

COURS
DE PHYSIOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE
PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

I. — PHYSIOLOGIE. — PHYSIOLOGIE CELLULAIRE.

La physiologie est la science des phénomènes que présentent les organismes vivants; l'anatomie a pour objet l'étude de la structure de ces êtres; la physiologie, celle de leurs fonctions. Ces phénomènes ont été envisagés sous un grand nombre de points de vue et interprétés de manières très-différentes.

A toutes les époques, ils furent 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 Lavoisier, nous a montré que la plus grande partie des 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 chaleur 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.

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*.

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 à nos yeux 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 complé-

tement brûlé, putréfié. Le globule 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. Mais ici même nous trouverons dans les phénomènes les plus généraux, comme dans les cas les plus particuliers, l'application des grandes lois qui régissent aussi bien le monde organique que le monde inorganique. Parmi ces lois, la plus importante sans contredit est celle de la *conservation de la matière et de la force*. Lavoisier a prouvé par la balance que la *matière* se transforme, mais qu'elle n'est jamais ni détruite ni créée : *rien ne se perd, rien ne se gagne*. Il en est de même des *forces* : qu'elles soient représentées dans le monde organique, comme dans le monde inorganique, par le mouvement, la chaleur, la lumière ou l'électricité, jamais elles ne se détruisent; elles se transforment seulement les unes dans les autres : la chaleur, par exemple, se transforme en travail mécanique et réciproquement. Cette grande loi de la *constance*, de la *transformation* et de l'*équivalence des forces*, nous trouverons surtout à l'étudier à propos du travail musculaire et de la chaleur animale, mais elle devait être signalée ici, au début de toute étude de l'être vivant, car c'est l'une des plus belles conquêtes de la science moderne, dans son application générale au monde organique et inorganique.

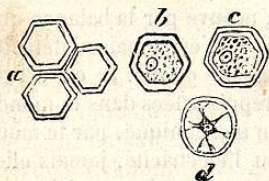
II. — DU GLOBULE OU CELLULE. — SES PROPRIÉTÉS. COUP D'ŒIL HISTORIQUE.

Les globules, éléments essentiellement vivants, sont tout d'abord caractérisés par leurs *dimensions microscopiques*. Leur diamètre varie entre $1/100$ et $3/100$ de millimètre; un seul, l'*ovule*, atteint jusqu'à $2/10$ de millimètre, de façon à être visible à l'œil nu. Cette extrême exigüité nous explique pourquoi l'on n'avait pu connaître ce que nous pouvons appeler l'essence des phénomènes vitaux, jusqu'au jour où de

puissants microscopes ont permis d'apercevoir les infiniment petits qui en sont le siège. On peut dire aujourd'hui que le *globule* est pour le physiologiste ce que l'atome est pour le chimiste, ce que la ligne est pour le géomètre.

Si après leurs dimensions exigües nous passons en revue les caractères des globules en commençant par leurs propriétés physiques pour terminer par celles qui sont uniquement vitales, nous trouvons successivement à noter :

Leur forme. Tous les globules ont primitivement la forme d'une petite masse sphérique, homogène, compacte; c'est



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

ainsi qu'ils se présentent à l'état jeune (*protoblastes* de Köelliker, *gymnocytoïdes* de Hœckel); 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, et l'on aura de la sorte un corpuscule formé d'une *membrane limitante* et d'un *contenu* (1). Alors le *globule* prend la forme qui lui a mérité généralement le nom de *cellule*. La cellule domine presque uniquement dans le règne végétal (fig. 1) : pour les animaux, sans être exclusifs, nous préférons en

(1) C'est à ce contenu liquide que H. Mohl a donné le nom de *protoplasma*, appelant (chez les plantes) *utricule azotée* la substance globulaire refoulée vers la périphérie; cette *utricule azotée* peut elle-même se doubler extérieurement d'une enveloppe distincte (formée de *cellulose* chez les végétaux; *membrane cellulaire* proprement dite). Aujourd'hui, avec Remak et Schultze, et la plupart des histologistes allemands, on donne le nom de *protoplasma* à la masse granuleuse qui compose le globule, à tout ce qui n'est ni *noyau*, ni *membrane cellulaire proprement dite*. Les *protoblastes* de Köelliker sont de petites masses sphériques de *protoplasma*.

