

COURS
DE
PHYSIOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

I. PHYSIOLOGIE. — HISTORIQUE (BICHAT, MAGENDIE, CL. BERNARD)

La *Biologie* est la science des êtres vivants; elle comprend deux grandes branches principales: l'*Anatomie*, qui a pour objet l'étude des organes et des tissus de ces êtres; la *Physiologie*, qui a pour objet l'étude des fonctions de ces organes et des propriétés de ces tissus.

Les phénomènes qui résultent de ces fonctions et de ces propriétés ont été longtemps regardés comme les phénomènes les plus impénétrables, et l'on avait été conduit à admettre que les manifestations vitales s'accompliraient en dehors des lois physico-chimiques, qu'elles seraient régies par des causes impossibles à saisir et à localiser (*principe vital, esprit, âme physiologique ou archée*), causes qui auraient une existence immatérielle, indépendante du substratum organique qu'elles régissent. La chimie moderne, avec Lavoisier¹, nous a montré que les phénomènes qui se passent dans les êtres vivants sont des phénomènes physico-chimiques identiques à ceux que présentent les corps bruts: c'est ainsi que le phénomène de la *respiration*, de la *production de la cha-*

¹ Lavoisier, chimiste français (1743-1794). Par sa découverte de la constitution de l'air atmosphérique et sa théorie de la combustion, il fut amené à étudier la respiration pulmonaire qu'il a, le premier, assimilée à une combustion. Le 8 mai 1794, Fouquier-Tainville l'envoya à l'échafaud.

leur animale a pu être identifié aux combustions qui se passent dans nos foyers.

Ce n'est pas à dire que la physique et la chimie nous permettent aujourd'hui d'expliquer tous les phénomènes que présentent les êtres vivants; mais du moins ces sciences nous permettent toujours, grâce à leurs puissants moyens d'investigation, de saisir et de localiser ces phénomènes, de les rattacher à un substratum organique, et nous dispensent d'invoquer l'existence d'un principe entièrement indépendant des formes organiques dans lesquelles il se manifesterait.

Alors même qu'on conserverait le nom de *force vitale* pour exprimer d'une manière générale les phénomènes d'évolution que présentent les éléments anatomiques (ci-après : *Physiologie de la cellule*), on ne peut songer à considérer cette force comme un principe intelligent, capricieux ou volontaire, mais seulement comme une propriété de la matière, comme un mode spécial de mouvements moléculaires.

C'est au commencement de ce siècle que Xavier Bichat¹ formula le premier nettement cette idée, que la raison des phénomènes qui caractérisent les êtres vivants doit être cherchée non pas dans l'activité mystérieuse d'un principe d'ordre supérieur immatériel, mais, au contraire, dans les propriétés de la matière au sein de laquelle s'accomplissent ces phénomènes. Bichat, fondateur de l'*anatomie générale*, créateur de la science des tissus, devait être fatalement amené à considérer les phénomènes vitaux comme résultant des propriétés, des activités particulières des tissus. En s'en tenant à cet énoncé général, Bichat nous apparaît comme le fondateur de la physiologie générale, quoique, jusqu'à un certain point, il soit retombé dans une hypothèse vitaliste lorsqu'il s'agit de définir les propriétés de ces tissus; puisqu'il pose en principe que les propriétés vitales des tissus sont absolument opposées aux propriétés physiques : la vie est à ses yeux une lutte entre des actions opposées, entre les actions physico-chimiques et les actions vitales, car il admet que les propriétés vitales conservent le corps vivant en entravant les propriétés physiques qui tendent à le détruire. Quand la mort survient, c'est le triomphe des propriétés physiques sur leurs antagonistes. Bichat, d'ailleurs, résume complètement ses idées dans la définition qu'il donne de la vie : *La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort*; ce qui signifie pour

¹ Bichat, anatomiste français (1771-1802); son *Traité d'anatomie générale* a créé la science qui traite des tissus et qu'on nomme aujourd'hui *Histologie*. Il a fait faire les plus grands progrès à l'anatomie, à la physiologie et à la médecine, malgré sa mort prématurée à trente et un ans. Il a attaché son nom à plusieurs découvertes d'anatomie descriptive (*canal de Bichat*, et *grande fente cérébrale de Bichat*, dans l'encéphale).

lui : La vie est l'ensemble des propriétés vitales qui résistent aux propriétés physiques.

L'œuvre de Magendie¹ fut une vive réaction contre la doctrine de Bichat : Magendie s'appliqua à l'étude des phénomènes physico-chimiques des êtres vivants, et chercha à ramener, autant que possible les actes dits vitaux à des actes physico-chimiques.

Mais c'est surtout à Claude Bernard² que la physiologie est redevable de la démonstration de la nature physico-chimique des actes élémentaires de l'organisme, c'est-à-dire des phénomènes intimes dont les éléments anatomiques sont le siège. Nous en citerons ici un seul exemple, qui recevra plus loin des développements spéciaux; nous voulons parler de la fonction propre du globule rouge du sang. Comme l'a démontré Claude Bernard, le globule rouge du sang se charge d'oxygène et en devient le véhicule, du poumon vers les tissus. Cette propriété de l'hématie (ou globe rouge) n'est autre chose que le résultat des propriétés chimiques d'une substance qui entre dans sa constitution; l'hémoglobine, ou matière rouge du globule, est avide d'oxygène, elle s'oxyde. Sans entrer ici dans des détails techniques, cet exemple suffira pour faire comprendre qu'un phénomène physiologique, dit vital, est expliqué du moment qu'il est ramené à un acte physico-chimique. Nous voyons, en effet, que, dans le globule sanguin, ce qu'il y a de spécial, c'est la substance organique, l'hémoglobine, mais que les propriétés de cette substance sont semblables à celles des corps inorganiques : c'est une affinité chimique, et cette affinité s'exerce aussi bien dans l'organisme vivant qu'en dehors de lui, car le globule du sang défriné conserve les mêmes propriétés; bien plus, l'hémoglobine, chimiquement isolée et en dissolution, présente la même avidité pour l'oxygène.

Ainsi donc les phénomènes de l'organisme vivant n'ont rien qui les distingue des phénomènes physiques ou chimiques généraux, si ce n'est les instruments qui les manifestent. Le muscle produit des phénomènes de mouvement, qui, comme ceux des machines inertes, ne sauraient échapper aux lois de la mécanique générale; les poissons électriques produisent de l'électricité, qui ne diffère en rien de l'électricité d'une pile métallique.

Ces propriétés physico-chimiques des appareils et éléments organiques

¹ Magendie, physiologiste français (1783-1855), célèbre par l'impulsion qu'il a donnée à l'étude expérimentale : outre sa découverte fondamentale sur les propriétés des racines des nerfs rachidiens, il a expérimenté sur les diverses parties de l'encéphale, sur l'absorption, la circulation, etc. Il fut le maître de Claude Bernard.

