peut seul les modifier, les changer, ou les conserver dans leur premier état. Tous les êtres créés sont passifs, et l'âme humaine ne fait exception à cette règle ni quant aux forces de son être, ni quant aux idées ou notions innées que la main du Créateur a gravées en elle.

Il suit de là que les animaux ne doivent être considérés que comme des machines construites sur le plan général de l'organisation, et soumises à des lois semblables à celles qui régissent le corps humain lui-même, c'est-à-dire aux lois de la mécanique ordinaire appliquées à la structure des corps organisés. Il serait au moins inutile d'attribuer une âme aux animaux, puisque toutes les fonctions organiques et sensitives, toutes les impressions, tendances, appétits qu'on observe en eux, peuvent s'expliquer et s'expliquent en effet chez eux, comme chez l'homme, par l'étendue et le mouvement.

Il suit encore de là que le véritable but du philosophe ne doit point être de chercher à expliquer les mouvements du corps par les lois de l'esprit, ni, réciproquement, les faits de l'esprit par les lois de l'organisation ; mais uniquement d'expliquer les fonctions et mouvements du corps vivant par les lois connues de la mécanique ordinaire. Suivre la première de ces deux marches, c'est vouloir combler un abîme ; suivre la seconde, c'est procéder d'une manière conforme à la raison. La dernière conséquence qui résulte de ce système, c'est que la raison se refuse à croire et à prouver que les faits de l'âme

puissent avoir leur cause efficiente ou leur cause principe dans les fonctions du corps organisé vivant. Quoi qu'on fasse, les phénomènes naturels ne changent point au gré de nos systèmes; ils restent ce qu'ils sont. Chaque homme qui descend en soi-même apprend avec une certitude infaillible que les faits et les lois du corps ne sont pas les lois et les faits de l'esprit: sur ce point, sa persuasion est impérieuse, irrésistible, et aucune science humaine ne peut renverser l'éternelle barrière que la nature elle-même a élevée entre les deux forces qui constituent l'homme tout entier.

L'homme n'est point une *intelligence servie par des organes*, comme l'a dit un écrivain célèbre; et il n'est pas davantage une *organisation servie par une intelligence*, comme le voudraient certains philosophes modernes. Il y a dans l'homme une intelligence et des organes; parmi ces organes, les uns, instruments de la perception et des mouvements, servent en effet l'intelligence; tandis que les autres, agents de pure sensation et de vie simple, non-seulement ne la servent pas, mais, placés par le Créateur hors de la sphère d'activité de la personne ou du *moi*, ils entraînent et subjuguent quelquefois la volonté, sans lui obéir jamais.

Les anciens n'étaient-ils pas plus près de la vérité, ou, du moins, ne s'étaient-ils pas placés dans une direction plus méthodique, lorsque, après avoir embrassé le système général des facultés humaines, c'est-à-dire des facultés diverses de l'être organisé *vivant, sentant et pensant*, ils voulurent déterminer avec quelque précision les trois rapports essentiellement distincts sous lesquels ils considéraient cette sorte de trinité d'existence, et employèrent à cet effet les noms d'*âme végétative*, d'*âme sensitive*, et d'*âme raisonnable*, unies ensemble dans l'homme, et formant les trois principes de vie ou d'opération qu'ils reconnaissaient en lui?

Déjà les physiologistes modernes ont été amenés, par un examen plus approfondi des phénomènes de la vie, à distinguer dans l'homme deux ordres de faits: les uns propres à la *vie animale* ou vie de *relation*; et les autres appartenant exclusivement à la *vie intérieure* ou *vie organique*. Les premiers

sont tous placés dans le domaine de la *sensibilité animale* et de la *contractilité organique* [*sensible* de Bichat ; les seconds viennent se ranger sous les lois de la *sensibilité organique* et de la *contractilité organique insensible* du même auteur. Ce qui caractérise essentiellement ces derniers, c'est qu'ils sont absolument étrangers au *moi*, lequel n'en a point la conscience et n'exerce aucune action directe sur eux ; et ce qui fait au contraire le caractère propre des premiers, c'est qu'une partie d'entre eux est soumise aux vœux du *moi*, et qu'il a la conscience de tous. Que si on reconnaît, en outre, un troisième ordre de faits, dont l'existence n'est pas moins incontestable que celle des deux premiers, on sera forcé d'admettre les trois principes que les anciens avaient établis, et qu'ils désignaient par les expressions métaphysiques d'*âme végétative*, d'*âme sensitive* et d'*âme raisonnable*.

C'est en soumettant la physiologie à un tel ordre d'idées, que Bossuet lui donna le caractère de grandeur que son génie imprimait à tous ses travaux. Dans le livre admirable dont nous avons cité quelques passages, au commencement de cet ouvrage, et qui n'est pas assez connu de la plupart des savants de notre époque, ce grand philosophe a contemplé avec émotion les rapports de l'âme et du corps, et s'est livré, avec une entière sécurité, à l'étude des merveilles de l'organisation humaine, parce qu'il savait d'avance qu'il ne serait jamais tenté d'expliquer par elle les mystères de l'intelligence.

