

ESSAIS

DE

**PSYCHOLOGIE CELLULAIRE**



## AUTRES OUVRAGES DE M. ERNEST HAECKEL

TRADUITS EN FRANÇAIS

**HISTOIRE DE LA CRÉATION DES ÊTRES ORGANISÉS** d'après les lois naturelles. Traduit de l'allemand par le Dr Letourneau, et précédé d'une introduction par le professeur Ch. Martins. 2<sup>e</sup> édit., 1 vol. in-8 (Reinwald).

**ANTHROPOGÉNIE, ou Histoire de l'évolution humaine.** Traduit de l'allemand par le Dr Letourneau. 1 vol. in-8 (Reinwald).

**LES PREUVES DU TRANSFORMISME.** Réponse à Virchow. Traduit de l'allemand et précédé d'une préface par Jules Soury. 1 vol. de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* (Germer Baillière et C<sup>ie</sup>).

**LE RÉGNE DES PROTISTES.** Aperçu sur la morphologie des êtres vivants les plus inférieurs. Traduit de l'allemand et précédé d'une introduction, par Jules Soury. 1 vol. in-8 (Reinwald).

## AUTRES OUVRAGES DE M. JULES SOURY

**JÉSUS ET LES ÉVANGILES.** 2<sup>e</sup> édit. 1 vol. in-12 (Charpentier).

**ÉTUDES HISTORIQUES SUR LES RELIGIONS, les arts, la civilisation de l'Asie occidentale et de la Grèce.** 1 vol. in-8 (Reinwald).

**ÉTUDES DE PSYCHOLOGIE HISTORIQUE :**

I. **PORTRAITS DE FEMMES.** 1 vol. in-12 (Sandoz et Fischbacher).

II. **PORTRAITS DU XVIII<sup>e</sup> SIÈCLE.** 1 vol. in-12 (Charpentier).

**ESSAIS DE CRITIQUE RELIGIEUSE.** 1 vol. in-12 (E. Leroux).

**DES ÉTUDES HÉBRAÏQUES ET EXÉGÉTIQUES chez les chrétiens d'Occident au moyen âge.** Br.

**LA BIBLE ET L'ARCHÉOLOGIE.** Br.

**LUTHER EXÈGÈTE de l'Ancien et du Nouveau Testament.** Br.

**HISTOIRE LITTÉRAIRE DE L'ANCIEN TESTAMENT,** par Th. Noeldeke, Traduit de l'allemand par Jules Soury et Hartwig Derenburg. 1 vol. in-12 (Fischbacher).

**LES SCIENCES NATURELLES ET LA PHILOSOPHIE DE L'INCONSCIENT,** par Oscar Schmidt. Traduit de l'allemand par Jules Soury et Edouard Meyer, et précédé d'une Étude critique sur la philosophie de l'inconscient. 1 vol. in-12 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* (Germer Baillière et C<sup>ie</sup>).

**HISTOIRE DE L'ÉVOLUTION DU SENS DES COULEURS,** par Hugo Magnus. Traduit de l'allemand et précédé d'une introduction par Jules Soury. 1 vol. in-12 (Reinwald).

**BRÉVIAIRE DE L'HISTOIRE DU MATÉRIALISME.** 1 vol. in-12 (Charpentier). *Sous presse.*

~~No. 1197~~

ms. 415i.

ESSAIS

DE

# PSYCHOLOGIE CELLULAIRE

PAR

**ERNEST HAECKEL**

Professeur à l'Université d'Iéna

TRADUIT DE L'ALLEMAND ET PRÉCÉDÉ D'UNE PRÉFACE

PAR JULES SOURY

AVEC 24 GRAVURES DANS LE TEXTE

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET C<sup>o</sup>

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille.

1880

6533.2



576.15

1983

**BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ**  
**BUCUREȘTI**  
**COTA** ..... *4151* .....

*1961*  
**1961** L

**B.C.U. Bucuresti**



**C6533**

*BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ BUCUREȘTI*

## PRÉFACE DU TRADUCTEUR

---

C'est sur la théorie cellulaire, édiflée dans ses grandes lignes par Schleiden et par Schwann, mais qu'avaient préparée les idées de Bichat sur la constitution des tissus, que reposent, avec l'anatomie, la physiologie et la pathologie modernes, la psychologie et la sociologie, simples provinces de la biologie. La découverte des monères, la constitution du groupe des plastides et du règne neutre des protistes par M. Hæckel, voilà aujourd'hui les plus solides fondements de cette théorie.