² Claude Bernard, physiologiste français (1813-1878), professeur de *Médecine expérimentale* au collège de France, professeur de *Physiologie générale* au Muséum. Il a été le fondateur de la physiologie générale; élève de Magendie, ses recherches expérimentales ont porté sur toutes les parties de la physiologie, et on peut citer comme les plus célèbres celles sur la glycogénie, sur les liquides digestifs, sur le curare, la chaleur animale, les vaso-moteurs, les poisons, etc., etc.

n'entrent en jeu que dans certaines circonstances; mais il en est de même des propriétés des corps inorganiques; seulement les conditions qui mettent en jeu les propriétés des êtres organisés sont le plus souvent si complexes que, dans l'impossibilité de déterminer les causes, on a pu croire à une certaine spontanéité. Un examen exact montre ce qu'il faut voir au-dessous de cette prétendue spontanéité, surtout quand on étudie les formes élémentaires. Ainsi dans les êtres inférieurs, tels que les infusoires, il n'y a pas d'indépendance réelle de l'organisme vis-à-vis du milieu cosmique. Ces êtres ne manifestent les propriétés vitales, souvent très actives, dont ils sont doués, que sous l'influence de l'humidité, de la lumière, de la chaleur extérieure; et dès qu'une ou plusieurs de ces conditions viennent à manquer, la manifestation vitale cesse, parce que les phénomènes physico-chimiques, qui lui sont parallèles, s'arrêtent.

Nous pouvons donc dire, empruntant à Claude Bernard ses propres expressions, « qu'il n'y a en réalité qu'une physique, qu'une chimie et qu'une mécanique générales, dans lesquelles rentrent toutes les manifestations phénoménales de la nature, aussi bien celles des corps vivants, que celles des corps bruts; tous les phénomènes, en un mot, qui apparaissent dans un être vivant, retrouvent leurs lois en dehors de lui, de sorte qu'on pourrait dire que toutes les manifestations de la vie se composent de phénomènes empruntés, quant à leur nature, au monde cosmique extérieur. »

II. PHYSIOLOGIE SPÉCIALE ET PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE PHYSIOLOGIE CELLULAIRE

A. Distinction de la physiologie générale et de la physiologie spéciale.

— D'après les considérations que nous venons de passer en revue, et notamment d'après l'exemple choisi des fonctions du globule rouge du sang, nous voyons qu'aujourd'hui la physiologie porte ses recherches jusque sur les actes dont les éléments anatomiques eux-mêmes sont le siège: tel est le caractère de la *physiologie générale*, qui étudie les propriétés des éléments anatomiques et des tissus, par opposition à la *physiologie spéciale* qui s'occupe des fonctions des organes. La *physiologie spéciale* était seule l'objet des recherches expérimentales avant les travaux de Claude Bernard: le *De usu partium*, de Galien¹, était encore et semblait devoir être toujours l'objectif unique des investigateurs. Aussi la vivisection consistait-elle essentiellement en ablations d'organes, en lésions de nerfs ou de vaisseaux, l'expérimentateur cherchant à conclure des troubles observés à la nature et à l'importance des fonctions de l'organe enlevé.

¹ Galien, médecin de Pergame (131-200 ap. J.-C.); ses doctrines ont fait loi en anatomie et en physiologie jusqu'à l'époque de Harvey.

On éclaircissait ainsi la question des mécanismes fonctionnels, et, par exemple, pour ce qui est des fonctions de la respiration, on déterminait le rôle de la glotte, de la trachée, du poumon; mais tous ces appareils mécaniques ne sont que pour amener l'air au contact du sang, et le sang lui-même n'est que pour amener l'oxygène au contact des tissus. Que le mécanisme respiratoire soit accompli par un poumon, des branchies ou des trachées, ce qui semble indiquer la différence la plus absolue dans le mode de respiration, l'acte intime d'utilisation de l'oxygène par les éléments des tissus est cependant toujours le même. Au-dessous des variétés les plus infinies de mécanismes préparatoires, nous trouvons toujours les mêmes phénomènes élémentaires. Les mécanismes sont l'objet de la physiologie spéciale, presque exclusivement cultivée au commencement de ce siècle; les phénomènes élémentaires, c'est-à-dire se passant dans les éléments anatomiques des tissus, sont l'objet de la physiologie générale: avoir créé cette physiologie générale sera à tout jamais le titre le plus glorieux de Cl. Bernard.

Mais qu'il s'agisse du domaine de la physiologie générale ou de celui de la physiologie spéciale, c'est toujours, nous le répétons, à des phénomènes de nature physico-chimique ou même purement mécanique que nous avons affaire.

C'est ainsi que, d'une part, l'appareil de la circulation nous présente des phénomènes qui relèvent des lois les plus simples de la mécanique; que l'œil est un véritable appareil physique de dioptrique; que la transformation de l'amidon en sucre, dans le tube digestif, est un fait essentiellement chimique. Ce que les phénomènes vitaux présentent de particulier, ce ne sont ni les résultats qu'ils produisent, ni les forces qu'ils mettent en jeu, mais la manière dont ils combinent ces forces: il n'y a pas de *phénomènes vitaux* proprement dits, il y a des *procédés vitaux*.

B. Physiologie cellulaire.

— Ces phénomènes se localisent, avec leurs caractères de procédés spéciaux, dans les *éléments anatomiques*, et se trouvent au plus haut degré dans les *globules* ou *cellules*, ou dans des formes dérivées des *cellules* et en ayant conservé les propriétés (*fibres musculaires*, par exemple). Les cellules présentent un aspect essentiellement changeant: d'une existence éphémère, elles subissent des métamorphoses incessantes de *forme* et de *composition*, depuis un moment qu'on peut appeler leur *naissance*, jusqu'à celui qui constitue leur *mort*; en un mot, elles ont des *âges*, elles présentent une *évolution*. L'évolution est

précisément ce qu'offrent de plus particulier les êtres, comme les éléments organisés.

Ces métamorphoses sont, avons-nous dit, « des changements de forme et de composition ». Les changements de composition ne suffisent pas pour caractériser la vie, car tout corps organique au contact de l'air absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique, jusqu'à ce qu'il soit complètement brûlé, putréfié. Le globe, au contraire, loin de se détruire par cet échange, se transforme, se multiplie : telle est la *vie*.

C'est donc par l'étude de la cellule en général que nous devons commencer, et c'est autour d'elle que tout doit se grouper, puisqu'elle est l'élément essentiellement vivant.

C. La cellule; propriétés de la cellule. — Les cellules, éléments essentiellement vivants, sont tout d'abord caractérisées par leurs dimensions microscopiques. De là l'importance du microscope dans les études de physiologie générale. En effet, le diamètre des cellules est assez petit pour que les histologistes aient cru devoir adopter comme unité de mensuration le millième de millimètre (désigné généralement par la lettre μ). Un seul, l'ovule, atteint chez les mammifères jusqu'à 2/10 de millimètre, de façon à être déjà visible à l'œil nu, et présente chez les autres animaux des dimensions très considérables (jaune de l'œuf d'oiseau).

Si, après leurs dimensions exigües, nous passons en revue les caractères des cellules, en commençant par leurs propriétés physiques et chimiques pour terminer par celles qui se rapportent à leur évolution, nous trouvons successivement à noter :

Forme de la cellule. — Toutes les cellules ont primitivement la forme d'une petite masse sphérique, constituée par une substance albumineuse, d'aspect plus ou moins granuleux, et dite *protoplasma*¹. C'est ainsi qu'elles se présentent à l'état jeune (*protoblastes* de Kœlliker, *gymnocytoïdes* de Hœckel); on dit alors que ces éléments, qui méritent bien plus le nom de *globules* que celui de *cellules*, sont formés par une simple masse de *protoplasma* homogène. Mais ils peuvent ensuite, par diverses causes, changer à l'infini de forme et d'aspect. Ainsi leur substance homogène peut se diviser de façon que vers la superficie se groupent des parties solides, tandis qu'une matière plus liquide restera vers le centre; le protoplasma s'est secrété une enveloppe, et l'on a de la sorte un corpuscule formé d'une *membrane limitante* et d'un

¹ De πρώτος, premier, πλάσμα (de πλάσσω, je forme); le protoplasma est la matière vivante par excellence.

contenu. Alors ce *globule* prend la forme qui lui a mérité généralement le nom de *cellule*¹. La cellule ainsi constituée domine presque uniquement dans le règne végétal (fig. 1). A l'état de *cellule* l'élément vital se compose d'une *enveloppe amorphe* (*cellulose* chez les végétaux), d'un *contenu granuleux et transparent* (*protoplasma* et diverses substances élaborées par lui), au milieu duquel on trouve une vésicule nommée *noyau* (*nucléus*), laquelle renferme elle-même une autre vésicule nommée *nucléole*.