Nous l'avons déjà fait remarquer : de nos jours, les sciences, en changeant de face, n'ont rien perdu de ce qu'elles avaient de propre à nous élever à Dieu. « La nécessité de cette *Vérité Suprême* qui a précédé et formé le monde, a dit M. Villemain, éclate d'autant plus que la lumière des sciences est plus grande. » Dès qu'elles sont soutenues par la pensée du Créateur, les sciences marchent, en effet, avec confiance dans l'étude des phénomènes de l'Univers, et leurs progrès mêmes sont d'autant plus sûrs, qu'elles n'ont point à craindre de tomber dans des erreurs matérielles et d'aller se perdre dans des profondeurs sans fin.

La physiologie serait donc une science vaine si elle ne com-

mençait pas par admettre un Dieu et une âme. Elle peut, à force de travaux, parvenir à connaître la structure physique de l'homme ; mais elle ne peut, d'elle-même et par la simple étude de la matière, s'élever jusqu'à son esprit ; elle roule éternellement dans le cercle des causes secondes, la cause réelle lui échappe.

Il faut donc en venir à DIEU, qui est la raison primitive de tout ce qui est et de tout ce qui se comprend dans l'univers. C'est de ce point qu'il faut partir, c'est à ce point qu'on est ramené ; et toute physiologie qui croirait se suffire à elle-même bâtirait des théories et creuserait des abîmes sans pouvoir jamais toucher le terme des difficultés qui déconcerteraient ses recherches.

Saint Bernard avait parfaitement compris ce qu'il y a de puissance et d'élévation dans les recherches scientifiques qui ont l'homme pour objet, lorsque, dans un mouvement d'indignation philosophique, il s'adressait, en ces termes, aux sceptiques de son temps : *Si te nescieris, eris similis ædificanti sine fundamento, ruinam, non structuram, faciens.*

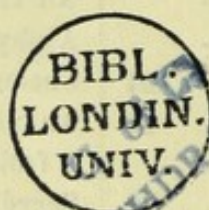
FIN

TABLE

PRÉFACE.....	7	Mécanisme de la circulation.....	102
Considérations générales.....	11	Explication des phénomènes du	
Comparaison sommaire de l'orga-		pouls.....	106
nisation et des fonctions des		Respiration.....	108
animaux et des végétaux.....	20	Appareil respiratoire.....	109
Exposition générale des divers		Mécanisme de l'inspiration et de	
organes qui constituent un ani-		l'expiration.....	111
mal ; relations de leurs diverses		Phénomènes chimiques.....	116
fonctions. Description des prin-		Air respiré.....	119
cipaux tissus qui les compo-		Asphyxie.....	124
sant.....	34	Chaleur animale.....	134
Fonctions de nutrition.....	39	Animaux à sang chaud et à sang	
Description de l'appareil digestif		froid.....	139
et de ses annexes.....	42	Sécrétions et exhalations.....	142
Nature des aliments.....	50	Assimilation.....	144
Régime alimentaire.....	54	Résumé des phénomènes de nu-	
Faim.....	63	trition.....	146
Soif.....	64	Fonctions de relation.....	149
Préhension des aliments.....	65	Organes du mouvement.....	150
Mastication.....	65	Composition générale du sque-	
Insalivation.....	67	lette.....	151
Déglutition.....	68	Articulations.....	162
Phénomènes chimiques de la di-		Structure et mode d'insertion	
gestion.....	70	des muscles.....	164
Chyle.....	80	Mécanisme des mouvements.....	168
Lympe.....	82	Attitude.....	173
Absorption par les veines et les		Marche.....	176
vaisseaux chylifères.....	83	Saut.....	178
Sang.....	88	Course.....	179
Composition et usages du sang..	92	Nage.....	179
Appareil circulatoire. — Cœur...	95	Sustentation.....	180
Artères.....	97	Organes producteurs des sons. —	
Veines.....	9	Voix.....	182

Système nerveux. Indication des parties qui le constituent essentiellement.....	185	Toucher.....	205
Centres nerveux.....	186	Goût.....	209
Fonctions du système nerveux....	192	Odorat.....	211
Nerfs moteurs et nerfs sensitifs..	195	Vue.....	214
Organes des sens.....	203	Ouïe.....	229
		Conclusion.....	235

FIN DE LA TABLE.





1. Total number of specimens	100	1. Total number of specimens	100
2. Number of specimens in each group	10	2. Number of specimens in each group	10
3. Number of specimens in each group	10	3. Number of specimens in each group	10
4. Number of specimens in each group	10	4. Number of specimens in each group	10
5. Number of specimens in each group	10	5. Number of specimens in each group	10
6. Number of specimens in each group	10	6. Number of specimens in each group	10
7. Number of specimens in each group	10	7. Number of specimens in each group	10
8. Number of specimens in each group	10	8. Number of specimens in each group	10
9. Number of specimens in each group	10	9. Number of specimens in each group	10
10. Number of specimens in each group	10	10. Number of specimens in each group	10

TABLE II

