

manuels, qui veulent condenser le plus de faits, de noms et de chiffres dans un minimum de pages. Comme la physiologie est, en somme, de toutes les sciences médicales, la plus facile à connaître, il me semble que le principal rôle du professeur de physiologie est, non pas tant de faire connaître la physiologie que de la faire aimer, de montrer ce qu'elle a de profond et de logique, de rattacher entre eux les faits épars, qui sont innombrables, en cherchant le lien qui les unit. Si un étudiant s'intéresse à la physiologie et y prend goût, au bout de quatre mois, il la saura tout à fait bien, et je suis absolument sûr que, dans les deux années qui suivent, il comprendra alors sans peine toute la médecine.

Revenons à l'ouvrage de MM. P. Langlois et H. de Varigny. Je crois que, comme livre classique élémentaire, il peut absolument suffire. Quelque résumé qu'il soit, s'il avait un défaut, ce serait d'être encore trop détaillé, et d'avoir plus de noms divers et de citations que le strict nécessaire; mais ce luxe d'érudition et de science (luxe tout relatif évidemment, puisqu'il ne s'agit que d'un résumé) est si bien disposé que je ne peux vraiment le blâmer.

CH. RICHTER.

NOUVEAUX

ÉLÉMENTS DE PHYSIOLOGIE

LA CELLULE

ET LE PROTOPLASMA

La Physiologie est une des branches de la Biologie, et celle-ci constitue l'étude de l'être vivant au sens le plus large du mot : l'étude de sa forme extérieure, de ses fonctions, de ses rapports avec les autres organismes et avec le milieu tant organique qu'inorganique. La Biologie comprend donc l'*Anatomie*, l'*Histologie* et la *Morphologie* (forme et structure), la *Physiologie* (fonctions), la *Physiologie des organismes* (rapports des êtres entre eux, et avec leur milieu), et enfin la *Pathologie* (étude des altérations de structure et de fonction). De la Physiologie, qui seule doit nous occuper ici, nous n'envisagerons qu'une partie, nous laisserons de côté la physiologie des plantes et celle des animaux dans leur ensemble, de même que la physiologie pathologique, pour ne considérer que la physiologie des organes et des principaux tissus des organismes supérieurs, pour n'exposer que les principes généraux de la *physiologie spéciale* des organes et de la *physiologie générale* des tissus. La physiologie spéciale possède quelque antiquité : elle a commencé avec Galien : mais elle sommeilla longuement après cet homme de génie ; elle sommeilla jusqu'au XVII^e siècle où Harvey et quelques

autres la firent sortir de sa torpeur : elle ne se réveilla réellement qu'il y a cent ans, avec les Lavoisier, puis les Galvani, les Volta, les Magendie, les Bell; et plus tard, avec les Bernard, Brown-Séguard, Chauveau, Marey, Ludwig, Pflüger, Helmholtz, elle a pris l'essor que nous savons. En cent ans, elle a fait plus de chemin qu'en dix-huit ou vingt siècles. — La physiologie générale, qui est l'étude des propriétés physiologiques des tissus, des éléments dont sont composés les organes, et qui pénètre plus intimement dans la nature des phénomènes essentiels, la physiologie générale est d'origine beaucoup plus récente : elle a été fondée au début du siècle par Xavier Bichat (1771-1802) qui, après avoir créé l'histologie, l'étude des éléments des tissus, devait nécessairement se préoccuper des phénomènes vitaux de ceux-ci; et Cl. Bernard (1813-1878) est à coup sûr le physiologiste qui a étudié, avec le plus de pénétration et de succès, les phénomènes dont il s'agit. Son œuvre lui fut d'ailleurs facilitée par les travaux de Schwann et par l'établissement de la théorie cellulaire (1839). Schwann montra, et en cela il fut suivi et appuyé d'une pléiade de zoologistes et de physiologistes, que la cellule est une image abrégée, un raccourci de l'organisme entier, que c'est un organisme ayant sa vie particulière, individuelle, tout en concourant, par ses diverses connexions, et par diverses spécialisations qui n'empêchent d'ailleurs point d'apercevoir le substratum commun, la communauté fondamentale, à la vie de l'ensemble constitué par les éléments cellulaires.