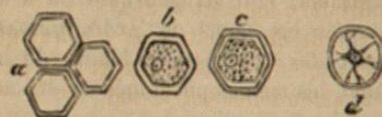


FIG. 1. — Cellules végétales (pomme de terre)*.

Les cellules à l'état de simple masse de protoplasma sont celles qui présentent la vie la plus active, et un grand nombre d'animaux inférieurs (monères) sont réduits à une sphère de protoplasma. Aussi plusieurs auteurs font-ils aujourd'hui de l'étude des propriétés du protoplasma la base de la physiologie générale, et en effet, étudier les propriétés des cellules vivantes, c'est étudier les propriétés du protoplasma.

Outre ce groupement de la masse primitivement homogène, les formes extérieures de la cellule peuvent se modifier à l'infini : par exemple, par les progrès de la nutrition, la cellule grossit; alors, pressée par ses voisins et les pressant lui-même, elle prend des formes plus ou moins géométriques (fig. 1). Ailleurs, dans les centres nerveux, par exemple, les rapports que les cellules nerveuses doivent affecter avec les fibres nerveuses obligent les premières à s'éloigner de la forme typique pour prendre des prolongements en étoile. C'est ainsi, et par bien d'autres causes à voir par la suite, que nous trouvons, dans les cellules achevées et modifiées, les formes polyédriques, lamellaires, cylindro-coniques, fusiformes, étoilées.

¹ Le nom de *cellule* a été employé en ayant égard surtout à la cavité circonscrite par l'enveloppe du globe, et à une époque où l'on ne tenait guère compte du protoplasma contenu dans cette cavité. Or c'est ce protoplasma qui est la partie essentiellement vivante. C'est pourquoi le nom de *globule* devrait être préféré à celui de *cellule*; mais l'usage contraire a prévalu.

* a, Cellules à parois épaisses, régulièrement polygonales; — b et c, cellules isolées, avec enveloppe, contenu finement granuleux, noyau et nucléole; — d, par l'action de certains réactifs (eau), on a produit une rétraction et un aspect étoilé dans le contenu cellulaire ou protoplasma. (Virchow, *Pathologie cellulaire*.)

Propriétés du protoplasma. — La propriété la plus caractéristique du protoplasma est d'être doué de mouvements particuliers : si le protoplasma forme une cellule sans enveloppe, on le voit, à l'état vivant, émettre des prolongements (pseudopodes) qu'il peut ensuite rétracter, mais dans l'un desquels peut aussi se porter graduellement toute sa masse, de sorte que la cellule se déplace. On fait facilement l'observation de ces phénomènes sur les *amibes* (*amœba*), animaux inférieurs dont chacun est réduit à un simple globule de protoplasma, et c'est pourquoi on a donné aux phénomènes sus-indiqués les noms de *prolongements amiboïdes*, *mouvements amiboïdes* : les globules blancs du sang de tous les animaux présentent les mêmes phénomènes, et, actuellement, un

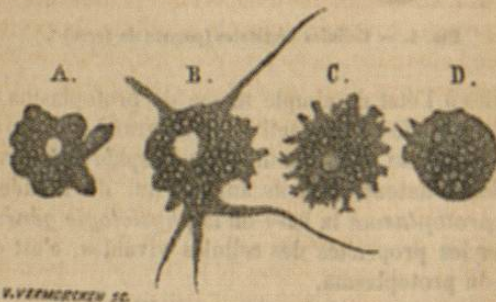


FIG. 2. — Amibe, vue sous diverses formes successivement présentées pendant un quart d'heure.

très grand nombre d'éléments anatomiques (cellules des divers tissus) ont donné lieu à des observations semblables, grâce aux procédés particuliers d'étude (chambres chaudes et chambres humides), qui permettent d'observer au microscope les éléments anatomiques isolés et vivants. — Le protoplasma contenu dans une enveloppe cellulaire présente aussi des mouvements qui se traduisent par les déplacements de ses granulations, des courants agitant sa masse, des vacuoles contractiles apparaissant et disparaissant de façon plus ou moins régulière. Les liquides acides arrêtent ces mouvements et tuent le protoplasma. Nous reviendrons sur ces phénomènes à propos de l'étude de diverses cellules.

Couleur. — Les cellules sont, en général, incolores ; quelques-unes cependant sont diversement colorées : le globule sanguin est rouge. D'autres sont pigmentés, c'est-à-dire renferment des granulations opaques qui, chez l'homme, sont généralement d'un noir foncé.

Elasticité. — Les cellules jouissent, en général, d'une grande

élasticité. Ainsi un globule aplati par une force physique au point de devenir discoïde, peut, en se retrouvant libre, reprendre exactement sa forme primitive. On en voit qui, pour traverser une ouverture trop étroite, s'allongent en cylindre pour redevenir parfaitement ronds, le défilé une fois franchi. Ces phénomènes s'observent parfaitement sur les *globules du sang* en circulation (dans le mésentère ou la membrane digitale de la grenouille, par exemple).

Composition chimique. — Toutes les cellules ont cela de commun, que leur composition chimique est très compliquée.

L'élément dominant est l'eau : elle y entre pour les 4/5 et forme l'une des conditions de vitalité du globule, car elle sert de menstrue aux autres substances.

Après l'eau, vient, en ligne d'importance, l'*albumine* : cette substance est presque caractéristique de la cellule, du protoplasma.

A côté de l'albumine, nous trouvons toujours une certaine proportion de corps gras dans un état de combinaison intime avec les éléments précédents, surtout dans les jeunes cellules, comme le prouve leur transparence. Cette combinaison intime de l'eau, de l'albumine et de la graisse paraît être un des phénomènes essentiels de la vitalité de la cellule ; quand celle-ci arrive à la maturité, les corps gras s'y accumulent et on les voit, alors seulement, paraître à l'état libre sous forme de perles sphériques donnant à la cellule un aspect opaque. Cette apparition doit être souvent regardée comme un signe de mort prochaine ou au moins de vétusté de la cellule. En exceptant, d'une part, les *cellules adipeuses*, qui ont un rôle particulier à remplir, et notamment celui d'emmagasiner des matériaux combustibles (graisses), et, d'autre part, l'*ovule*, qui chez certains animaux renferme une provision nutritive sous forme de graisse, on peut dire que tout élément normal ou pathologique qui s'infiltré de graisse est destiné à périr et à disparaître par résorption.

A côté de ces trois éléments principaux on en trouve d'autres en moindre quantité, mais non moins essentiels ; ce sont toutes les substances minérales qui entrent dans la composition générale du corps : tel est le potassium (à l'état de sel de potasse), le phosphore (ces deux substances se trouvent surtout dans les éléments nerveux), le soufre incorporé à l'albumine ou représenté par des sels. Il en est de même du sodium, du calcium, du fer, du magnésium et de quelques autres métaux encore. Il nous suffit de remarquer l'extrême richesse chimique des cellules, ce qui doit nous faire prévoir de la part de corps si complexes une grande disposition aux métamorphoses.