Les deux Essais de l'éminent naturaliste d'Iéna dont on présente ici la traduction au public français, n'ont pas d'autre origine. C'est dans les leçons de Wurzbourg de son ancien maître, c'est dans l'enseignement de Virchow, qui devait renouveler la pathologie par la théorie cellulaire, qu'Ernest Hæckel a puisé les premiers

principes de son vaste système sur l'unité et le mécanisme de tous les phénomènes de la vie. Il apprit de Virchow que l'activité psychique de l'homme et des animaux, un des aspects de la vie, était, comme toutes les autres manifestations vitales, réductible à des processus mécaniques de l'organisme; que les organes de l'âme étaient, ainsi que tous les autres, constitués par des cellules, ces parties élémentaires des tissus, si bien que les fonctions de ces organes n'étaient rien de plus que la somme des propriétés de toutes les cellules constituantes. Bien des années après, devenu à son tour un chef d'école, Hæckel s'est plu à reconnaître ce qu'il devait aux leçons de Wurzburg. « Qu'est-ce que ma psychologie cellulaire, a-t-il écrit, sinon une conséquence nécessaire de la physiologie cellulaire de Virchow <sup>1</sup> ? »

La théorie cellulaire est aujourd'hui assez familière à tous, quelque désaccord que laissent paraître les diverses écoles qui la professent, pour qu'il soit inutile d'en rappeler les principes généraux. De même, touchant les idées de l'école évolutionniste sur l'origine, la nature et l'unité de la vie, le développement et la succession des formes vivantes dans le temps, le pro-

1. *Les preuves du transformisme*, p. 65 de notre traduction, 1879. Germer Baillièrre et C<sup>ie</sup>.

grès des organismes et l'évolution cosmique, je ne pourrais que renvoyer, pour ne pas me répéter, à l'exposition étendue de ces doctrines que j'ai placée en tête d'un autre livre de Hæckel, *Le règne des Protistes*<sup>1</sup>.

Dans ces Essais, il s'agit surtout de l'aspect psychique de la vie. Que ce soit un naturaliste et non un philosophe proprement dit qui ait entrepris une pareille étude, il n'y a guère lieu de s'en étonner. Aristote n'était-il pas déjà d'avis que c'est au physicien, au physiologiste, comme nous dirions, qu'il appartient d'étudier l'âme? Bien des siècles après le stagirite et quelques-uns des philosophes de son école, Claude Bernard n'a-t-il pas déclaré maintes fois que la physiologie doit éclairer les problèmes de la psychologie, et, partant, qu'elle est appelée à réagir directement sur les opinions des philosophes? Écoutons encore comment un des naturalistes de notre temps qui a la tête la plus philosophique, comment Th. Huxley s'exprime sur la science de l'âme et des sociétés humaines, sur la psychologie et la sociologie : « Les sciences biologiques sont celles qui traitent des phénomènes mani-

1. *Le règne des Protistes*, aperçu sur la morphologie des êtres vivants les plus inférieurs, par Ernest Hæckel, traduit de l'allemand et précédé d'une introduction par Jules Soury. Paris, Reinwald, 1880. Ouvrage contenant 58 figures sur bois.

festés par la matière vivante ; et, bien qu'il soit habituel et commode de grouper séparément tels de ces phénomènes qu'on appelle mentaux, et tels autres qui sont présentés par les hommes vivant en société, sous les noms de sociologie et de psychologie, néanmoins il faut convenir qu'aucune limite naturelle ne sépare les objets de ces sciences du sujet de la biologie. La psychologie est inséparablement liée à la physiologie, et les phases de la vie sociale que présentent les animaux autres que l'homme, lesquelles annoncent parfois d'une façon curieuse les états politiques de l'humanité, tombent strictement dans le domaine du biologiste<sup>1</sup>. »

Il en faut prendre notre parti, ce ne sont pas les disciples de Socrate et de Platon qui nous révéleront le secret de notre origine spirituelle. Je conviens que les naturalistes ne le connaissent peut-être pas non plus, puisqu'ils le cherchent. Mais ils ont une méthode scientifique, des connaissances étendues en paléontologie, en embryologie, en anatomie, en physiologie ; ils savent les faits ; déjà ils en dégagent des lois ; bref, ils ont édifié quelques-unes de ces hypothèses légitimes et nécessaires qui, comme celles de la gravitation universelle, de l'éther cosmique et

1. *A Manual of the Anatomy of invertebrated animals*, by Th. H. Huxley. London, 1877, p. 1.

de l'évolution de notre monde solaire, sont des vérités relatives aussi longtemps qu'elles n'ont pas été remplacées par de plus vraisemblables.