La physiologie générale, ou physiologie des tissus, ou des cellules, et la physiologie spéciale, ou physiologie des mécanismes, se complètent donc mutuellement : toutes deux sont indispensables à l'intelligence des phénomènes de la vie. Aussi s'entremêleront-elles au cours des pages qui vont suivre : à l'exposé des mécanismes fera suite l'exposé des procédés intimes sous-jacents à ces mécanismes, et des phénomènes dont ils facilitent l'accomplissement : nous verrons,

par exemple, comment l'animal respire, par quels actes l'air est renouvelé sans cesse dans les poumons, et nous verrons ensuite à quoi est utilisé cet air, et de quelle façon ; du poumon et du thorax nous passerons au sang et aux tissus.

Nous avons dit que la cellule peut être considérée comme un abrégé de l'organisme, comme un organisme en elle-même : il sera peut-être bon de montrer rapidement la vérité de cette assertion.

Physiologie cellulaire. Protoplasma. — A l'origine de tout être, soit-il protozoaire, soit-il homme, éléphant ou baleine, il y a une cellule, et une cellule fort petite, dont les dimensions s'évaluent en *millièmes de millimètres* (μ) le plus souvent microscopique sauf chez les oiseaux (*jaune de l'œuf*) : c'est l'œuf. *Omnis cellula (et omne corpus) a cellula*. Fécondée par une autre cellule, le spermatozoïde, cette cellule unique donne naissance à l'organisme tout entier. Elle se divise et subdivise de façons variées, forme un amas toujours grossissant de cellules qui se disposent de manière variable, et qui, à mesure qu'elles vont à leur tour se multipliant ou subdivisant, se spécialisent de façons variées, parfois très profondes. L'organisme étant tout entier dérivé d'une cellule unique, c'est de cette cellule unique que dérivent les éléments cellulaires qui composent chaque organe, les cellules nerveuses, osseuses, musculaires, cartilagineuses, sécrétrices, etc. Au début, durant les premiers temps du développement, les différences sont peu de chose ; les cellules se ressemblent beaucoup : mais à mesure que l'organisme se développe, elles se ressemblent moins, elles se spécialisent plus ou moins, en des sens variés. Mais, en raison de leur communauté d'origine, elles conservent sous leurs dissemblances extérieures des analogies considérables : il y a un « air de famille » incontestable : les traits différentiels ne masquent pas totalement les traits communs, et entre la cellule conjonctive, le leucocyte, la cellule épithéliale, la cellule musculaire et la cellule

nerveuse, il y a des ressemblances fondamentales : n'ont-elles pas le même ancêtre en effet ; ne dérivent-elles pas toutes, si diverses qu'aient été leurs fortunes, d'une même cellule ?

Voyons donc quels sont ces traits communs.

Rappelons d'abord, toutefois, qu'une cellule consiste essentiellement en une petite masse de substance organisée, de substance vivante. Schwann et ses disciples ne donnaient le nom de cellule qu'aux éléments comprenant en sus de cette masse organisée, une membrane d'enveloppe et un noyau, contenant lui-même un nucléole : mais on ne tarda pas à voir que membrane, noyau et nucléole peuvent souvent manquer en partie ou en totalité et que la masse organisée est le seul élément constant. C'est donc à cette dernière qu'on applique le nom de cellule.