Pouvoir électro-moteur. — C'est sans doute aussi à la multi-

PLICITÉ des éléments constitutifs qu'il faut rapporter le *pouvoir électro-moteur des globules*; cette propriété de dégager de l'électricité est surtout connue pour les nerfs ou tubes nerveux, qui ne sont pas des cellules, mais en dérivent et sont en connexion intime avec eux.

Ténacité de composition. — Mais de toutes les propriétés relatives à leur composition, la plus importante et la plus essentiellement vitale que présentent les cellules, c'est leur ténacité à maintenir leur constitution, malgré les milieux ambiants; leur force pour repousser certaines substances et s'en assimiler d'autres par une véritable *sélection*. Exposée à une atmosphère avide d'humidité, une cellule vivante ne perdra pas son eau de constitution: c'est ainsi que les cellules du tégument, chez l'animal comme chez la plante, maintiennent dans l'intérieur de l'organisme l'humidité nécessaire à la vie. C'est ainsi que le globule sanguin, riche en potasse et en phosphates, nage dans un liquide (*liquor* du sang) riche seulement en soude, presque privé des sels précédents, et cependant le globule garde sa potasse et repousse la soude par un véritable *phénomène de répulsion*; ailleurs le même globule sanguin se charge d'oxygène dans le poumon et en devient ensuite le véhicule à travers l'économie. Citons encore l'épithélium de la vessie urinaire qui s'oppose exactement au passage de l'urine à travers les parois, passage qui s'effectuera six ou sept heures après la mort du sujet, alors seulement que cet épithélium aura cessé de vivre à son tour.

En regard de ces phénomènes, que nous pouvons appeler de *refus*, nous avons d'autres cas où le globule *favorise, au contraire, le passage*; c'est ainsi que l'épithélium intestinal, à un moment donné, laisse passer les aliments élaborés avec une rapidité qui rend presque impossible l'étude de ce phénomène.

Vie et évolution de la cellule. — Enfin ce qui doit à nos yeux former le caractère essentiel de la cellule, c'est sa *vie, son évolution*; cet élément naît, fonctionne, et, au bout d'un temps très variable, tend à disparaître par des transformations très diverses.

Naissance des cellules. — La science a été longtemps indécise sur la question de savoir si les globules (ou éléments cellulaires) peuvent prendre naissance d'une manière spontanée dans un liquide plus ou moins amorphe, sans procéder d'aucun globule préexistant: telle était la théorie de la *formation libre des cellules* (Schleiden et Schwann, 1838¹). Schwann donnait au liquide générateur le nom

¹ Schleiden, botaniste allemand (1804-1881).

Schwann, anatomiste belge (1810-1882); il a donné son nom à diverses parties constituantes des fibres nerveuses (gaine de Schwann).

de *cytoblastème*. Raspail comparait volontiers la formation de la cellule dans ce cytoblastème à la *formation des cristaux* dans un liquide qui contient la matière cristallisable en dissolution. Puis la théorie du *blastème* ou de la genèse a été longtemps soutenue par Ch. Robin. Aujourd'hui cette manière de voir a été complètement abandonnée, par le fait d'observations plus exactes.

Ces observations plus exactes, qui ont eu pour point de départ les travaux de Remak¹ (1852) sur la formation (par segmentation) des globules du sang, ont montré que toute cellule provient d'une cellule préexistante (*omnis cellula a cellula et in cellula*). C'est ce qui résulte de toutes les études d'embryologie (formation du *blastoderme*, et formation des éléments des tissus par évolution des cellules du blastoderme).

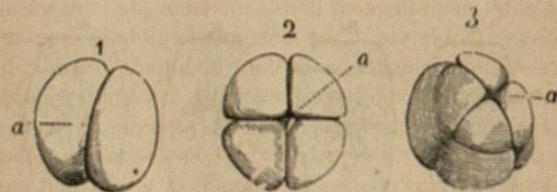


FIG. 3. — Divers degrés successifs du sillonnement et de la segmentation consécutive d'un globule (ovule de la grenouille, d'après Baer)².

La *division* est le mode selon lequel se fait cette production des cellules; c'est-à-dire qu'une cellule primitive se divise en deux ou quelquefois un plus grand nombre (bourgeonnement), et la forme type de cette division nous est présentée par la première cellule d'un organisme, par l'ovule. A un moment donné on voit la cellule mère (fig. 3, 1) présenter un étranglement superficiel, qui, se prononçant de plus en plus, divise la cellule primitive en deux nouvelles cellules; quand se sont produits deux sillons disposés comme des méridiens (fig. 2, 2), on en voit apparaître un nouveau dans le sens de l'équateur, de sorte que finalement nous avons quatre, puis huit cellules au lieu d'une (fig. 2, 3). Nous aurons à étudier ces phénomènes avec plus de détails pour les diverses cellules et en particulier pour l'ovule, sous le nom de *segmentation du vitellus*. Contentons-nous de dire, d'une façon générale, que toute cellule naît d'une autre cellule par une *segmentation*, et que

¹ Remak (R), anatomiste et physiologiste allemand (1815-1868), connu surtout par ses études sur l'embryologie et sur l'histologie du système nerveux.

² 1, Premier sillonnement vu un peu de côté; 2, second sillonnement vu directement du haut; 3, troisième vu obliquement du haut.

cette division a pu recevoir des noms divers selon les conditions où elle s'accomplit : si elle porte sur une masse de protoplasma incluse dans une enveloppe cellulaire, on dit qu'il y a *formation endogène* ; si elle porte sur une masse nue de protoplasma, qui se trouve divisée en deux parties inégales, dont la plus petite semble comme un bourgeon de la plus grosse, on dit qu'il y a *gemmation* ou *bourgeoisement*.

Enfin on a reconnu, dans ces dernières années, que le *noyau* était, pendant la division de la cellule, le siège de phénomènes particuliers, qui révèlent de sa part une activité spéciale dans l'acte de division. On a donné à ces phénomènes le nom de *Caryokinèse* (de *κάρων*, noyau ; *κίνησις*, mouvement, activité). Nous en tracerons ici un rapide tableau dont les figures 4, 5, 6 donnent les principaux stades.

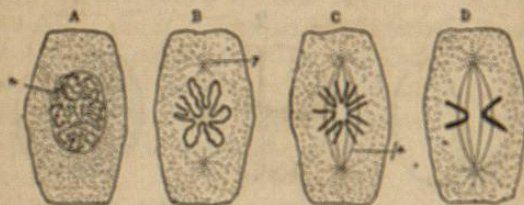


FIG. 4. — Caryokinèse.

On a reconnu que le noyau, à l'état de repos, est composé, outre sa membrane périphérique, d'une partie liquide, dite *suc nucléaire*, et d'un réseau solide, se colorant facilement par les réactifs colorants, d'où le nom de *réseau chromatique*. Lorsque la cellule va se diviser, les éléments du réseau chromatique se concentrent et se condensent en un long filament qui décrit de nombreux méandres dans la cavité circonscrite par la membrane du noyau (*stade du spirème* ou *peloton chromatique*, A, fig. 4). Ce filament chromatique s'épaissit, se raccourcit, et bientôt ses méandres dessinent une sorte de rosette, formée d'une série d'anses en forme de V ; en même temps la membrane du noyau a disparu, et, d'autre part, il se dessine, en deux points opposés du protoplasma de la cellule, deux figures en étoiles (en p, fig. 4, B, *stade de la rosette, du filament en rosette*) dont les rayons sont dessinés par la disposition radiée des granulations du protoplasma. Ces deux étoiles ou *aster*¹ marquent les points où vont se réunir, en deux nouveaux noyaux, les fragments du noyau primitif, les fragments du filament chromatique primitif.