Voici comment Hæckel, dans ce livre, envisage l'étude naturelle de l'âme. L'étude de la morphologie comparée des organes de l'âme, fondée, comme la physiologie comparée des fonctions du même ordre, sur l'histoire de l'évolution, doit précéder toute spéculation sur la nature ou les phénomènes de l'esprit. Il est clair, en effet, que les fonctions psychiques dépendent des organes psychiques, et que ceux-ci sont la condition même de tout *travail* psychique. Chez les êtres vivants inférieurs, ces organes sont des cellules isolées ou groupées, mais non encore différenciées en nerfs et en muscles; chez les animaux supérieurs, ce sont les organes des sens, le système nerveux et le système musculaire. Plus la sensibilité, la volonté et la pensée d'un animal sont développées, plus l'appareil psychique qui accomplit ce genre de travail est complexe et fortement centralisé. L'étude comparée des systèmes nerveux des différentes classes d'animaux, et celle même des animaux d'une seule classe, peut seule donner une idée des innombrables degrés qui séparent d'un polype d'eau douce un mammifère tel que l'homme. Cependant, ainsi que l'a dit éloquem-

ment M. Paul Bert, « ici comme partout, la physiologie constate une gradation suivie, sans aucune de ces démarcations nettes, de ces espèces d'abîmes que la méthode *à priori* se plaît à imaginer entre les êtres qu'elle dédaigne d'observer. On a bien souvent parlé de l'abîme intellectuel qui sépare l'homme de l'animal ; mais un abîme tout aussi profond ne semble-t-il pas creusé entre le singe anthropomorphe et l'amibe diffluyente ? On peut aller plus loin encore, et retrouver jusque dans le besoin de mieux être, qui fait chercher aux plantes la lumière, des traces bien obscures de cette *volonté* et de ce *sentiment* déjà si effacées chez l'amibe. »

Mais les muscles, les nerfs, les organes des sens, tous ces appareils d'une si haute complexité, dérivent d'un des feuilletts germinatifs primaires de l'embryon, du feuillet cutané, si bien que les organes des sens ne sont, comme l'avait pensé Démocrite, que des parties différenciées de l'épiderme, que des modifications du toucher. La psychologie toute entière sera transformée quand, familiarisée avec la généalogie de l'âme, elle recommencera, en partant de l'embryologie de chaque système d'organes, l'étude des sens et de l'intelligence. Pris en soi, les organes de la pression et de la température, du goût, de l'odorat, de la vue, de l'ouïe, avec

l'énorme végétation d'idées qui en est sortie, qui en sort à chaque instant, sont choses parfaitement inintelligibles. Les psychologues qui s'attardent à discuter sur les idées éternelles de la raison et sur les formes périssables de l'intuition sensible feraient peut-être mieux de méditer sur les vertus secrètes des cellules constituant le feuillet cutané, ou exoderme, de la gastrula, d'où sont issus à travers les âges tous les organes des sens.

La psychologie comparée des insectes, à laquelle Hæckel a ici consacré quelques pages, offre plusieurs exemples de ces innombrables degrés intermédiaires qui, même dans une seule classe d'animaux, séparent les êtres au point de vue de l'intelligence. A coup sûr, les pucerons des fourmis diffèrent plus de ces insectes qu'un Hottentot ou un Papou ne diffèrent d'un Goethe ou d'un Voltaire. Chez les méduses, les nerfs, les muscles et les organes des sens se trouvent encore dans le plus étroit rapport avec leur lieu d'origine, la membrane cutanée externe; ils sont pourtant différenciés. Or les méduses, qui produisent des œufs, naissent par bourgeonnement de polypes marins qui présentent, comme les hydres ou polypes d'eau douce, une couche de cellules névro-musculaires, c'est-à-dire d'éléments histologiques accomplissant à

la fois les fonctions des nerfs et des muscles. Les êtres qui sortent de ces deux générations alternantes, les méduses et les polypes, sentent et veulent, mais la vie psychique toute rudimentaire des polypes ne s'élève naturellement pas à la hauteur des manifestations de cet ordre chez les méduses.