Cette masse vivante c'est ce que Dujardin (1835) appelait

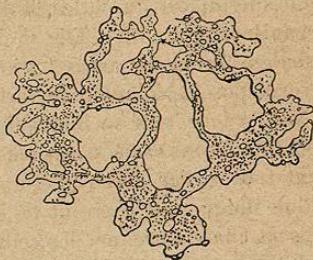


Fig. 1. — *Bathybius Haeckelii*, simple réseau protoplasmique.

le *sarcode* (chez les protozoaires). Le sarcode étant commun à toutes les cellules animales, du protozoaire à l'homme, et à toutes les cellules végétales, il a paru bon de lui donner un nom plus général, celui de *protoplasma* (πρωτος, premier, πλασμα de πλασσω, je forme : formateur primordial). Comme l'a dit Huxley, ce protoplasma est la *base physique de la vie* ; c'est la substance vivante élémentaire, et c'est d'elle que dérivent les formes les plus élevées, les plus spécialisées des

cellules, et par conséquent des tissus, des organes, des organismes. Ce protoplasma se rencontre souvent à l'état libre de cellule sans membrane : telles les *plasmodies* des myxomycètes, masses mobiles et vivantes ; telles les amibes de la terre humide ou des mares ; tel encore ce *Bathybius* (hypothétique) qui tapisserait le fond des mers, se mouvant lentement dans l'obscurité des grands fonds où il se nourrirait des débris qui lui tombent sans cesse de la surface ; ce protoplasma se retrouve dans toutes les cellules. La forme des cellules (et du protoplasma) varie beaucoup : elles sont sphériques, polyédriques, étoilées, etc.

Il se montre toujours comme une substance semi-liquide ou pâteuse, selon les cas, homogène, réfringente, renfermant des granulations très variées. Cette substance fondamentale renferme beaucoup d'eau (70 p. 100) et des matières azotées. On a beaucoup discuté sur la structure des granulations et de la substance fondamentale. Cette dernière est-elle formée d'un réseau de filaments fins qui s'entre-croisent en tous sens (Heitzmann) et dans les mailles duquel se trouve un liquide, les granulations devenant les points d'intersection, épaissis, des filaments ; ou bien consiste-t-elle en molécules imperméables mais susceptibles d'imbibition (Sachs), et les granulations nagent-elles entre les molécules ; ou bien, enfin, (Haeckel) les granulations (ou *plastidules*) sont-elles les éléments primaires du protoplasma, reliés entre eux par des filaments ? La réponse est encore incertaine ; mais, à la vérité, au point de vue qui nous occupe, elle est d'importance secondaire. Il est certain que le protoplasma a une consistance semi-liquide, et qu'il renferme des granulations diverses de nature grasseuse, amylacée, etc. Il est certain encore qu'il renferme des vacuoles, de petites cavités pleines d'eau qui apparaissent et disparaissent en des points différents, contractiles, et parfois rythmiquement contractiles, cavités complètes ici, là traversées par des filaments de protoplasma, et qui sont le point d'origine de tout un réseau de canaux qui

parcourent le protoplasma (chez les infusoires ciliés, du moins, d'après Fabre-Domergue : *Soc. Biol.*, 1890, p. 391). Enfin, il est certain que ce protoplasma renferme des *matières albuminoïdes* en nombre considérable; de l'eau, des *matières grasses*, du *glycogène*, des *sels* et substances *inorganiques*, des *matières extractives* diverses, cholestérine, cérébrine, et lécithine. Rien ne montre mieux la complexité de composition chimique du protoplasma que la variabilité d'action des matières colorantes. La fuchsine acide colore les parties les plus différenciées, et la fuchsine basique les moins différenciées de cette substance. (On notera que le protoplasma vivant ne se colore pas comme le protoplasma mort : Pfeffer a vu que le premier ne se colore pas par le bleu de méthylène par exemple.) Ehrlich, d'après les réactions de coloration affirme que les leucocytes possèdent cinq différentes sortes de granulations spécifiques.

