

charpente nucléinienne serrée et un nucléole superficiel. Dans les cellules un peu plus âgées (C) le noyau est devenu vésiculeux et il est pourvu d'une membrane nette. Le suc nucléaire est traversé par quelques filaments de linine. La nucléine est accumulée en un ou deux amas irréguliers : on distingue, en outre, un nucléole plus ou moins sphérique. Dans les cellules qui ne sont pas encore complètement mûres, la nucléine est généralement accumulée en une couche compacte, en un point de la face interne de la membrane nucléaire, tandis que des granulations nucléiniennes plus ou moins délicates sont encore apposées à la surface des filaments de linine, dispersés en petit nombre dans l'espace nucléaire. Cet état se maintient longtemps avant que la nucléine se dispose en filaments (D). Un nucléole siège toujours dans une des mailles de la charpente.

III. — EXISTE-T-IL DES ORGANISMES ÉLÉMENTAIRES DÉPOURVUS DE NOYAU ?

Le noyau est-il un organe indispensable à toute cellule ? Cette importante question se rattache intimement à la description des propriétés chimiques et morphologiques du noyau. Il y a quelques années, cette question n'embarrassait guère. L'insuffisance des anciennes méthodes d'observation ne permettant pas de déceler la présence du noyau dans tous les organismes inférieurs, on admettait l'existence de deux espèces de parties élémentaires, les plus simples consistant exclusivement en un petit amas de protoplasme, tandis que dans les plus complexes s'était formé un organe spécial, le noyau. HÆCKEL (I, 10 ; II, 15) appelait les premières des cytodes, et leurs formes vivantes, des monères ; les autres, il les appelait cellules ou cytes. Depuis cette époque, l'état de la question s'est essentiellement modifié.

Grâce au perfectionnement de nos instruments d'optique et des méthodes de coloration, l'existence d'organismes sans noyau est mise en question.

Chez de très nombreux végétaux inférieurs (Algues, Champignons) et chez les Protozoaires qui passaient pour dépourvus de noyau : Vampyrelles, Polythalamies, Myxomycètes, on arrive sans peine à démontrer la présence de ces éléments. Comme, en outre, il a été prouvé que l'œuf mûr possède aussi un noyau (HERTWIG, II, 19 a), nous pouvons dire que, dans tout le règne animal, il n'existe pas un seul exemple certain de cellule sans noyau. On pourrait objecter les corpuscules rouges du sang des Mammifères. A vrai dire, ils ne possèdent pas de noyau ; mais ils ne possèdent pas non plus de protoplasme ; aussi a-t-on le droit de prétendre que les corpuscules du sang des Mammifères n'ont nullement la valeur d'orga-

nismes élémentaires, mais qu'ils sont plutôt des produits de transformation de cellules primitives.

Pour soutenir qu'il y a des cellules sans noyau, on ne peut s'appuyer que sur certains microorganismes, les bactéries et les formes voisines, dont l'exiguité extraordinaire rend très difficile la distinction entre protoplasme et substance nucléaire. Cependant BUTSCHLI (II, 6) a cherché à établir que ces organismes ont aussi des organes nucléaires. Il considère comme tels, chez les Oscillariées et autres (Fig. 33, A, B), des corps qui ne se dissolvent pas dans le suc gastrique, et qui renferment des granulations très chromophiles, qui sont probablement des granulations de nucléine. Ces corps forment la majeure partie de la cellule, dont le protoplasme est réduit à l'état d'une mince lamelle. Les vues de BUTSCHLI sont partagées, d'une façon générale, par ZACHARIAS (II, 47).

Quiconque ne considérerait pas cette manière de voir comme suffisamment probante devra convenir cependant qu'il y a au moins autant de motifs pour admettre que les microorganismes sont exclusivement ou principalement formés par de la substance nucléaire que pour admettre qu'ils ne consistent qu'en un très petit amas de protoplasme. On peut invoquer en faveur de la première hypothèse la tendance extraordinaire qu'ont ces microorganismes à fixer les matières tinctoriales.