En effet, les anses en V qui forment la rosette du stade B (fig. 4) se séparent les unes des autres pour former autant de fragments en forme de V

¹ On verra plus loin (V. le chap. sur la *Fécondation*) comment des figures semblables se dessinent dans l'ovule, et comment elles méritent alors les noms d'*amphiasier* (double étoile), de *fuseau*, etc.

(filaments en V), dont la pointe est tournée vers la région centrale (C, fig. 4, *stade de la segmentation transversale du filament chromatique*) ; en même temps on voit se dessiner des filaments incolores ou peu colorables (filaments achromatiques, fa, fig. 4, C), qui vont d'un aster à l'autre, dessinent ainsi une figure en *fuseau*, et paraissent formés par des parties provenant aussi bien du liquide du noyau que du protoplasma de la cellule (puisque depuis le stade B, il n'y a plus de membrane séparant le liquide nucléaire d'avec le protoplasma cellulaire).

Bientôt les filaments en V se disposent en un plan perpendiculaire à l'axe du fuseau et passant par le milieu de ce fuseau : cet état est représenté dans la figure 4, en D (*stade de la plaque équatoriale*, l'ensemble des anses chromatiques formant une plaque disposée dans l'équateur du fuseau, perpendiculairement à son axe) ; seulement, pour simplifier, on n'a ici figuré que deux gros filaments en V.

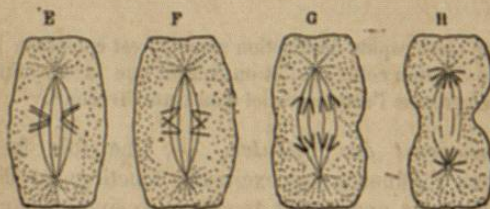


FIG. 5. — Caryokinèse.

A un stade suivant (E, fig. 5) chaque filament en V se dédouble selon sa longueur, en deux filaments (*stade du dédoublement longitudinal des anses chromatiques*), dont chacun s'écarte, par son sommet, de l'axe du fuseau (F, fig. 5), comme pour se diriger, par ce sommet, chacun vers l'un des pôles du fuseau (c'est-à-dire vers l'aster correspondant) ; c'est ce qui a lieu en effet, c'est-à-dire que les nouveaux filaments forment deux groupes (fig. 4 en G, *stade du dédoublement de la plaque équatoriale*), qui s'éloignent de plus en plus l'un de l'autre, et se dirigent vers l'aster qui leur correspond, en paraissant cheminer le long des filaments achromatiques du fuseau, la pointe de chaque V regardant ce pôle (dans la figure G on a représenté seulement quatre filaments en V pour chaque groupe). — Ils atteignent ce pôle (fig. 5, H), et alors se disposent en rosette autour de ce pôle (autour du centre de l'aster). La figure 6 (en I) représente ce stade avec des fragments en V devenus légèrement tortueux. Enfin ces filaments en V s'unissent entre eux par leurs extrémités périphériques, de sorte que la rosette est alors constituée par un seul filament décrivant des anses en V (fig. 6, en J) ; à ce moment, le corps de la cellule, qui déjà s'était légèrement étranglé selon un plan perpendiculaire à l'axe du fuseau, s'étrangle de plus en plus, et bientôt (en K), cet étranglement aboutit à la division de la cellule en deux nouvelles cellules ; en même temps, dans chacune de ces cellules filles, le filament chromatique, disposé en rosette, s'allonge et décrit des méandres multiples, figurant une masse qui présente plus ou

moins rapidement un aspect réticulé et autour de laquelle apparaît une membrane nucléaire (fig. 6, en K). Ainsi se trouvent constitués les noyaux des deux cellules filles (comparer avec la figure 4, en A; l'ensemble des figures H, I, J, K, représente le stade dit d'achèvement des nouveaux noyaux).

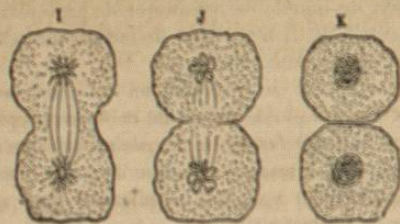


FIG. 6. — Caryokinèse.

On voit par cette rapide description combien est complexe l'activité du noyau dans la division cellulaire, et on conçoit que la caryokinèse puisse être considérée comme l'acte essentiel dans cette division¹.

Fonctionnement des cellules. — Une fois formées, les cellules, sous l'influence des excitants, fonctionnent de diverses manières. Pour les unes, nous trouvons de simples *changements de forme*; c'est ainsi que certaines cellules de la peau des batraciens, sous l'influence de la lumière seule comme excitant, passent de la forme sphérique à la forme étoilée et même chevelue². Ce changement de forme est ce qu'on connaît depuis longtemps sous le nom de *contraction*. Nous pouvons encore citer, comme changement de forme ou contraction, les mouvements des *cils vibratiles*, dont est pourvue la surface libre de certaines cellules épithéliales, mouvements qui tiennent uniquement à la vie de la cellule, sans l'intervention du système nerveux, puisque, quarante-huit heures après la mort, ils subsistent ou peuvent reparaitre sous l'influence excitante d'une solution très légère de potasse ou de soude. Les autres cellules fonctionnent en élaborant divers composés chimiques (voy. *Sécrétions*), en emmagasinant les produits (voy. *Nutrition*), en présidant au passage des substances absorbées, en transportant l'oxygène dans l'économie (globules du sang), etc.

Mort des cellules. — La cellule étant *essentiellement éphé-*

¹ Nos connaissances sur ces phénomènes sont dues principalement aux travaux de Strasburger, Flemming, Balbiani, Guignard, etc.

² Ces changements de forme amènent des changements de coloration dans les globules qui sont chargés de pigment (chromoblastes). Voyez les travaux de G. Pouchet sur la couleur et les changements de coloration des crustacés et des poissons (*Journ. de l'anatomie*, 1873-74).

mere, il arrive un moment où, après avoir manifesté spécialement quelques-uns des phénomènes que nous avons signalés, cet élément se transforme et disparaît. Cependant quelques-unes peuvent persister à l'état de cellules pendant de longues années, mais alors elles ne vivent pour ainsi dire plus, elles sont plongées dans une espèce de sommeil qu'on peut déjà comparer à leur mort. Ce cas est très commun chez les végétaux; il est plus rare de voir chez l'homme des cellules cesser de fonctionner, perdre leur caractère de vitalité active tout en conservant la forme cellulaire. La plupart des cellules restent peu de temps sous la forme globulaire; ou bien elles meurent ou bien elles se transforment.

Dans le *premier cas*, la cellule ne laisse plus ou presque plus de *formes déterminées*. — Ou bien elle se dessèche et tombe en poussière (couches furfuracées et desquamation incessante de la surface épidermique); ainsi les lamelles et débris pulvérulents qui constituent le furfur épidermique peuvent reprendre la forme cellulaire au contact d'une solution alcaline; mais on n'en a pas moins affaire à un cadavre de globule. Ou bien, et c'est le cas le plus fréquent, la cellule s'infiltré de graisse ou d'autres substances sur lesquelles elle exerce une puissante attraction; puis elle se liquéfie, elle tombe en déliquium, et ses débris forment divers liquides; tel est le mécanisme de quelques sécrétions.