Les méduses associées des siphonophores, de ces sociétés flottantes qui nagent sous les vagues brillantes des mers du Midi, nous montrent d'une manière admirable ce qu'est la division du travail physiologique; car, tandis que les unes n'ont cure que de nager, les autres de digérer, celles-ci de produire des œufs, celles-là de saisir les proies et de repousser l'ennemi, d'autres ont pour fonction spéciale de sentir. Encore que chaque cellule associée conserve son autonomie, la délicatesse des sensations et la vivacité des mouvements d'un siphonophore attestent que toutes ces vies cellulaires particulières concourent à une existence et à une action communes et donnent l'illusion d'un organisme animé d'une seule âme. Cette « âme » des siphonophores n'est pourtant que la somme qui résulte de toutes les âmes élémentaires des individus constituant le corne. De même, chez les animaux supérieurs, chez les invertébrés comme chez les vertébrés, la

vie, avec toutes ses manifestations les plus diverses, de la nutrition à l'innervation, n'est jamais qu'une unité apparente; les cellules conservent individuellement, bien que subordonnées à l'ensemble, leur autonomie propre, et, tandis que les cellules de l'estomac s'acquittent de l'office de la digestion, les cellules du sang de divers échanges matériels, celles des poumons de la respiration, et celles du foie de la formation de la bile, etc., les cellules cutanées éprouvent les variations de pression et de température, les fibres-cellules se contractent, les cellules nerveuses sentent et pensent. La vie du tout réside dans chaque cellule; elle n'est centralisée nulle part. Chez les êtres d'une organisation élevée, les manifestations vitales résultent à la fois et de ces activités spéciales des cellules, acquises par différenciation et intégration progressives au cours de l'évolution, et du concert général de toutes les activités cellulaires. Mais il n'y a toujours rien d'essentiel dans l'être tout entier qui ne soit dans ses parties constituantes. « L'individu zoologique, l'animal, a écrit Claude Bernard, à qui cette idée a rappelé Goethe méditant les enseignements de Bichat, l'animal (et le végétal) n'est qu'une fédération d'êtres élémentaires, évoluant chacun pour leur propre compte. A

mesure que l'être vivant s'élève et se perfectionne, ses éléments cellulaires se différencient davantage; ils se spécialisent par exagération de l'une des propriétés au détriment des autres. La vie chez les animaux supérieurs est de plus en plus distincte de ses manifestations; elle est de plus en plus confuse chez les êtres inférieurs. Les manifestations vitales sont mieux isolées, plus nettes dans les degrés élevés de l'échelle que dans ses degrés inférieurs, et c'est pourquoi la physiologie des animaux supérieurs est la clef de la physiologie de tous les autres, contrairement à ce qui se dit généralement <sup>1</sup>. »

Aux plus bas degrés de l'échelle, en effet, à un degré encore inférieur à celui des cellules animales et végétales, des leucocytes, des cellules ovulaires et des spores, chez les monères et les autres cytodes, les propriétés fondamentales de toute substance vivante, depuis la nutrition jusqu'à la sensibilité et au mouvement volontaire, subsistent bien, mais dans un état d'obscurité confusion et en quelque sorte de chaos. Il n'importe; cette confusion élémentaire, qui n'est après tout que relative, n'est peut-être telle que pour nos sens grossiers.

1. *Leçons sur les phénomènes de la vie*, I, 386, 368.

« Il est impossible d'affirmer, a écrit Tyndall lui-même, que les sensations de l'animal ne sont pas représentées dans le monde végétal par une sorte de conscience moins distincte. Changez la capacité (de perception), et la preuve changera aussi. Ce qui est pour nous une absence totale de manifestations de la conscience le serait-il aussi pour un être jouissant de nos facultés à un degré infiniment supérieur? Pour un être ainsi doué, il m'est permis de supposer que non seulement le monde végétal, mais encore le *monde minéral* répondrait à des stimulants convenables, et que ces réponses différeraient en intensité seulement des manifestations exagérées qui, par leur grossièreté, frappent nos facultés imparfaites. »