IV. — CORPUSCULES CENTRAUX OU POLAIRES

En ces derniers temps on a signalé la présence, au sein du protoplasme de certaines cellules, à côté du noyau, d'un organe très exigü, mais très important par sa fonction : c'est le *corpuscule central* ou *polaire* (*centrosome*). Depuis longtemps déjà cet élément était connu dans la division cellulaire (voir chapitre VI), où il joue un très grand rôle : c'est lui, en effet, qui est le centre de figures radiées particulières, et il constitue généralement dans la cellule un centre, vers lequel sont orientées, dans une certaine mesure, les parties constitutives les plus diverses de la cellule.

Sa *grandeur* touche aux limites des choses visibles et n'atteint souvent pas le diamètre des microorganismes les plus petits. Il semble formé par la *même substance* que la pièce intermédiaire du spermatozoïde, avec laquelle d'ailleurs il offre des relations génétiques, lors de la fécondation

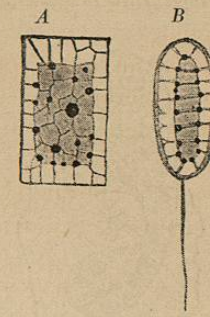


FIG. 33. — A. *Oscillaria*. Coupe optique d'une cellule d'un filament. Tué par l'alcool et coloré par l'hématoxyline. D'après BUTSCHLI, fig. 12, a. B. *Bacterium lineola* (CONN). Coupe optique. Tué par l'alcool et coloré par l'hématoxyline. D'après BUTSCHLI, fig. 3, a.

(voir chapitre VII). A l'aide des méthodes habituelles de coloration, il n'absorbe aucune matière colorante, mais il se colore vivement au moyen de substances spéciales, notamment par les couleurs acides d'aniline, comme la fuchsine acide, la safranine et l'orange. C'est le seul moyen de distinguer le corpuscule central parmi les autres granulations (microsomes) du corps cellulaire, lorsqu'il n'est pas entouré d'une radiation spéciale ou d'une sphère.

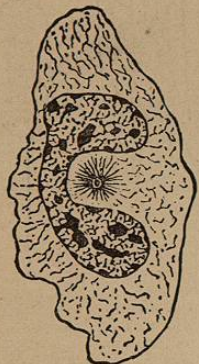


FIG. 34. — Leucocyte du péritoine d'une larve de Salamandre. Afin de rendre l'image plus nette, on a dû entourer le corpuscule central, dans la sphère radiée, d'un halo clair qui, en réalité, n'existe pas. D'après FLEMING, fig. 5.

Si nous faisons abstraction de la division cellulaire et de la fécondation dont nous nous occuperons ultérieurement, le corpuscule central a été constaté le plus fréquemment, jusqu'à ce jour, dans les cellules lymphatiques (FLEMING, II, 11, et 12 b; HEIDENHAIN, II, 16), dans les cellules pigmentées du Brochet (SOLGER, II, 38), dans les cellules d'épithéliums aplatis, d'endothéliums et de tissu conjonctif des larves de Salamandre (FLEMING, II, 12 b).

Dans les cellules lymphatiques il n'existe généralement qu'un seul corpuscule central (Fig. 34) : il apparaît non seulement grâce à sa coloration, mais aussi grâce à cette circonstance que, dans son voisinage immédiat, le protoplasme est nettement radié et constitue très souvent une sphère rayonnante ou sphère attractive, autour de lui. Le corpuscule central est parfois logé dans une dépression du noyau, ou bien, quand le noyau est fragmenté en plusieurs pièces, ce qui arrive fréquemment dans les cellules lymphatiques, il est placé entre ces fragments en un point du corps protoplasmique.

Dans les cellules pigmentées (Fig. 35) SOLGER (II, 38) n'a vu que la sphère rayonnante, apparaissant comme une tache claire entre les granules de pigment : il en a conclu à l'existence d'un corpuscule central.

Dans les épithéliums du poumon, dans les cellules endothéliales et les cellules de tissu conjonctif du péritoine des larves de Salamandre (Fig. 36, A, B) FLEMING a trouvé presque toujours non pas un seul corpuscule central, mais deux corpuscules étroitement unis; ils siégeaient soit au voisinage immédiat du noyau au repos, soit dans une dépression du noyau, au voisinage immédiat de la membrane nucléaire. Dans ces différents cas, on ne distinguait pas de sphère rayonnante. Parfois, au lieu d'être à peu près au contact, les deux corpuscules polaires étaient un peu écartés l'un de l'autre, et alors on distinguait entre eux la première ébauche d'un fuseau achromatique.