* a. cellules à parois épaisses régulièrement polygonales. — b, etc., cellule isolée, 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*.)

général le mot de *globule*, qui du reste rappelle mieux la forme primitive et essentielle. A l'état de *cellule* l'élément vital se compose d'une *enveloppe amorphe*, d'un *contenu granuleux et transparent*, au milieu duquel on trouve une vésicule nommée *noyau* (*nucleus*), laquelle renferme elle-même un autre noyau nommé *nucléole*.

Pour quelques physiologistes il faut la présence de toutes ces parties (enveloppe, contenu, noyau, nucléole) pour que le nom de cellule vivante soit légitime : et même chacune de ces parties aurait un rôle à part, le contenu présidant à la fonction, le noyau à la reproduction de la cellule : c'est peut-être vouloir trop préciser. Aussi le mot *cellule* n'est-il pas assez général pour que nous l'adoptions à l'exclusion du mot *globule*, car nous ne pensons pas que la *cellule parfaite* se rencontre partout où l'on observe les phénomènes de la vie, et que ceux-ci disparaissent des régions où elle n'existe pas.

Outre ce groupement de la masse primitivement homogène, les formes extérieures du globule peuvent se modifier à l'infini : par exemple, par les progrès de la nutrition, le globule grossit; alors, pressé par ses voisins et les pressant lui-même, il prend les formes souvent les plus singulières (fig. 1). Ailleurs, dans les centres nerveux par exemple, les rapports que les globules nerveux doivent affecter avec les fibres nerveuses obligent les premiers 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 globules achevés et modifiés les formes polyédriques, lamellaires, cylindro-coniques, fusiformes, étoilées.

Couleur. Les globules sont en général incolores; quelques-uns cependant sont diversement colorés : 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.

Élasticité. Les globules 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. Tous les globules ont cela de commun, que leur composition chimique est très-compliquée.

L'élément dominant est l'eau : elle y entre pour les $\frac{4}{5}$, 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 du globule : on ne trouve jamais dans le globule la *substance collagène* ou gélatine, qui paraît au contraire caractéristique des éléments non globulaires (fibres connectives et même élastiques).

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 du globule ; quand celui-ci arrive à 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 regardée comme un signe de mort prochaine ou au moins de vétusté du globule, qui va bientôt tomber en décomposition ou donner naissance à toute une génération de jeunes éléments dans lesquels la graisse sera dissimulée. Ainsi l'abondance d'eau et d'albumine, caractérisée par une grande transparence, est un signe de vie ; l'excès de graisse, avec opacité du globule, est un signe de mort. En exceptant les *cellules adipeuses*, qui ont un rôle particulier à remplir, et notamment celui d'emmagasiner des matériaux combustibles (graisses), on peut dire que tout élément normal ou pathologique, qui s'infiltré de graisse, est destiné à périr et même 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 globules, 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 multiplicité 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 globules, 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 globules, 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*. Exposé à une atmosphère avide d'humidité, un globule vivant 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 6 ou 7 heures après la mort du sujet, alors seulement que cet épithélium aura cessé à son tour de vivre.

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, et sous l'excitation du suc gastrique, laisse passer les aliments élaborés, avec une rapidité qui rend presque impossible l'étude de ce phénomène.

Vie du globule. Enfin ce qui doit à nos yeux former le caractère essentiel du globule, c'est sa vie : cet élément naît, fonctionne, et, au bout d'un temps très-variable, tend à disparaître par des transformations très-diverses.

Ces trois phénomènes, naissance, vie et mort, phénomènes qui constituent les métamorphoses ou fonctionnement du globule, n'ont lieu que sous l'influence de certains excitants (1). Pour le règne végétal, la lumière, la chaleur et sans doute l'électricité constituent quelques-uns des excitants les plus indispensables. C'est ainsi que des grains de blé, trouvés dans les tombeaux des Pyramides, y avaient dormi pendant de longues suites d'années sans donner signe de vie, et se sont réveillés, c'est-à-dire se sont mis à végéter, dès qu'ils ont été soumis aux excitants extérieurs. Les conditions ne sont pas moins complexes pour le globule animal : parfois c'est la chaleur ; c'est ainsi qu'un certain degré de brûlure produit de rapides changements dans les cellules de notre écorce, de notre épiderme. Ces causes excitantes peuvent être physiques, chimiques, ou même naître dans l'intérieur même de l'organisme (être vitales), et la principale parmi ces causes intimes ou intérieures (ou vitales) est certainement l'innervation, ou l'influence du système nerveux sur les éléments vivants. Du reste les actions des divers excitants peuvent se succéder

(1) « La matière par elle-même est inerte, même la matière vivante, en ce sens qu'elle doit être considérée comme dépourvue de toute spontanéité. Mais cette matière vivante est irritable, et elle peut ainsi entrer en activité pour manifester ses propriétés particulières. » Cl. Bernard.