Dans le *second cas*, les cellules perdent la forme globulaire, mais elles donnent naissance à de *nouvelles formes anatomiques*, en se soudant, en se confondant les unes avec les autres, pour former des fibres, des lames, des canaux. Telle est l'origine de la plupart des parties non cellulaires de l'économie. Quelques-uns de ces éléments anatomiques ainsi formés jouissent encore au plus haut degré des propriétés caractéristiques de la cellule primitive; c'est ainsi que la fibre musculaire, outre l'élasticité, est douée de la propriété essentielle de changer de forme sous l'influence des excitants. La fibre nerveuse jouit de propriétés, sinon semblables, du moins tout aussi caractéristiques de l'état de vie.

Tels sont les principaux phénomènes qui peuvent donner l'idée la plus générale de la *physiologie des cellules*. Tous ont lieu sous l'influence des excitants ou irritants; ceux-ci ont pu être divisés en physiques, chimiques et vitaux; cette division est assez juste et intéressante pour le physiologiste, quoique les excitants les plus différents puissent produire le même effet: un choc, un contact amène la contraction cellulaire et surtout musculaire; l'électricité, certains acides même produisent le même phénomène, qui, cependant, à l'état physiologique, se manifeste presque exclusivement sous l'influence du système nerveux. Une division d'un bien plus grand

intérêt aurait pour base, non la nature, mais les effets de l'excitant; malheureusement elle est impossible. C'est ainsi qu'on a essayé de reconnaître *trois espèces d'irritabilité: irritabilité de formation ou de développement, irritabilité nutritive, irritabilité fonctionnelle*. Mais nous avons vu que développement, nutrition, fonction et même mort, tous ces différents phénomènes forment pour la cellule un tout physiologique que nous avons dû artificiellement séparer pour la commodité de l'étude: l'irritabilité de développement pourra-t-elle se séparer de l'irritabilité nutritive, et n'avons-nous pas vu que les cellules, des glandes, par exemple, fonctionnent parfois en disparaissant comme éléments cellulaires, et se liquéfiant en un produit de sécrétion?

III. DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CELLULES

LEURS RÔLES PARTICULIERS — SCHEMA DE L'ORGANISME
PLAN DE CETTE PHYSIOLOGIE

Dans l'origine, un organisme se compose d'une cellule unique, l'*ovule*, dont nous avons déjà parlé, et dont nous avons rapidement décrit la *segmentation*, comme type de génération, de prolifération des cellules en général.

Cette segmentation, en se poursuivant, finit par donner naissance à des couches continues de cellules; c'est ce qu'on appelle les *feuilletts du blastoderme*. Quoique nous devions revenir sur cette question dans le chapitre consacré à la physiologie de la génération (embryologie), il est nécessaire de donner ici une idée de ces formations, afin de faire ressortir l'importance des cellules, puisque c'est des cellules des feuilletts blastodermiques que dérivent les éléments anatomiques de l'organisme.

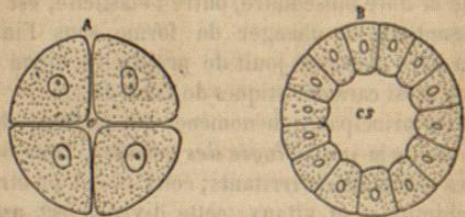


FIG. 7. — Segmentation de l'œuf.

Dès que l'ovule est divisé en quatre segments, ces segments limitent déjà entre eux, par leur léger écartement, un espace dit *cavité de segmentation* (c, fig. 7, A). A mesure que la segmentation se poursuit, cette cavité augmente de plus en plus (CS, fig. 7,

B), et finalement l'œuf segmenté forme une sphère creuse (fig. 8, C) dont la paroi est constituée par une simple couche de cellules comparable à un *épithélium*. La large cavité circonscrite par cette couche de cellules mérite toujours le nom de *cavité de segmentation* (CS). Il se produit alors des transformations assez différentes selon les animaux (invertébrés, poissons, oiseaux, mammifères¹), mais qui peuvent cependant être ramenées au type suivant, c'est-à-dire

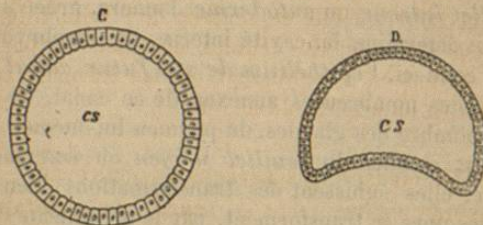


FIG. 8. — Cavité de segmentation.

à la formation d'une *gastrula* (théorie de la gastrula de Hœckel): L'un des hémisphères de la sphère creuse s'aplatit, puis s'invagine graduellement dans l'intérieur de l'autre hémisphère (fig. 8, D, et fig. 9, E): il se produit ainsi une nouvelle cavité, dite *cavité d'invagination* (CI, fig. 9) ou *cavité de la gastrula* (de γαστήρ, estomac, tube digestif, puisque cette cavité correspond à la future cavité intestinale). La cavité de segmentation (CS, fig. 8, D) est ainsi réduite à une fente (fig. 9, E) séparant deux feuilletts cel-

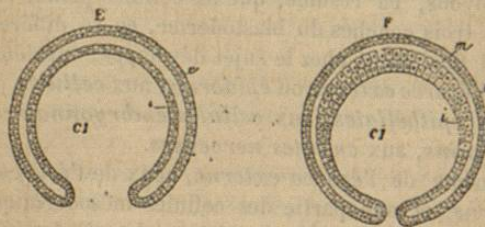


FIG. 9. — Cavité de la gastrula.

lulaires: l'un de ces feuilletts, placé vers l'extérieur, est dit *feuillet externe* (e, fig. 9, E), l'autre feuillet *feuillet interne* (i). Bientôt le feuillet interne, par division de ses cellules, se divise en deux couches, dont l'une est le *feuillet interne* proprement dit (i, fig. 9,

¹ Voy. Mathias-Duval, *De la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau* (*Annales des sciences naturelles: zoologie*, 1884, t. XVIII, n° 1, 2 et 3), et *Atlas d'embryologie*, Paris, 1889.

F), l'autre le feuillet moyen (*m*) ou *mésoderme*. — Telle est l'origine de la *vésicule blastodermique* et de ses trois feuillets.

Le *feuillet externe*, nommé *feuillet corné*, *ectoderme*, reste à l'état cellulaire; c'est lui qui formera notre *épiderme*, notre *écorce externe* et les différents organes qui en dérivent (éléments spéciaux des organes des sens; *cellules nerveuses* des organes nerveux centraux; voy. *Embryologie*).

Le *feuillet interne* ou *entoderme* donnera, grâce à l'enveloppement qui détermine la cavité interne de l'embryon, l'*écorce interne* de celui-ci, l'*épithélium de son futur canal intestinal*, et par suite des nombreuses annexes de ce canal, les cellules du plus grand nombre des glandes, du poumon lui-même.

Quant aux cellules du *feuillet moyen* ou *intermédiaire* ou *mésoderme*, elles subissent des transformations bien plus compliquées: les unes se transforment, par le mécanisme déjà indiqué à propos des cellules en général, en fibres, fibres musculaires, fibres élastiques, connectives et toutes les formes du tissu connectif; d'autres restent à l'état de cellules, mais en changeant de forme, et alors les unes se mêlent aux éléments fibreux du tissu connectif (*cellules embryonnaires* ou *mésodermiques*, cellules du tissu conjonctif, du cartilage, des os, des tendons), les autres nagent dans un liquide (*globules sanguins*); une partie enfin donne naissance aux *épithéliums* dits d'*origine mésodermiques* (épithéliums des séreuses, épithélium des appareils génitaux mâles et femelles, épithélium de l'appareil urinaire; voir *Embryologie*).