VAN BENEDEN (II, 52) a, pour la première fois, émis l'hypothèse que le

corpuscule central, comme le noyau, est un organe constant de toute cellule et qu'il doit se trouver, à côté du noyau, logé quelque part dans le protoplasme de toute cellule. En faveur de la première partie de cette hypothèse plaident la propriété que possède le corpuscule central de se multiplier par division (voir chapitre VI) et le rôle de cet élément dans la fécondation

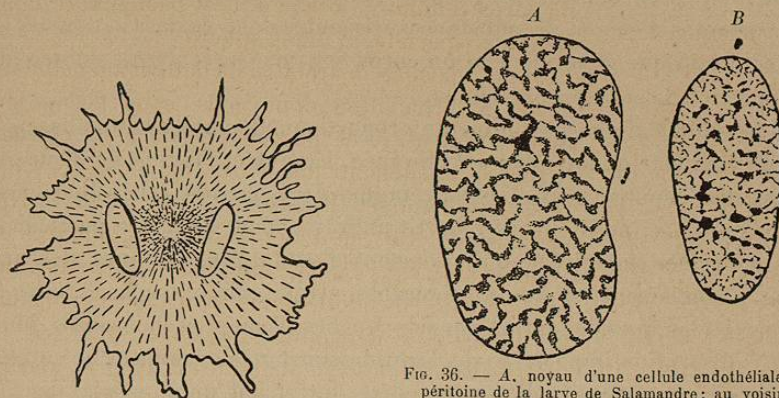


FIG. 35. — Cellule pigmentaire du Brochet, montrant deux noyaux et un corpuscule polaire dans une sphère radiée. D'après SOLGER, fig. 2.

FIG. 36. — A, noyau d'une cellule endothéliale du péritoine de la larve de Salamandre; au voisinage on distingue deux petits corpuscules polaires. D'après FLEMING, fig. 2. B, noyau d'une cellule de tissu conjonctif du péritoine de la larve de Salamandre; au voisinage on distingue deux petits corpuscules polaires. D'après FLEMING, fig. 4.

(voir chapitre VII). Quant à admettre, comme le pense Van Beneden et comme on l'admet généralement aujourd'hui, que le corpuscule central appartient au protoplasme, cela me paraît moins certain.

J'ai soutenu et maintiens encore, en me fondant sur des considérations que je développerai dans le chapitre VI, que les corpuscules centraux sont des parties constitutives du noyau au repos lui-même; après la division, ils rentrent à l'intérieur du noyau pour en sortir de nouveau et pénétrer dans le protoplasme, lorsque le noyau se prépare à la division. Ce n'est que dans des cas spéciaux que le ou les corpuscules polaires restent dans le protoplasme pendant le repos du noyau et constituent alors jusqu'à un certain point un noyau accessoire à côté du noyau principal. Ainsi s'expliquerait que, même en nous servant des méthodes récentes et des meilleurs instruments d'optique, les corpuscules centraux ne se montrent habituellement pas à côté du noyau au repos dans le protoplasme des cellules.

V. — STRUCTURE MOLÉCULAIRE DES CORPS ORGANISÉS

Afin d'expliquer les propriétés physico-chimiques des corps organisés, NAEGELI (V, 17, 18; II, 27, 28) a émis une hypothèse qui, tout en étant très

subjective, permet cependant de comprendre plus facilement et surtout de rendre plus évidentes maintes dispositions compliquées. C'est ici qu'il convient de donner un aperçu succinct de cette *hypothèse micellaire*, qui mériterait déjà l'attention rien que par sa logique serrée.

L'une des propriétés les plus frappantes des corps organisés est le pouvoir qu'ils possèdent de se gonfler, d'absorber des quantités relativement importantes d'eau et de substances dissoutes dans l'eau. Ce pouvoir peut aller si loin que généralement un corps organisé ne renferme qu'une faible proportion de substances solides.