Nous verrons que le globule nerveux lui-même, qui au premier abord paraît jouir d'une grande spontanéité, ne fait que transmettre, que réfléchir des excitations (ou irritations) qu'il a reçues de diverses sources. Les faits, qui, à un examen superficiel, semblent le résultat d'une spontanéité nerveuse, ne sont en somme que des actions réflexes.

et former un circuit d'influences de nature alternante : ainsi les éléments des surfaces (épithélium, épiderme) excités par des causes externes, excitent à leur tour, par l'intermédiaire des nerfs sensitifs, les cellules nerveuses, qui, par l'intermédiaire des nerfs moteurs, portent l'excitation vers les muscles ou vers d'autres éléments des surfaces, vers les épithéliums glandulaires par exemple, et nous avons ainsi des excitations, dites vitales, provenant d'excitations primitivement mécaniques.

Remarquons encore que pour quelques globules ces excitants peuvent être tout à fait spéciaux : c'est ainsi que le globule ovule a dans le spermatozoïde le seul excitant qui réveille bien efficacement son activité fonctionnelle ou de développement.

Enfin ces excitants peuvent agir à divers degrés : au degré le plus élevé, ces excitants peuvent amener immédiatement la destruction du globule : c'est ainsi que les poisons agissent plus spécialement sur tel ou tel groupe de globules au point de les détruire.

Étudions donc les phénomènes que présentent les globules sous l'influence de ces excitants physiques, chimiques et vitaux.

Naissance des globules. La science n'est pas encore parfaitement fixée 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; 1838). Schwann donnait au liquide générateur le nom 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. Aujourd'hui la théorie du *blastème* ou de la genèse est défendue par d'éminents histologistes, par une école nombreuse, et particulièrement par Charles Robin. Toutefois la *théorie de la genèse* de Robin diffère en plusieurs points de l'ancienne théorie de Schwann. Ainsi les milieux où se produit la genèse, les *blastèmes* (sang, lymphe, liquides interstitiels) sont eux-mêmes le produit de

cellules préexistantes, de sorte que les éléments nouvellement formés proviennent en somme de cellules antérieures, non directement, mais par l'intermédiaire (*substitution*) d'un liquide : en un mot *sans précédent immédiat figuré*. Le mode selon lequel se produit la genèse consiste dans l'apparition spontanée d'un noyau qui s'entoure de blastème épaissi; ou bien même la masse du blastème se divise en îlots globulaires au centre de chacun desquels est placé un des noyaux nouvellement formés (Ici donc le nucléole, qui peut se former ensuite, est un élément secondaire, tandis que Schwann en faisait le point de départ des formations cellulaires). Enfin la formation par *genèse* se présente surtout dans des circonstances, à des époques qu'on peut indiquer d'une façon générale : 1° Pour la formation de l'ovule femelle ou mâle (cellules à spermatozoïdes). — 2° Pour la production des tissus de l'embryon par les couches du blastoderme. — 3° Chez l'animal développé, pour la production et le renouvellement des épithéliums et de l'épiderme. — 4° Enfin c'est à ce mode de formation que presque tous les néoplasmes pathologiques devraient leur origine (1).