Sentir et réagir, voilà le fondement de toute vie psychique. Or la sensation et le mouvement sont, avec la nutrition et la reproduction, les propriétés élémentaires de cette matière vivante si bien nommée par Huxley « la base physique de la vie », le protoplasma. Il y a bientôt un demi-siècle, on le sait, que Dujardin donna le nom de sarcode à la substance demi-fluide, contractile et amorphe dont est formé le corps des infusoires et des protistes de Hæckel; Hugo de Mohl appela protoplasma la substance sem-

blable des cellules des plantes; Max Schultze démontra l'identité du sarcorde et du protoplasma. Des quantités énormes de cette substance amorphe couvriraient le fond de certaines mers. Du moins c'est ce qu'a fait supposer l'examen de cette substance fournie par les dragages du *Porcupine*, et à laquelle Huxley a donné le nom de *Bathybius Hæckelii*. L'expédition du *Challenger* n'a retrouvé aucune trace du bathybius; mais, au cours de celle du *Polaris*, Bessels a rapporté des profondeurs de l'Océan des masses de limon vivant évidemment identiques avec les « masses de sarcorde animé », avec les substances organiques étudiées, à l'état de vie, par Wyville Thomson et William Carpenter, et, à l'état d'échantillons conservés dans de l'alcool, par Huxley et par Hæckel. Trois naturalistes du plus grand mérite, Thomson, Carpenter et Bessels, ont donc vu le bathybius vivant. Il y aurait mauvaise grâce aujourd'hui à renouveler les plaisanteries de quelques savants sur ce prétendu précipité gypseux. Aussi bien, voici comment un naturaliste distingué, Allman, s'est naguère exprimé à ce sujet : « Il est difficile d'admettre que l'on puisse traiter aussi cavalièrement les résultats de travaux aussi sérieux que ceux de Huxley et d'Hæckel. Leurs conclusions ont d'ailleurs été confirmées par les obser-

vations plus récentes de l'explorateur des régions arctiques, Bessels, qui a pris part au voyage du *Polaris*, et qui rapporte qu'il a ramené du fond des mers du Groënland des masses de protoplasma vivant et à l'état amorphe. Bessels donne à ces masses le nom de Protobathybius; mais elles nous semblent identiques au bathybius du *Porcupine*. Il faudra donc d'autres preuves de la non-existence du bathybius pour arriver à reléguer dans la région des hypothèses réfutées un fait fondé sur des observations conduites avec tant de soin <sup>1</sup>. »

Si le bathybius existe, il nous présente l'état le plus rudimentaire de la matière vivante qu'il soit possible de concevoir. La morphologie n'est pas née encore; nulle trace d'individuation, comme c'est le cas, au contraire, chez les monères. Mais les pseudopodes lobés des monères, que nous connaissons bien, grâce à Hæckel, servent déjà à ces êtres d'organes de sensation et de locomotion, de mains et de bras. De même, toutes les parties de leur corps, certainement sensibles aux diverses intensités lumineuses, aux ténèbres et à la lumière tout au moins, remplissent indifféremment les fonctions de bouche, d'estomac et d'anus. A un degré de différencia-

1. Le rôle du protoplasma dans la nature, in *Revue scientifique*, 2<sup>e</sup> série, 1879, n<sup>o</sup> 13.

6533.

tion plus élevée paraît l'amibe, qui peut passer pour le type de la cellule. La matière vivante primordiale s'est déjà différenciée et, si j'ose dire, organisée; aussi le corps de ces protistes se différencie souvent en une couche corticale amorphe, plus claire et de consistance plus ferme que la substance intérieure, et en une couche plus molle, de couleur foncée et finement granulée; on y peut apercevoir une ou plusieurs vésicules contractiles (vacuoles) et un noyau. Or la substance cellulaire et le noyau sont les deux éléments essentiels de la cellule; s'ils manquent, l'être est une monère, un cytode.

Voilà précisément les états inférieurs de la vie qui nous intéressent ici. Si la cellule est toujours pour nous l'unité morphologique d'organisation, le protoplasma cellulaire, avec la complication déjà extrême de sa structure, — ainsi que l'ont montré les récents travaux de Strasburger, de Klein, de Schleicher, de Flemming, — le protoplasma ne saurait plus être considéré comme la source la plus lointaine des fonctions physiologiques. La cellule n'est plus l'*organisme élémentaire* le plus simple, le plus inférieur, le plus ancien. Partant, la psychologie doit descendre plus bas dans les ténébreux abîmes de la vie, afin de saisir, s'il est possible,

quelque manifestation psychique encore plus rudimentaire que celles du protoplasma et du sarcode.