Le volume du corps augmente proportionnellement à cette absorption, pour diminuer quand l'eau est éliminée. En outre, l'eau ne se dépose pas dans des lacunes préexistantes, remplies d'air, comme cela a lieu dans un corps poreux; mais elle se répartit uniformément entre les particules ou les molécules organisées, qui s'écartent d'autant plus les unes des autres que le gonflement est plus considérable, et que, par conséquent, elles sont séparées les unes des autres par des couches d'eau plus puissantes. Malgré cette absorption importante de l'eau, la substance organisée ne se dissout pas. Sous ce rapport, elle se comporte autrement qu'un cristal de sel ou de sucre, qui possède aussi le pouvoir de se gonfler, mais qui se dissout dans l'eau, ses molécules se séparant les unes des autres et se répartissant uniformément dans l'eau.

Ce pouvoir de gonflement et cette insolubilité dans l'eau sont des propriétés essentielles des corps organisés; sans elles, le processus de la vie est incompréhensible.

Divers corps organisés se laissent dissoudre sous une forme spéciale; c'est le cas, par exemple, pour l'amidon et les substances collogènes, quand elles sont bouillies dans l'eau. Mais les solutions d'amidon et de gélatine se distinguent essentiellement, par leurs propriétés, des solutions de sels ou de sucre. Ces dernières diffusent aisément à travers des membranes, tandis que les premières ne le font que très peu ou point et constituent des solutions muqueuses ou filamenteuses. Déjà GRAHAM a distingué ces deux groupes de substances, qui montrent en solution des propriétés si différentes: il a appelé les unes *cristalloïdes*, et les autres, *colloïdes*.

NAEGELI chercha à expliquer ces propriétés différentes par des différences dans la constitution moléculaire de ces corps. De même que la grande diversité des substances chimiques est la résultante de groupements d'atomes en molécules, de même, selon NAEGELI, les propriétés complexes des corps organisés sont les produits de l'activité de groupes de molécules réunies en unités d'ordre plus élevé encore: les *micelles*. *Relativement à la molécule, la micelle possède une taille considérable, qui cependant n'est*

pas encore appréciable au microscope; la micelle peut être formée non de centaines, mais de milliers de molécules.

NAEGELI attribue aux micelles une structure cristalline. Il s'appuie pour cela sur les phénomènes de double réfraction que manifestent une foule de corps organisés, tels que la membrane cellulosique, l'amidon, la substance musculaire et même le protoplasme, à la lumière polarisée. En outre, leur forme extérieure et leur volume peuvent présenter les plus grandes variations.

Les micelles exercent une attraction non seulement sur l'eau, mais aussi les unes sur les autres, ce qui explique leur pouvoir de gonflement. Dans un corps organisé sec les micelles sont très serrées les unes contre les autres et séparées seulement par de minces couches d'eau. Ces couches s'épaississent considérablement par imbibition, parce que la force d'attraction entre l'eau et les micelles est plus grande qu'entre les micelles elles-mêmes. Elles sont donc écartées par l'eau d'imbibition, comme par un coin. « Mais le corps organisé ne se dissout pas parce que la force d'attraction pour l'eau, lorsque les micelles s'écartent, diminue plus rapidement que la force d'attraction des micelles entre elles, de telle sorte que, quand les couches d'eau ont acquis une certaine puissance, il s'établit un état d'équilibre, qui correspond précisément à la limite de gonflement. »

Néanmoins, si par un procédé spécial la cohésion des micelles est complètement détruite, alors se produit une *solution micellaire*, qui est mate et opalescente, ce qui prouve que la lumière est inégalement réfractée. NAEGELI compare cette solution aux masses muqueuses, opalescentes, que produisent les Schizomycètes accumulés dans le liquide.

Les différences que GRAHAM a établies entre les solutions des substances cristalloïdes et celles des substances colloïdes proviennent, d'après NAEGELI de ce que dans les premières les molécules sont isolées entre les molécules d'eau, tandis que dans les dernières entre les molécules d'eau sont disséminées des micelles isolées, c'est-à-dire des groupes cristallins de molécules. Les unes sont donc des *solutions moléculaires*, les autres, des *solutions micellaires* (solutions d'albumine, de gélatine, de gomme, etc.). Les micelles elles-mêmes offrent une grande résistance à leur décomposition en molécules. Habituellement cette décomposition est liée à des transformations chimiques. C'est ainsi que l'amidon peut être amené à l'état de solution moléculaire en se transformant en sucre; de même pour les albuminates et les substances gélatineuses, lorsqu'elles se transforment en peptones.