Nous voyons, en résumé, que les cellules primitivement semblables des trois couches du blastoderme, en se différenciant chez le fœtus et finalement chez le sujet développé, ont donné lieu aux cellules de l'*écorce externe* ou *épiderme*, aux *cellules des écorces interne* ou *épithéliales*, aux *cellules embryonnaires*, aux *globules sanguins*, aux *cellules nerveuses*.

Les éléments de l'*écorce externe*, ceux de l'*écorce* ou *épithélium interne*, et une partie des cellules mésodermiques peuvent être réunis, vu leurs analogies, sous le nom de *cellules épithéliales*¹, puisqu'ils tapissent également des surfaces; nous n'avons donc, en somme, que quatre espèces principales de cellules types à étudier: la *cellule épithéliale*, la *cellule nerveuse*, le *globule sanguin*, et la *cellule des tissus conjonctifs*.

¹ En effet, le mot *épithélium* a été primitivement employé pour désigner l'épiderme du mamelon, puis a été étendu à la désignation de l'épiderme des muqueuses pour lesquelles on tend à l'employer exclusivement. On trouve dans Astruc: « La peau fine et délicate qui recouvre le mamelon et qu'on appelle *épithélium* (ἐπί, sur; θηλή, mamelon). »

1° Les *cellules épithéliales*, étendues sur des membranes fibreuses destinées seulement à les soutenir, forment la partie vraiment vivante de ces membranes: aussi, selon l'activité de leurs fonctions, présentent-elles diverses formes:

Si dans une région ces cellules n'ont pas de fonctions vitales très actives, elles ne sont qu'en petit nombre, et pour recouvrir, malgré cela, complètement la surface qui leur est destinée, elles s'aplatissent, forment une espèce de carrelage ou paviment, et l'on a ainsi l'*épithélium pavimenteux* (fig. 10, A).

Si, au contraire, comme en général sur les muqueuses très importantes, leurs fonctions vitales sont très actives, ces cellules se multiplient, s'accumulent en grand nombre sur un même espace, et, pour se faire mutuellement place, elles se compriment latéralement et de rondes deviennent cylindriques; on a alors l'*épithélium cylindrique* (fig. 10, B).

Enfin, si une simple couche est insuffisante, les cellules se superposent, et l'on a l'*épithélium stratifié* (fig. 10, C).

De plus, pour présenter des surfaces plus étendues sans occuper trop d'espace, ces épithéliums se plissent sur eux-mêmes, et, selon que le plissement se fait vers la surface libre ou vers la profondeur, on a des *papilles* ou des *glandes*; nous insisterons particulièrement sur la formation de ces organes à propos des épithéliums de la muqueuse buccale.

Mais ce qui est peut-être plus important encore que leurs formes, ce sont les fonctions de ces épithéliums: ici encore nous trouvons *trois modes* différents:

Certaines cellules épithéliales agissent comme barrière, s'opposent exactement aux phénomènes de passage: elles sont imperméables. Nous aurons à étudier ce fait avec l'épithélium de la vessie, par exemple.

D'autres, au contraire, absorbent activement les substances (gaz ou liquide) avec lesquelles elles sont en contact, pour les transmettre aux parties situées plus profondément, au sang, par exemple. Ce sont des *cellules d'absorption*.

Enfin des cellules d'une troisième catégorie attirent à elles certaines substances contenues dans les tissus ou liquides voisins et

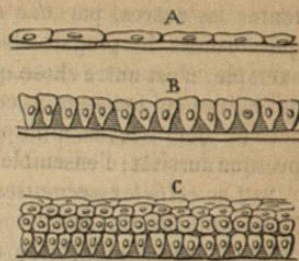


Fig. 10. — Diverses formes d'épithélium.

* A, Épithélium pavimenteux; B, épithélium cylindrique; C, épithélium stratifié.

en débarrassent l'organisme soit en se détachant elles-mêmes, soit en expulsant le produit qu'elles ont élaboré : tel est le mécanisme d'un grand nombre de *sécrétions*, et ces cellules sont des *cellules de sécrétion*. Ces cellules de sécrétion sont caractérisées, plus que toutes les autres, par une existence très éphémère; ce sont elles qui forment la plupart des glandes : la glande mammaire, par exemple, n'est autre chose qu'une membrane canaliculée, couverte de cellules qui jouissent à certaines époques d'une vie excessivement active; alors elles se multiplient très rapidement et se désagrègent presque aussitôt; l'ensemble de leurs débris constitue le lait.

2° Les *cellules nerveuses*, quoique provenant, comme le montre l'embryologie, du feuillet externe du blastoderme, ne sont pas établies sur des surfaces sous forme de membranes : elles sont cachées dans la profondeur, constituant l'élément essentiel de ce qu'on nomme la *substance grise nerveuse*. Ces cellules présentent des phénomènes de vie très active; nous traiterons bientôt de leurs fonctions. Rappelons ici qu'on peut les considérer comme en continuité avec les tubes nerveux qui les mettent en rapport avec les surfaces sensibles ou les organes contractiles.

3° Les *globules sanguins*, que nous avons précédemment (p. 3) choisis comme exemple des études de physiologie générale, sont, en effet, ceux dont les propriétés sont le mieux connues, et pour lesquels on a le mieux démontré que ces propriétés sont d'ordre purement physico-chimique (V. plus loin : *Respiration*, combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine); ces globules sanguins forment dans le sang, et, par suite, dans le corps, une masse considérable, presque 1/12 de notre masse totale. Loin d'être comme les précédents placés dans un coin de l'économie, ils sont entraînés par un courant perpétuel; leur forme discoïde se prête à ces transports. Pendant cette existence nomade, le globule sanguin est encore caractérisé par des phénomènes de répulsion, d'attraction, de changements de forme et de composition, se chargeant en certains points de principes chimiques qu'il est destiné à aller déposer ailleurs (oxygène).

4° Les *cellules des tissus conjonctifs*, *cellules mésodermiques* qu'on a souvent nommées *cellules embryonnaires*¹ parce qu'en général elles restent chez le sujet achevé ce qu'elles étaient chez l'embryon, sont disséminées au milieu des tissus, où elles continuent à servir à leur production (cellules du périoste formant continuellement l'os), ou à la réparation des brèches qui peuvent accidentellement entamer ces tissus (bourgeons charnus et cicatrices): de là

¹ Corps fibro-plastiques de Ch. Robin; *cellules plasmatiques* de Virchow; *cellules plates du tissu conjonctif* de Ranvier, etc.

aussi leur nom de *cellules plasmatiques*. Quelques-unes de ces cellules subissent une sorte de déchéance, en accumulant la graisse dans leur intérieur et donnant ainsi lieu au tissu adipeux : à cet état, elles ne sont plus guère susceptibles de subir des transformations. Mais la plupart, quoique changeant de forme (cellule plasmatique étoilée, fig. 11), conservent à l'état latent toutes leurs propriétés vitales, prêtes à se réveiller sous une excitation suffisante: c'est ainsi qu'elles peuvent donner lieu à des produits relativement nouveaux, la plupart pathologiques, tel que le cancer, les diverses tumeurs et en général les globules purulents des abcès.

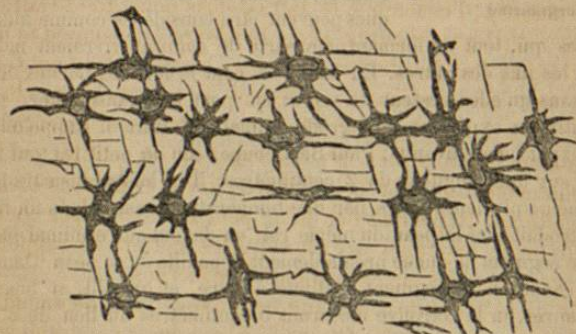


Fig. 11. — Cellules du tissu conjonctif.