La matière vivante des monères et des autres cytodes, la substance plastique ou formatrice par excellence, a été appelée plasson ou bioplasson par Van Beneden. La substance des éléments cellulaires, le protoplasma, est, relativement au plasson, une substance formée. « Le protoplasma, enseigne ce savant, est ce qui reste du plasson après que les éléments chimiques du nucléole et du noyau s'en sont séparés pour constituer un corps nucléolaire et un corps nucléaire. Le plasson ne peut exister que chez les cytodes; il cesse d'exister aussitôt que le cytode devient cellule; le plasson se divise en substance protoplasmique, en substance nucléaire et en substance nucléolaire. »

L'importance d'une étude attentive de cet état de la matière vivante apparaît clairement dès qu'on sait que, en accord avec la théorie phylogénétique, et par un cas très curieux d'atavisme, les cytodes se montrent au cours de l'évolution embryonnaire de tous les organismes, sans en excepter l'homme. Or un cytode, c'est-à-dire un grumeau amorphe de plasson, sans organe ni différenciation apparente d'aucune sorte, soit morphologique soit

physiologique, manifeste déjà toutes les propriétés essentielles de la vie; il se nourrit, il se reproduit, il sent, se contracte et se meut. Mais pourquoi, dans cette analyse, s'arrêter au plasson? C'est aux molécules de cette substance, c'est aux plastidules qu'il convient de rapporter les propriétés manifestées par le plasson. Les plastidules elles-mêmes peuvent encore être décomposées, mais seulement en atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, etc., c'est-à-dire en corps simples, en matière inorganique, s'il est permis de maintenir une distinction aussi artificielle entre les divers états du seul et unique être que nous puissions, je ne dis pas connaître, mais nous représenter idéalement, la matière.

L'abîme creusé jusqu'ici entre l'organique et l'inorganique a été en partie comblé; il le sera tout à fait. Un nombre considérable de propriétés regardées comme particulières à la matière vivante ou animée, la sensibilité elle-même, se sont trouvées appartenir aussi bien, quoique à des degrés fort différents, à la matière brute. De là à croire aux « forces psychiques » et aux « âmes » des atomes et des plastidules, il n'y avait qu'un fossé, encore assez large pourtant; Hæckel l'a franchi; je ne le suivrai pas, de peur d'une chute.

Je ne saurais admettre, en effet, que les atomes possèdent des « forces » ; qu'ils éprouvent du plaisir et du déplaisir, des amours et des haines lorsqu'ils se joignent ou se repoussent ; qu'ils agissent à distance, sentent et veulent ; bref, qu'ils aient une « âme ». Ce dernier vocable revient trop souvent dans ce livre ; il étonne ; la psychologie de l'avenir sera sûrement une « psychologie sans âme ». Et, comme il arrive, nul n'aura plus contribué à la fonder que l'auteur de la *Psychologie cellulaire*. M. Hæckel parle la langue que nous avons tous apprise ; il n'a pas su, il n'a peut-être pas voulu se délivrer du fardeau de ces « bons vieux mots, un peu lourds sans doute, que la philosophie interprétera dans des sens de plus en plus raffinés, mais qu'elle ne remplacera jamais avec avantage. » C'est bien cela ; et, pour parler encore comme le fin et subtil esprit dont on a reconnu l'ironie en cette dernière phrase, M. Hæckel paraît avoir craint de « se couper toutes les sources poétiques du passé ». Ses façons de dire induiraient certainement en erreur des gens qui le connaîtraient peu. Loin de ressembler à un vague panthéisme, son monisme est strictement mécanique. C'est même un peu, j'imagine, pour échapper à la difficulté de faire commencer « l'âme » à un moment de la durée, qu'il l'a faite éternelle, comme

l'atome. Après tout, cela est possible; mais, quoiqu'on ne puisse rêver que des hypothèses invérifiables sur un pareil sujet, j'estime qu'il en est de moins invraisemblables que celle d'Hæckel, et qu'il tombe bien mieux sous le sens qu'avec des états différents de la matière, et surtout avec des combinaisons nouvelles, doivent apparaître des propriétés également nouvelles.

Les propriétés du plasson résultent bien de celles des plastidules ou molécules organiques constituantes; et celles-ci ne sont certainement que des agrégats d'atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, etc. Que la vie, avec toutes ses manifestations, y compris la pensée, sorte d'une telle combinaison, ce n'est pas beaucoup plus merveilleux que de voir sortir de l'eau d'une combinaison d'hydrogène et d'oxygène. Les propriétés de l'eau diffèrent autant de celles de l'hydrogène et de l'oxygène que les propriétés du protoplasma diffèrent de celles de l'acide carbonique, de l'eau et de l'ammoniaque. Or, comme l'a très bien dit Huxley, si les phénomènes que présente l'eau sont les propriétés de l'eau, les phénomènes que présente le plasson ou le protoplasma sont aussi les propriétés de cette substance; elles n'existaient pas avant la combinaison qui les a produites; elles ces

sent d'être quand les conditions de leur genèse disparaissent; elles renaissent avec le retour de ces conditions.