D'après une autre école, qui a pris naissance surtout à la suite des travaux de Remak sur la formation (par segmentation) des globules du sang, on est porté généralement à admettre avec Virchow que toute cellule provient d'une cellule préexistante (*omnis cellula a cellula et in cellula*). L'étude de l'accroissement et de la reproduction des épi-

(1) Ainsi la *genèse* est caractérisée par ce fait qu'au sein d'un liquide, entre des éléments anatomiques, certains principes immédiats s'unissent presque subitement molécule à molécule et forment des éléments anatomiques. Ceux-ci ne proviennent donc directement d'aucun des éléments qui les entourent : ce sont des individus nouveaux qui surgissent de toutes pièces par *génération nouvelle*; mais, pour naître, ils ont besoin de ceux qui les ont précédés ou qui les entourent au moment de leur apparition, car ils se forment à l'aide et aux dépens des principes fournis par ces derniers. Ainsi la *genèse* n'est pas une *génération spontanée hétérogénique*, c'est-à-dire s'accomplissant hors de l'économie et donnant naissance à des corps dissemblables à ceux déjà connus : la *genèse* est une *génération spontanée homogénique*, c'est-à-dire donnant naissance à des éléments anatomiques semblables à ceux des êtres préexistants auxquels sont dues les conditions d'accomplissement du phénomène.

théliums, qui ne sont formés que de cellules, celle de nombreux produits pathologiques, confirmerait que tout globule naît d'un autre globule (*omne vivum ex ovo*).

En admettant que tout globule naît d'un globule préexistant, le mode type selon lequel se fait cette génération nous est présenté par la première cellule d'un organisme, par l'ovule. A un moment donné, si les milieux ambiants sont favorables, on voit la cellule mère (fig. 2-I) présenter un étranglement superficiel, qui, se prononçant de plus en plus, divise le globule primitif en deux nouveaux globules : du temps que se produit ce premier dédoublement, dans le sens par exemple du méridien, on en voit déjà commencer un second dans le sens de l'équateur (fig. 2-II), de sorte que finalement nous avons quatre globules au lieu d'un (fig. 2-III). Nous aurons à étudier ces phénomènes avec plus de détail pour les divers globules 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*, soit que le contenu seul y prenne part, ce qu'on appelle alors *endogénèse*, soit que contenu et enveloppe, formant masse homogène (*globule* proprement dit), subissent ensemble la division, ce qui constitue la *fissiparité* (dont le *bourgeonnement* n'est qu'une variété). Ce dernier mode est le plus fréquent : on voit donc que les globules se ressemblent tous quant à leur mode d'origine, et même quant à leur forme primitive, qui est globulaire.

Fonctionnement des globules. Une fois formés, les glo-

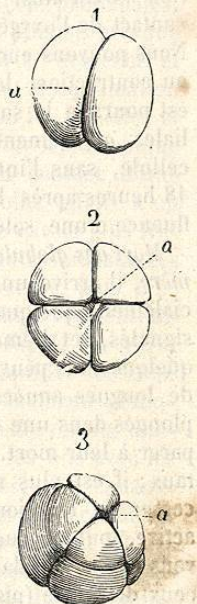


FIG. 2. — Divers degrés successifs du sillonnement et de la segmentation consécutive d'un globule (ovule de la grenouille, d'après Baer) *.

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

bules, sous l'influence des excitants, fonctionnent de diverses manières. Pour les uns nous trouvons de simples *changements de forme* : c'est ainsi que certains globules 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 chevelue (1). Ce changement de forme est ce qu'on connaît depuis longtemps sous le nom de *contraction* : c'est ainsi que les globules sanguins deviennent au contact de l'oxygène plus plats qu'ils ne sont normalement. 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 48 heures après la mort ils peuvent reparaitre sous l'influence d'une solution très-légère de potasse ou de soude.

Mort des globules. Le globule étant *essentiellement éphémère*, 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-uns peuvent persister à l'état de cellules pendant de longues années, mais alors ils ne vivent plus, ils sont plongés 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. Nous pouvons citer cependant certains globules pigmentaires, comme ceux de l'uvée (pigment de la face profonde de la choroïde et de l'iris), qui ne manifestent plus que les propriétés physiques de leur pigment, destiné à assurer les fonctions de l'œil en absorbant ou en réfléchissant les rayons lumineux. On peut encore citer ici les globules que nous étudierons sous le nom de *globules embryonnaires* ou *plasma-*

(1) Ces changements de forme amènent des changements de coloration dans ces 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 de Ch. Robin*, 1873-74).

tiques, qui semblent se momifier au milieu du tissu conjonctif, mais qui cependant, à un moment donné, sous l'influence d'une excitation suffisante, se réveillent tout à coup, et se mettent à fonctionner activement soit en réparant des brèches faites aux tissus, soit en donnant naissance à des produits nouveaux, le plus souvent pathologiques. Mais la *véritable mort des globules*, la *perte* réelle et définitive de *leur individualité*, se fait de deux façons principales.