Dans les corps organisés les micelles sont réunies en des groupements réguliers. Les diverses micelles d'un même groupement peuvent être formées d'une même substance ou de substances chimiques différentes; elles peuvent être de volume et de forme différentes; enfin, dans un même groupe-

ment, elles peuvent être réunies en sous-groupes plus ou moins importants. Dans les groupements micellaires les micelles semblent généralement unies en chaînes qui, à leur tour, sont unies en une charpente ou un réseau à mailles plus ou moins larges. Les lacunes ou interstices micellaires sont occupés par de l'eau. « Ce n'est que de cette façon qu'il est possible d'obtenir au moyen de peu de substance et de beaucoup d'eau une texture aussi solide que l'est celle de la gélatine. »

L'eau contenue dans les corps organisés peut se trouver sous trois états différents, que NÆGELI distingue sous les noms d'eau de constitution ou de cristallisation, d'eau d'adhésion et d'eau de capillarité. Sous le nom d'eau de constitution ou de cristallisation, on désigne les molécules d'eau qui, comme dans un cristal, sont unies intimement et en quantité déterminée avec les molécules de substance organisée pour constituer une micelle. L'eau d'adhésion comprend les molécules d'eau qui sont fixées à la surface des micelles par attraction moléculaire. « Dans la sphère d'eau qui enveloppe une micelle, le degré de compression et d'immobilité de l'eau varie beaucoup dans les diverses couches concentriques; il atteint naturellement sa valeur maximum à la surface de la micelle. » (PFEFFER.) L'eau de capillarité, enfin, remplit, en dehors de la sphère d'attraction des diverses micelles, les interstices de la charpente micellaire. « Ces trois espèces d'eau diffèrent par le degré de mobilité de leurs molécules. L'eau de capillarité présente les mêmes mouvements moléculaires que l'eau libre; dans l'eau d'adhésion, les mouvements des molécules sont plus ou moins atténués, et, enfin, dans l'eau de constitution les molécules sont immobiles. » « La diffusion à travers une membrane ne peut donc s'accomplir que par l'eau de capillarité et l'eau d'adhésion. »

De même qu'à la surface des micelles des molécules d'eau sont fixées par attraction moléculaire, de même il peut s'y fixer aussi d'autres substances (sels calcaires ou siliceux, matières colorantes, combinaisons azotées, etc.) après qu'elles ont été incorporées à l'état de solution dans le corps organisé. NÆGELI se représente l'accroissement de la substance organique par intussusception de la manière suivante: Les molécules de substance pénètrent à l'état dissous dans le corps organisé, par exemple des molécules de sucre dans une membrane cellulosique; là, ou bien elles s'appliquent contre les micelles existantes et contribuent à les agrandir, ou bien elles se cristallisent pour ainsi dire en de nouvelles micelles qui s'interposent entre les micelles préexistantes. Les molécules de sucre, par exemple, se transformeraient chimiquement en molécules de cellulose.

Nous reparlerons encore de l'hypothèse micellaire de NÆGELI quand il s'agira de nous faire une idée de la disposition compliquée de la matière dans l'organisme élémentaire.