Maintenant que nous connaissons les *diverses espèces de cellules* qui, pour le physiologiste, constituent par leur association l'organisme achevé, nous pouvons essayer de nous représenter d'une façon schématique le groupement et les fonctions de ces catégories de cellules.

Nous pouvons nous représenter l'organisme comme une masse homogène, plutôt liquide que solide, à la surface de laquelle est une couche de cellules épithéliales (AAA, fig. 12), dont les unes absorbent, les autres excrètent, les autres enfin sont *imperméables* dans un sens comme dans l'autre, neutres en un mot. Dans l'intérieur, vers le milieu, loin de la surface (fig. 12, B), se trouve un groupe de cellules relativement permanentes, les cellules nerveuses, qui, par leurs prolongements, sont en communication avec les cellules périphériques de manière à être excitées par les unes et à réagir sur les autres (actes réflexes). Enfin les globules sanguins voyagent de la périphérie au centre et *vice versa* (fig. 12, CC), et ce courant circulaire amène vers le centre les éléments nutritifs

* Coupe de la corne parallèle à la surface. Corpuscules étoilés, aplatis, avec leurs prolongements anastomotiques (d'après His).

absorbés par certaines cellules de la surface, et entraîne les déchets des cellules centrales vers des cellules de la surface, qui ont pour

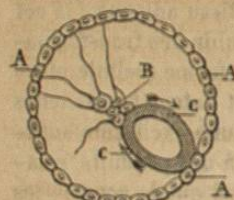


FIG. 12. — Schéma de l'organisme.

but de les rejeter (sécrétions toutes plus ou moins excrémentielles); le globule sanguin et sa circulation effectuent ainsi un commerce d'échanges, qui chez les animaux inférieurs se fait par simple imbibition.

Telle est la forme la plus simple à laquelle peut se ramener l'organisme le plus compliqué. Dans cet organisme, tous les éléments anatomiques peuvent être considérés comme autant de petits êtres qui, tout en formant une sorte de colonie, vivraient indépendamment les uns des autres. En effet, on peut isoler des parties de cette colonie, sans qu'elles cessent de vivre; on peut les transplanter, comme l'ont montré les expériences de greffe animale (P. Bert¹). Rappelons seulement l'expérience suivante: Paul Bert coupe, sur un petit rat tout jeune, la queue sur une longueur de 2 centimètres; il la laisse plusieurs heures (parfois même plusieurs jours, par une température basse) dans un flacon; puis il l'introduit sous la peau du même rat, ou de tout autre animal de même espèce, ce segment de queue préalablement dépouillé de sa peau. Dans cette nouvelle condition, le segment continue à vivre, et grandit, si bien que, six mois après, on le retrouve mesurant 5 centimètres au lieu de 2. Avec un bout de la patte, on obtient le même résultat. Chaque partie du corps, chaque élément anatomique vit donc d'une vie personnelle, mais, dans cette sorte de colonie qui constitue l'organisme, tous ces phénomènes d'activité cellulaire sont intimement liés les uns aux autres et liés à des phénomènes chimiques et physiques qu'il faut étudier en même temps: ainsi le globule sanguin semble être au service de la cellule nerveuse, en établissant, au point de vue nutritif, la communication entre cette cellule profonde et celles des surfaces; mais sa circulation exige l'intervention de la cellule nerveuse, laquelle excite la fibre musculaire et donne ainsi lieu à des phénomènes mécaniques d'hydrostatique, etc.

Ainsi, dans l'organisme, les cellules vivent ensemble, quoique nous ayons vu qu'elles peuvent mourir séparément. Elles vivent ensemble, surtout grâce au système nerveux et à l'appareil de la circulation, de sorte qu'on

¹ Paul Bert, professeur de physiologie à la Sorbonne (1833-1886). Élève de Claude Bernard, il a abordé comme lui l'étude expérimentale de la plupart des questions de physiologie, et s'est rendu célèbre spécialement par ses études sur les propriétés des nerfs, sur la respiration, sur l'influence des changements de pression atmosphérique, sur les greffes animales, etc. Homme politique en même temps que physiologiste, il a péri étant résident général de la République française au Tonkin.

* AAA, globules de la surface, de l'écorce, épithélium. — B, globules centraux nerveux avec leurs prolongements venant de la surface ou s'y rendant. — CC, le cercle de la circulation, qui va de la périphérie au centre et revient du centre à la périphérie.

peut dire qu'une cellule retient sur toutes les autres et que toutes les autres retentissent sur elle.

On voit donc que l'ensemble des phénomènes de l'économie animale constitue une chaîne vivante qu'il faut artificiellement briser pour la commodité de l'étude. Le phénomène le plus frappant est la pérégrination du globule sanguin: c'est peut-être par lui qu'il serait le plus naturel d'aborder le problème; mais nous préférons commencer:

1° Par la *cellule nerveuse*, parce qu'elle nous amènera naturellement à étudier:

2° Les formes dérivées (*muscles*) avec lesquelles elle est en communication, et, par suite, les *mouvements* et les autres phénomènes mécaniques et physiques de l'organisme, ainsi que les tissus qui en sont le siège.

3° Nous passerons alors au *globule sanguin* et à sa *circulation*.

4° Alors seulement nous pourrons aborder, forts de toutes ces connaissances, l'étude des *écorces internes, et externes*, auxquelles nous rattacherons les *organes des sens*; et enfin nous terminerons par une écorce interne particulière, l'épithélium des *organes génitaux*, dont une dépendance, l'épithélium de l'ovaire, nous ramènera à notre point de départ, l'ovule.

Nous devons cependant rappeler, qu'au point de vue des manifestations d'ensemble auxquelles donne lieu la vie de l'organisme, on peut diviser ses fonctions, selon le tableau classique de tous les traités de physiologie, en deux grandes classes: 1° Les fonctions relatives à la conservation de l'espèce, ou *fonctions de génération*; 2° les fonctions relatives à la conservation de l'individu, et comprenant les *fonctions de nutrition* et les *fonctions de relation*; les fonctions de nutrition comprennent la *digestion*, la *circulation*, la *respiration*, et les *sécrétions*; les fonctions de relation comprennent enfin l'*innervation*, la *contraction musculaire*, et les *fonctions des organes des sens*. Nous ne suivrons pas cette division, qui s'éloigne trop de la nature intime des choses.

RÉSUMÉ. — La physiologie est l'étude des phénomènes que présentent les êtres vivants; partout où l'analyse de ces phénomènes a été poussée assez loin, on les voit se réduire à des actes physico-chimiques. On peut donc dire, avec de Blainville¹, que la physiologie est l'art de rapporter les phénomènes vitaux aux lois générales de la matière. Ces phénomènes doivent être étudiés dans les éléments anatomiques, dont la cellule est la forme la plus simple et le point de départ. Les éléments anatomiques vivent d'une vie indépendante, et c'est la réunion harmonique, le concours de toutes ces vies individuelles qui constitue la vie de l'organisme entier. La classification générale des cellules à propriétés bien caractérisées nous donne l'aperçu le plus général sur les fonctions de l'organisme, et nous permet d'établir l'ordre dans lequel doivent être étudiées ces fonctions.

¹ Blainville, naturaliste français (1777-1850), rival et successeur de Cuvier; il fut surtout remarquable par ses vues élevées, s'inspirant de Bichat, et de l'anatomie générale.