Le protoplasma est motile et irritable. — Il est irritable, et c'est là une de ses propriétés fondamentales. Quand on l'excite par l'électricité, la chaleur, ou une excitation mécanique, il réagit en exécutant un mouvement visible, car le mouvement est sa façon de répondre à l'excitation dans la majorité des cas. Pourtant il n'en est pas toujours ainsi : le protoplasma peut réagir autrement : il peut sécréter au lieu de se mouvoir, ou encore il peut se diviser, etc. Mais la nature de la réaction importe peu : l'essentiel est qu'il ne demeure pas inerte en présence des excitations, et qu'il réagit : tantôt, il réagit par un mouvement visible, par une contraction ou rétraction; d'autres fois par un mouvement invisible, une vibration moléculaire qui ne peut se percevoir que dans certaines conditions. Il suffit de regarder quelque temps une amibe, par exemple, pour la voir se mouvoir et se déplacer en changeant de forme, émettant ses pseudopodes — des prolongements en forme de bras, de sa propre substance — en tous sens, englobant telles par

celles et laissant de côté telles autres⁴. Les *chromatophores* de la grenouille, les céphalopodes, etc., qui sont des cellules pigmentées de la peau, réagissent en changeant de forme, étant tantôt sphériques, tantôt étoilées (Pouchet, R. Blanchard, Phisalix, etc.). Ou encore en considérant le protoplasma situé à l'intérieur de certaines cellules végétales, on voit à l'intérieur de la masse protoplasmique des courants, des déplacements qui changent sans cesse de forme ou de sens : le protoplasma possède le mouvement total et le mouvement intérieur de façon très nette. Ce mouvement peut être spontané, ou provoqué. Nous disons qu'il est spontané quand il nous paraît indépendant de toute influence extérieure ; mais, étant donnée l'influence considérable qu'exercent toutes les modifications ambiantes, chaleur, composition chimique, lumière, etc., il est permis de se demander ce que vaut cette spontanéité, et si chaque mouvement, chaque modification, n'est point lié à des influences extérieures ou intérieures plus ou moins dissimulées. L'expérience pourrait en décider s'il était possible de mettre du protoplasma dans un état où les influences extérieures ne pourraient agir : mais c'est formuler une hypothèse irréalisable, manifestement.

On observera bien les mouvements de *courant* dans les cellules de *Chara*, de *Tradescantia*, de *Nitella syncarpa*, etc. On verra à l'intérieur de la masse protoplasmique irrégulière des courants qui, dans certains cas, sont de sens identique et constants (*cyclose*), et dans d'autres, irréguliers et changeants, dont le sens, la forme, la vitesse se modifient nécessairement, et varient, non pas seulement d'une espèce ou d'une cellule à l'autre (dix millimètres par minute pour le *Didymium serpula*, et neuf millièmes de millimètre pour le *Potamogeton crispus*) mais dans une même cellule, à intervalles rapprochés.

⁴ On a souvent insisté sur la *sélection* que le protoplasma exercerait sur les substances ambiantes : mais on l'a fort exagérée. (Voy. les travaux de Greenwood sur la digestion chez les protozoaires. *Rev. Scientifique*, 21 janvier 1888.) Elle existe toutefois, ainsi qu'une certaine *répulsion* pour les changements de composition chimique, et c'est ainsi que le protoplasma peut garder sa *composition fixe*. Quand celle-ci est atteinte, ou altérée, le protoplasma ou la cellule meurt.

Les mouvements de *déplacement* sont des plus clairs : naturellement ils s'observent dans les masses protoplasmiques libres, plus que dans les cellules à parois rigides, mais même dans les cellules végétales à parois de cellulose d'où le protoplasma ne peut guère sortir (bien que Gardiner ait démontré que ces parois sont percées d'orifices par lesquels le protoplasma communique au moyen de filaments avec celui des cellules adjacentes, ce qui permet d'admettre la *continuité* du protoplasma) celui-ci prend des formes différentes — car il ne remplit pas la totalité de la cellule — et, sous l'influence d'excitations variées, il se déplace plus ou moins d'une paroi à l'autre, s'accumulant plus dans telle extrémité ou dans telle autre, se promenant dans sa prison à tout moment. (Corti, 1774, Kühne, 1864, etc.) Les masses protoplasmiques libres, nues, ou à membrane mince, non enfermées dans une cellule à parois dures se déplacent beaucoup plus : voyez les amibes (Dujardin, 1835), les plasmodies (Hofmeister), ou les leucocytes (globules blancs du sang, Wharton Jones, 1846); voyez-les étendre leurs pseudopodes, ici et là, changer de forme et changer de lieu : ce mouvement amiboïde, ou sarcodique peut sans doute n'entraîner qu'un changement temporaire de forme, mais il s'accompagne dans beaucoup de cas d'un déplacement véritable.