Il reste toujours, non certes parce que cela doit être, ni même parce qu'il y a la moindre apparence, mais parce que la nature de notre intelligence nous conduit invinciblement à ce raisonnement, — il reste toujours, dis-je, que les différentes propriétés de la matière apparaissant ainsi au cours de l'évolution cosmique, loin d'être irréductibles, ne sont que des états variés du même processus mécanique universel, des merveilles d'équilibre réalisées à un moment de la durée, et comme de fragiles édifices qu'un jeu de nature a produits, qu'une autre combinaison aussi éphémère détruira. Quand on songe aux limites si étroites de pression et de température entre lesquelles oscillent la vie et la conscience, on n'est pas très éloigné d'incliner à cette manière de voir.

Une autre critique que l'on sera sûrement tenté d'adresser au savant naturaliste d'Iéna, comme l'a déjà fait Oscar Schmidt <sup>1</sup>, a trait au privilège dont il gratifie les plastidules de posséder seules de la mémoire. Cette aptitude, dit-il,

<sup>1</sup> *Les sciences naturelles et la philosophie de l'inconscient*, p. 154 et suiv de la traduction de Jules Soury et d'Edouard Meyer. Germer Baillièrre et C<sup>ie</sup>, 1879.

l'aptitude de se souvenir, la mémoire organique, manque à toutes les autres molécules de la matière inorganique; seules, les molécules du plasson, les plastidules ont de la mémoire. Pourquoi? Hæckel ne le dit pas. Mais ne pourrait-il pas répondre que cette propriété apparaît ici pour la première fois grâce à une combinaison nouvelle de la matière, à la combinaison dont sont formées les molécules du plasson? Cette mémoire inconsciente des plastidules, en déterminant les mouvements caractéristiques qu'elles manifestent, et ces mouvements seulement, est la condition du pouvoir de reproduction des êtres vivants. L'hérédité, que cette mémoire organique explique et éclaire, est la communication ou transmission du mouvement propre des plastidules de la plastide-mère aux plastides-filles (cytodes et cellules). En même temps, les variations organiques résultant de l'adaptation qui se montrent dans la reproduction de tous les êtres, sont ramenées aux modifications du mouvement propre des plastidules sous l'action du milieu et de la lutte pour l'existence. Ces modifications entraînent après elles des qualités et des propriétés nouvelles, et, au bout d'un grand nombre de générations, ces modifications accumulées peuvent produire des déviations très considérables du type ancestral.

Tel est l'aspect nouveau sous lequel nous apparaissent ici les deux facteurs principaux de la morphologie organique, l'hérédité et l'adaptation. L'hérédité, c'est la mémoire des plastidules ; lorsqu'elle domine, les formes organisées demeurent stables. Les influences du milieu modifient-elles les mouvements plastidulaires, les formes varient. « Dans les formes organiques très simples et très constantes, dit spirituellement Hæckel, les plastidules n'ont « rien appris ni rien oublié ». Dans les formes très développées et très variables, les plastidules ont « beaucoup appris et beaucoup oublié ». L'histoire embryologique de l'amphioxus peut servir d'exemple au premier de ces cas, celle de l'homme au second. » En somme, avec une force de logique bien rare chez les naturalistes, Hæckel a transporté des animaux et des végétaux polycellulaires aux plastides (cytodes et cellules), et, de celles-ci, aux plastidules, la profonde théorie de l'hérédité des variations de notre Lamarck et les grandioses théories de la sélection et de la concurrence vitale de Darwin.