BIBLIOGRAPHIE II

- 1 ALTMANN. *Die Elementarorganismen u. ihre Beziehungen zu den Zellen*, Leipzig, 1890.
- 2 JUL. ARNOLD. *Ueber feinere Structur der Zellen unter normalen und pathologischen Bedingungen*. Virchows. Archiv. Bd. CXXVII, 1879, p. 181.
- 3 BALBIANI. Sur la Structure du noyau des cellules salivaires chez les larves de Chironomus. *Zoologischer Anzeiger*. 1881, p. 637.
- 4 VAN BENEDEEN et NEYT. Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocéphale. Leipzig, 1887.
- 5 BÜTSCHLI. *Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noctiluca*. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1885.
- 6 BÜTSCHLI. *Ueber den Bau der Bakterien und verwandter Organismen*. Leipzig, 1890.
- 7a BÜTSCHLI. *Ueber die Structur des Protoplasmas*. Verhandlungen des Naturhist.-Med.-Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. IV. Heft 3. 1889. Heft 4. 1890.
- 7b BÜTSCHLI. *Untersuchungen über mikroskopische Schäume u. das Protoplasma*. 1892.
- 8 CARNOY. Divers articles dans *La cellule*. Recueil de cytologie et d'histologie générale.
 - La Cytodiérèse chez les Arthropodes. Bd. I.
 - La Vésicule germanitive et les glob. polaires chez divers Nématodes.
 - Conférence donnée à la Société belge de microscopie. Bd. III.
- 9 ENGELMANN. *Ueber den fasrigen Bau d. contractilen Substanzen*. Pflügers Archiv. Bd. XXVI.
- 10 FLEMMING. *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*. Leipzig, 1882.
- 11 FLEMMING. *Ueber Theilung u. Kernformen bei Leukocyten und über deren Attractionsphären*. Archiv. f. Mikroskop. Anat. Bd. XXXVII, p. 249.
- 12a FLEMMING. *Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle*. II. Theil. Archiv. f. Mikroskop. Anat. Bd. XXXVII, p. 685.
- 12b FLEMMING. *Attractionssphären und Centrankörper in Gewebszellen und Wanderzellen*. Anatomischer Anzeiger. Bd. VI.
- 13 FOL. *Lehrbuch der vergleich. mikroskop. Anatomie*. Leipzig, 1884.
- 14a FROMMANN. *Zur Lehre von der Structur der Zellen*. jenaische Zeitschrift f. Med. und Naturw. Bd. IX. 1875.
- 14b FROMMANN. *Zelle*. Realencyklopädie der gesammten Heilkunde. 2. Aufl. 1890.
- 15 HAECKEL. *Generelle Morphologie*.
- 16 MARTIN HEIDENHAIN. *Ueber Kern u. Protoplasma*. Festschrift für Kölliker. 1892.
- 17 C. HEITZMANN. *Untersuch. über Protoplasma*. Wiener Sitzungsber. math. naturw. Classe. Bd. LXVII. 1873.
- 18 RICHARD HERTWIG. *Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen*. Morphol. Jahrbuch. Bd. II. 1876.
- 19a OSCAR HERTWIG. *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*. Morphol. Jahrbuch. Bd. I, II, IV.
- 19b OSCAR HERTWIG. *Vergleich der Ei- u. Samenbildung bei Nematoden*. Archiv f. Mikroskop. Anatomie. Bd. XXXVI. 1890.
- 20 HOFMEISTER. *Die Lehre von Pflanzenzelle*. Leipzig, 1867.
- 21 E. KLEIN. *Observations on the structure of cells and Nuclei*. Quarterly journal of microscopical science, vol. XVIII. 1878, p. 315.
- 22 KÖLLIKER. *Handbuch der Gewebelehre*, 1889.
- 23 KOSSEL. *Zur Chemie des Zellkerns*. Zeitschrift für Physiolog. Chemie von Hoppe Seyler. 1882. Bd. VII.
 - KOSSEL. *Untersuchungen über die Nucleine und ihre Spaltungsprodukte*. Strassburg. 1881.
- 24 C. KUPFFER. *Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe*. Schriften des naturwissenschaftl. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. I, p. 229. Heft 3. 1875.