L'irritabilité du protoplasma est donc manifeste, mais répétons-le, le mouvement visible n'est qu'une forme de cette irritabilité : la sécrétion des cellules sécrétoires, et la conductibilité des cellules nerveuses sont également des manifestations de l'irritabilité : la *forme* de la réaction varie, mais la propriété fondamentale de réagir ne fait jamais défaut.

Les influences extérieures jouent un rôle dans la mise en jeu de l'irritabilité. Les variations de *température* sont très efficaces : Nageli a vu que chez la *Nitella syncarpa* un même déplacement (un dixième de millimètre) s'opère en 60 secondes à 1 degré, en 0^s,6 à 37 degrés. Le froid ralentit le mouvement : la chaleur l'accélère. Ceci, toutefois, n'est vrai que si l'on reste dans les limites compatibles avec la vie, car au-dessus de 40 à 50 degrés (en général, et sauf exceptions, puisqu'il y a des cellules végétales qui s'accommodent de températures plus élevées, et que d'aucunes habitent normalement des eaux thermales à 50, 60 et 70 degrés), les mou-

vements se ralentissent, et la mort survient bientôt, le protoplasma étant tué par la chaleur, tout comme par le froid ; mais la résistance au froid varie aussi, la congélation n'étant pas toujours et fatalement mortelle.

Le curare, l'opium, etc., — et cela dépend des doses, — semblent agir faiblement sur l'irritabilité du protoplasma ; les anesthésiques suspendent son irritabilité pour un temps (Cl. Bernard), mais n'arrêtent pas sa respiration comme on peut le voir en plaçant des graines en germination dans une atmosphère d'éther ou de chloroforme ; la quinine, la véraltrine arrêtent sa motilité. Les alcalins sont généralement favorables, et les acides défavorables à la vie du protoplasma. Toutefois, à l'exemple des organismes eux-mêmes (poissons anadromes et animaux divers, résistant au passage de l'eau douce à l'eau de mer ou réciproquement : expériences de Beudant, 1816, Bert, Plateau, Schmankevitch, Richet, de Varigny), celui-ci peut s'adapter, dans une certaine mesure, à des modifications lentes et graduelles ; mais la mesure varie beaucoup, selon la nature même de la modification imposée au milieu. Les *variations brusques de lumière* agissent comme un excitant d'après Engelmann. La *pesanteur* agit également, mais de façon variée : on voit des spirilles qui ont un égal besoin d'oxygène s'accumuler les uns au fond, les autres à la surface du même tube ; les uns sont positivement, les autres négativement géotaxiques, d'autres indifférents (négatifs : *Polytoma uvella*, *Chlamydomonas*, *Chromulina* ; positifs : un spirille ; indifférents : *Vorticella*, d'après J. Massart). Enfin les *excitations mécaniques et électriques* agissent nettement sur le protoplasma, et l'excitent, comme l'ont vu Engelmann et Kühne ; on voit le protoplasma changer de forme, et se déplacer au bout d'un temps variable.

C'en est assez pour montrer que le protoplasma est irritable : toute variation, de quelque intensité ou de quelque rapidité, retentit sur lui, et en accélère, ralentit, ou modifie

le mouvement ou la réaction propre, l'activité qui le caractérise ¹.