Dans le *premier cas* le globule ne laisse plus ou presque *plus de formes déterminées*. — Ou bien il se dessèche et tombe en poussière (couches furfuracées et desquamation incessante de la surface épidermique) ; ainsi les lamelles et débris pulvérulents qui constituent le fufur 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, le globule s'infiltré de graisse ou d'autres substances sur lesquelles il exerce une puissante attraction ; puis il se liquéfie, il tombe en déliquium, et ses débris forment divers liquides ; tel est le mécanisme de la plupart des *secrétions* ; telle est l'origine de la plupart des liquides sécrétés.

Dans le *second cas*, les globules perdent la forme globulaire, mais ils donnent naissance à de *nouvelles formes anatomiques*, en se soudant, en se confondant les uns avec les autres, pour former des fibres, des lames, des canaux. Telle est l'origine des parties non cellulaires de l'économie. Quelques-uns de ces éléments anatomiques ainsi formés jouissent encore au plus haut degré des propriétés caractéristiques du globule primitif : c'est ainsi que la fibre musculaire, outre l'élasticité, est encore douée du pouvoir électro-moteur et surtout de la propriété bien plus 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, avons-nous dit, ont lieu sous l'influence des excitants, ou irritants : nous avons vu que 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 surtout en disparaissant comme élément cellulaire, et se liquéfient en un produit de sécrétion? Il en est d'un globule isolé comme de l'organisme entier, dont on a voulu diviser les fonctions en trois grandes classes : Relation, nutrition, reproduction; comme si les fonctions de reproduction ne rentraient pas forcément dans l'une ou l'autre des deux précédentes.

II. — DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CELLULES. — LEURS ROLES PARTICULIERS. — SCHÉMA 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 globules en général. De la segmentation du *vitellus* ou contenu (protoplasma) de l'ovule, il résulte que la membrane enveloppante, ou *zone pellucide*, renferme finalement un grand nombre de globules tous semblables; mais bientôt ces globules tendent à se différencier quant à leur forme et à leur position.

D'abord ces globules se groupent vers la périphérie de la cavité de l'ovule primitif (fig. 3), et forment ainsi une membrane qui nous présente dans sa plus simple expression ce que nous étudierons plus tard sous le nom d'*épithélium* : de même que dans l'organisme achevé un épithélium est supporté par un substratum fibreux ou anhiste, destiné à un rôle presque purement mécanique, de même ici l'*épithélium ovariale* est supporté par l'ancienne *membrane pellucide* (fig. 3, A).

Nous voyons donc déjà (et ceci est à noter pour expliquer dès maintenant l'importance que nous attacherons à ces formes) l'organisme représenté successivement par une cellule, puis par un épithélium : cet épithélium pourrait s'appeler *épithélium de la zone pellucide* (fig. 3, B) : comme c'est lui qui va servir de germe à toutes les autres parties, on l'a nommé *membrane germe* ou plus généralement *membrane blastodermique, blastoderme* en un mot.

Ce changement de position des globules, d'où résulte une membrane globulaire, est bientôt suivi d'un changement de forme, d'où résulte la distinction de plusieurs couches dans cette membrane : dans le sens de l'un des méridiens du blastoderme, les globules se multiplient plus que partout ailleurs; là le blastoderme, comme tout épithélium qui s'hypertrophie en un point, est obligé, comme nous le verrons par exemple pour la formation des glandes ou des papilles, est obligé de se plisser, de constituer une espèce de villosité pour loger tous les nouveaux globules formés; cette villosité (fig. 3, C), ce bourgeon est le premier rudiment du corps de l'embryon. Nous aurons à revoir plus tard tous ces faits avec détail, pour le moment contentons-nous d'indiquer qu'au niveau de ce bourgeon il se fait entre les cellules

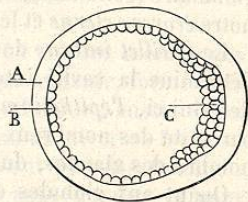


FIG. 3.
Schéma du blastoderme*.

* A, membrane vitelline; B, Blastoderme encore simple; C, point où le blastoderme se compose déjà de trois couches de cellules, de trois feuilletts.