- 25 LEYDIG. *Untersuchungen zur Anatomie u. Histologie der Thiere*. Bonn, 1883.
 26 — *Zelle und Gewebe*. Bonn, 1885.
 27 NAEGELI et SCHWENDENER. *Das Mikroskop. Theorie u. Anwendung desselben*. 1877.
 28 C. NAEGELI. *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*. München und Leipzig, 1884.
 29 PFITZNER. *Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkerns u. seinen Theilungserscheinungen*. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. XXII. 1883.
 30 V. RATH. *Ueber eine eigenartige polycentrische Anordnung des Chromatins*. *Zoolog. Anzeiger*, 1890.
 31 RAUBER. *Neue Grundlegungen zur Kenntniss der Zelle*. *Morphol. Jahrb.* VIII. 1882.
 32 REINKE et H. RODEWALD. *Studien über das Protoplasma. Untersuchungen aus dem botanischen Institut der Universität Göttingen*. Heft 2. 1881.
 33 SACHS. *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*. 1882.
 34 SCHAEFER et E.-R. LANKESTER. *Discussion on the present aspect of the cell question*. *Nature*, vol. XXXVI, 1887.
 35 SCHIEFERDECKER et KOSSEL. *Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschl. Körpers*.
 36 SCHMITZ. *Untersuchungen über die Structur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen*. *Sitz.-Ber. der Niederrh. Gesellsch. f. Natur u. Heilk.* Bonn, 1880.
 37 FRANK SCHWARZ. *Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas*. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*. Bd. V. Breslau, 1887.
 38 SOLGER. *Zur Kenntniss der Pigmentzellen*. *Anatomischer Anzeiger*. Jahrb. VI. S. 162.
 39 STRASBURGER. *Zellbildung und Zelltheilung*. 2. Aufl. Jena, 1876.
 40 — *Studien über das Protoplasma*. *Jenaische Zeitschr.* 1876. Bd. X.
 41 — *Das botanische Practicum*.
 42 WIESNER. *Elementarstructur und Wachsthum der lebenden Substanz*.
 43 ZACHARIAS. *Ueber den Zellkern*. *Botanische Zeitung*. 1882, p. 639.
 44 — *Ueber Eiweiss, Nuclein und Plastin*. *Botanische Zeitung*, 1883.
 45 — *Ueber den Nucleolus*. *Botanische Zeitung*. 1885.
 46 ZACHARIAS. *Beiträge zur Kenntniss Zellkerns u. der Sexualzellen*. *Botan. Zeitung*. 1887. Bd. XLV.
 47 ZACHARIAS. *Ueber die Zellen der Cyanophyceen*. *Botanische Zeitung*. 1890.
 48 LIST. *Untersuch. über das Cloakenepithel der Plagiostomen*. *Sitzungsber. der kais. Acad. der Wissensch. zu Wien*. Bd. XCII, III. Abth. 1885.
 49 MIESCHER. *Verhandl. der naturforschenden Gesellschaft in Basel*. 1874.
 50 AUERBACH. *Organologische Studien*. Heft I. 1874.

CHAPITRE III

PROPRIÉTÉS VITALES DE LA CELLULE

I. — PHÉNOMÈNES DE MOTILITÉ

Tous les mystères de la vie des plantes et des animaux existent déjà en germe dans la simple cellule. Toute cellule possède sa vie propre au même titre que l'organisme le plus complexe. Si nous voulons donc pénétrer plus à fond dans l'essence du protoplasme et du noyau, nous devons, avant tout, étudier essentiellement leurs propriétés vitales. Mais la vie même de l'organisme élémentaire le plus simple est un phénomène extraordinairement compliqué et difficile à définir. Elle se manifeste par les changements qu'éprouve constamment la cellule, en vertu de sa propre organisation, sous les influences du monde extérieur et par les forces qu'elle engendre ; d'où il résulte que sa substance organique et se détruit continuellement et se régénère sans cesse. Comme l'a dit Claude Bernard (IV, 1 a), tout le processus de la vie repose sur cette destruction et cette néoformation organiques constantes.

Ce processus, le plus complexe de tous, nous devons le répartir en quatre groupes de phénomènes. Tout organisme élémentaire vivant nous montre, en effet, quatre fonctions ou propriétés fondamentales, par lesquelles se manifeste sa vie. Il peut changer de forme et exécuter des mouvements. Il réagit diversement sous l'action des excitants du monde extérieur : il est donc irritable. Il peut se nourrir, c'est-à-dire incorporer, absorber des substances, les transformer et en rejeter d'autres ; il est donc capable d'engendrer des substances qui servent à son accroissement, à la formation des tissus et des produits spécifiques de la vie. Enfin, il peut se reproduire.

Nous décrirons donc les propriétés vitales de la cellule dans les quatre chapitres suivants :