Le protoplasma respire. — Privées d'air, la plupart des cellules meurent — à moins qu'à l'exemple des ferments elles ne jouissent de la faculté de décomposer certaines substances et d'en extraire l'oxygène — et leur mouvement, leur irritabilité, leur vie s'arrêtent. Disposées de façon à ne pouvoir avoir accès à l'air que dans une seule direction, elles s'orientent généralement dans cette direction. Ranvier a vu des

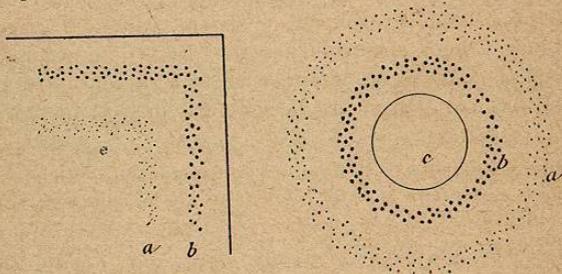


Fig. 2. — D'après J. Massart. Coin d'une préparation (à gauche) et bulle d'air au milieu du liquide. Dans les deux cas les *Anophrys* recherchent plus avidement l'air qui ne font les spirilles. a, zone à spirilles. — b, zone à *Anophrys*. — c, bulle d'air.

leucocytes envoyer leurs prolongements les plus nombreux et les plus volumineux vers la partie aérée; Kühne a montré que des cellules isolées absorbent l'oxygène de l'oxyhémoglobine en réduisant celle-ci; Ehrlich a montré que les cellules de l'organisme sont capables de réduire le bleu d'alizarine dont la résistance à la réduction est pourtant très grande, et en employant le bleu d'indo-phénol il a vu que presque tous les tissus réduisent cette substance, c'est-à-dire qu'ils respirent. Dans les gaz inertes, le protoplasma meurt;

¹ Voir sur les mouvements du protoplasma : Max Verworn : *Die Bewegung der lebendigen Substanz*, 1892, Iéna. Voir aussi au chapitre *Sang*, ce qui est dit des leucocytes.

il lui faut de l'oxygène, mais il possède à cet égard des goûts variés. Les microbes anaérobies ne veulent point d'oxygène en nature : ils veulent le prendre à des corps dans lesquels il se trouve en combinaison, et parmi les organismes aérobies, il y a des différences. M. Jean Massart met une goutte d'eau de mer contenant des spirilles et des *Anophrys* sous une lamelle de verre. L'air manque bientôt, et alors on voit les *Anophrys* s'accumuler le long des bords de la préparation, ou autour des bulles d'air qui ont pu être emprisonnées; ils se mettent le plus près qu'ils peuvent de l'oxygène : les spirilles s'accumulent un peu en arrière, ayant des exigences moindres, mais encore bien nettes (fig. 2). Le protoplasma recherche l'air, et au besoin se porte à sa rencontre, parce qu'il respire; et il meurt dans les gaz inertes, faute d'oxygène, asphyxié.

On remarquera que la forme du protoplasma peut jouer un rôle dans sa respiration : plus il est étalé en couche mince et étendue, plus il peut absorber d'oxygène. Ehrlich a fait sur ce sujet des études très intéressantes qu'on trouvera résumées dans Lauder Brunton (*Introduction to modern therapeutics*, 1892), qui, en s'aidant des recherches de Binz, a édifié à ce sujet une curieuse théorie des antipyrétiques : il suppose que les antipyrétiques diminuent la calorification en amenant une contraction du protoplasma, lequel, devenu sphérique au lieu d'être étalé en couche étendue, absorbe moins d'oxygène, et produit moins de chaleur.

Le protoplasma a besoin d'eau et est sensible aux variations de milieu. — Le protoplasma ne peut vivre sans eau, car alors il se dessèche. Il peut revenir à la vie après dessiccation, dans certaines conditions du moins : les animaux ressuscitants ou réviscents en sont la preuve — peut-être insuffisante d'ailleurs, car les expériences de Spallanzani et de Broca ont été fort contestées¹; les spores de différents microorganismes toutefois montrent que le dessèchement peut être poussé très loin sans éteindre la vitalité; placées à l'eau de nouveau,

¹ En particulier par M. Faggioli, tout récemment (*Arch. Ital. de Biologie*, XVI, p. 360).

elles germent normalement. Il faut remarquer que la proportion des sels contenus dans l'eau joue un rôle considérable dans la vie du protoplasma; la concentration des solutions est un facteur important, et le protoplasma est sensible à l'hyperisotonisme à l'hypoisotonisme (concentration supérieure ou inférieure à celle du milieu normal); mais il l'est à des degrés variables; il peut ne pas être sensible à des différences même marquées; il peut être sensible à des différences dans les deux sens, ou dans un sens seulement. C'est dire que le protoplasma s'accommodera de façons variées de différences dans le *milieu chimique*. Telles substances agiront peu sur lui, ou temporairement; telles agiront avec force.

Le protoplasma se nourrit. — Il absorbe certaines substances, les modifie, transforme ou dissout, et se les incorpore, en partie, et rejette le reste; il absorbe et il excrète, il assimile et désassimile. Mais il y a ceci d'intéressant que, tandis qu'il se nourrit des mêmes substances, il les transforme, selon les êtres, ou selon les cellules, en des produits particuliers et différents. Toutes les cellules — ou masses protoplasmiques — de l'organisme se nourrissent du même sang; à supposer même qu'elles choisissent parmi les éléments de ce sang telles substances de préférence à d'autres au lieu de se nourrir de toutes indifféremment, il n'en est pas moins certain qu'elles fabriquent, en vertu de leur activité individuelle, des produits très variables: de la cellulose, de la fécule, du sucre, des substances azotées, des acides, etc. Pareillement, dans le même jardin, et se nourrissant des mêmes éléments minéraux, des arbres différents portent des fruits différents.

Le protoplasma meurt. — A la vérité, il meurt en pratique, mais non en théorie. Les amibes actuelles ne sont que des fragments de leurs parents, lesquels n'étaient que des fragments des amibes qui leur ont donné naissance, de sorte que

les amibes actuelles sont des fragments des premières qui ont existé. Toutefois l'*immortalité* des organismes unicellulaires est chose relative et conditionnelle, et beaucoup d'entre eux meurent par le froid, la chaleur, la dessiccation, l'influence des milieux contraires, etc. (Voir les *Essais sur l'hérédité* de Weismann, et l'*Essai sur la vie et la mort*, de A. Sabatier, où sont résumées les vues de Goette, Maupas, Delbœuf, Minot, etc.) Les cellules de l'organisme meurent toutes, mais telles — la cellule nerveuse — meurent plus vite que d'autres — la cellule à cils vibratiles par exemple.

Le protoplasma se reproduit. — Ses modes de reproduction sont très variés: la reproduction peut avoir lieu par *division*, la cellule se divisant en deux ou plusieurs cellules (voir les traités d'embryologie: segmentation); cette division peut se faire à l'intérieur de l'enveloppe cellulaire (formation *endogène*) ou en dehors, et, dans ce cas, on dit qu'il y a gemmation. Dans beaucoup de cas, chez les masses protoplasmiques pourvues d'un noyau, la segmentation commence par le noyau: il y a *caryokinèse*, c'est-à-dire une série de phénomènes très compliqués se passant dans le noyau avant que la cellule ne se divise. Il n'y a pas lieu d'insister ici sur ces phénomènes dont la description se trouve dans les traités d'histologie et d'embryologie. (Voir les travaux de Strasburger, Balbiani, Guignard, etc.)

Si, aux faits qui précèdent, nous ajoutons que la cellule meurt au bout d'un certain temps qui varie d'ailleurs, nous voyons, en résumé, que le protoplasma naît, se développe, se nourrit, absorbe, excrète, respire, se reproduit, se meurt, est doué de sensibilité et d'irritabilité, — l'une suppose l'autre, — en un mot, il naît, il vit et meurt, tout comme l'organisme le plus développé, la différence étant de degré, mais non de nature. La cellule est donc véritablement un abrégé de l'organisme polycellulaire plus développé, et nous ne trouverons, dans l'étude de ce dernier, rien qui diffère

essentiellement des phénomènes présentés par l'amibe ou le protozoaire le plus simple. Les microbes, qui sont des organismes unicellulaires des plus simples, reproduisent ceux-ci de la façon la plus claire. Ils se nourrissent, et par là épuisent leur bouillon de culture qui, devenu pauvre en éléments nourriciers ne peut plus les soutenir; ils respirent — de façon variable il est vrai, mais positive; — ils excrètent des produits solubles nombreux et variés : sont-ce des diastases (Roux et Yersin), des toxalbumines (Brieger), des nucléines (Gamaléia) : nous ne savons au juste, mais ces *toxines* (nom commode et qui ne préjuge point leur nature chimique) ont une existence très positive et on les trouve dans les cultures tuberculeuses (Richet et Héricourt) dans les cultures du bacille de Nicolaïer, du staphylocoque de l'érysipèle (Roger) de la bactériidie charbonneuse, du staphylocoque pyogène (Rodet et Courmont), lesdites substances ayant d'ailleurs des analogues dans les ptomaines de Selmi (1870), les leucomaines de Gautier, etc.; ils ont souvent la motilité; ils ne se reproduisent que trop — les médecins en savent quelque chose; — ils sont très sensibles aux changements de milieu, et cela est fort heureux, car cette sensibilité permet de les combattre; en un mot, les microbes présentent tous les caractères de la substance vivante, et toutes les grandes fonctions sont là, à l'état rudimentaire, mais bien reconnaissables.

Ceci brièvement dit, abordons l'étude des fonctions des organismes les plus perfectionnés, en rappelant d'abord que ces fonctions peuvent se classer en deux grandes catégories : les fonctions de *nutrition*, qui sont la digestion, la circulation, la respiration et la sécrétion, et les fonctions de *relation*, qui comprennent l'innervation et les différentes formes de la sensibilité et du mouvement. Toutes ces fonctions ont ceci de commun qu'elles tendent à la conservation de l'individu; une dernière fonction, la reproduction, tend à la *conservation de l'espèce*, c'est-à-dire de la collectivité des individus.

LA DIGESTION

La digestion est la fonction qui a pour but, d'une façon générale, de fournir à l'organisme les matériaux propres à remplacer ceux qui ont été usés par le fait de sa vie. Les organismes supérieurs ne sont pas aptes à emprunter ces matériaux au milieu inorganique comme les plantes : ils ne peuvent absorber l'azote, l'oxygène, le carbone, etc., pour se les incorporer directement; il faut que ces éléments leur soient fournis sous forme de matière organique, et même alors celle-ci n'est pas directement utilisable; il faut qu'elle subisse des transformations plus ou moins profondes pour être en partie absorbée, en partie expulsée sans avoir été utilisée. L'ensemble des opérations par lesquelles les matières alimentaires sont transformées, et ainsi triées, porte le nom de digestion.

Elle est présente à tous les degrés de l'échelle animale¹, même chez les plus bas placés dans la série : les simples cellules des protozoaires, non différenciées en organes, ont toutefois une nutrition très simple, où la digestion est rudimentaire, bien que de nombreuses transformations chimiques

¹ C. Morren fait remarquer qu'elle existe également chez les végétaux. Il serait plus exact de dire que la *nutrition* est parallèle dans les deux règnes. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que les plantes carnivores (*Drosera*, *Dionée*, etc.) possèdent des sucs digestifs, de la pepsine (Frankland, Rees et Will). Voy. G. Morren : *La Digestion Végétale* (Ac. Roy. de Belgique, 1876).