Quant à la nature du mouvement invisible des plastidules, cette cause dernière du processus biogénétique, ce serait une ondulation rythmique, formant, en se propageant, des espèces de ramifications sans fin. De là le nom de

*périgenèse des plastidules* qu'Hæckel a donné à son hypothèse. Nous n'avons pas besoin de noter combien la périgenèse d'Hæckel diffère de la pangenèse de Darwin. Dans l'hypothèse de l'illustre naturaliste anglais, ce qui est transmis à travers toute la série des générations apparentées, ce sont des molécules matérielles : chaque germe ou gemmule est composée des particules corporelles de tous les ancêtres dont il provient. Suivant l'hypothèse d'Hæckel, la transmission immédiate des molécules corporelles n'a lieu que de l'individu générateur à l'individu engendré : elle n'a pas lieu dans l'antique suite des ancêtres. Ce qui est transmis dans la génération, c'est la forme spéciale du mouvement rythmique des plastidules, et c'est uniquement le mouvement ondulatoire continué de proche en proche à travers les temps, dans une même race ou dans une même famille, qui chez les descendants reproduit les caractères propres des ancêtres. L'hypothèse de la périgenèse des plastidules est fondée, on le voit, sur les principes mécaniques de la communication du mouvement moléculaire et de la conservation de la force. Aussi Hæckel nourrit-il l'espoir qu'il s'y trouve les premières assises d'une hypothèse générale qui, un jour, permettra d'édifier une théorie purement mécanique de l'ensem-

ble des phénomènes organiques de l'évolution.

En tout cas, et quel que soit le sort que l'avenir lui réserve, cette hypothèse d'Hæckel remplit toutes les conditions d'une hypothèse scientifique. La tendance générale des sciences, qu'il s'agisse de physique, de chimie, de biologie ou de sociologie, n'est-elle pas de réduire tous les problèmes à des questions de physique moléculaire? Les sciences biologiques n'aspirent-elles pas, elles aussi, ainsi que l'a dit notre grand chimiste Berthelot des sciences physiques et chimiques, à un vaste système de lois fondées sur l'unité de la mécanique universelle? C'est que, si l'on connaissait les mouvements des parties élémentaires d'un agrégat quelconque, de manière à les pouvoir calculer à un moment donné, soit dans le passé soit dans l'avenir, avec la même certitude que les mouvements des corps célestes, la science humaine, au moins pour ce cas particulier, serait achevée : il ne resterait plus rien à expliquer. « Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée, a dit Laplace, et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus

léger atome ; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux. L'esprit humain offre dans la perfection qu'il a su donner à l'astronomie une faible esquisse de cette intelligence <sup>1</sup>. »

L'humanité pensante, on peut aujourd'hui l'affirmer, arrivera tôt ou tard à une conception purement mécanique de l'univers. Cela ne jettera guère de lumière, je le reconnais, sur les problèmes derniers des choses. Mais qui dissipera notre ignorance à cet égard ? Avec du Bois-Reymond, je la crois invincible. L'homme n'est pas fait pour connaître les causes, j'entends les conditions dernières et trop complexes des phénomènes. Les phénomènes, pures hallucinations, simples représentations cérébrales, voilà le domaine où sa faible raison se trouve confinée. Si nous ne pouvons rien connaître de la constitution de la matière, comment parlerions-nous de la nature de cet univers ? A quoi riment nos idées de beauté, de sainteté et de vérité ? Nous croyons à la réalité de ces visions intérieures comme à celle du monde extérieur, voilà tout ; c'est un acte de foi qui, comme tous les actes de foi, ne repose que sur une illusion. Plus on diminuera l'empire de celle-ci, plus le

1. *Théorie analytique des probabilités*. Paris, 1814, p. 3.

monde apparaîtra comme un problème de mécanique. Le grand nombre préférera toujours de voir la tapisserie par l'endroit : il croit aux couleurs qu'elle reflète comme à la lumière du soleil. J'estime qu'il vaut mieux regarder l'envers, suivre par le détail l'agencement de ses fils grossiers, et faire en quelque sorte toucher du doigt l'artifice naïf qui produit l'illusion.

JULES SOURY.

# ESSAIS

DE

# PSYCHOLOGIE CELLULAIRE

---

## PREMIER ESSAI

### LA PÉRIGENÈSE DES PLASTIDULES

---

#### I

ESSAI D'EXPLICATION MÉCANIQUE DES PROCESSUS ÉLÉMENTAIRES  
DU DÉVELOPPEMENT ORGANIQUE.

Depuis dix ans, on voit grandir sans cesse, dans les sciences de la nature, un mouvement philosophique dont les ondes, pour ainsi dire, s'étendent de plus en plus loin et ont produit, dans la philosophie, un courant scientifique correspondant. Plus s'est accrue la masse des découvertes accumulées dans tous les domaines des sciences naturelles par le zèle infatigable d'un grand nombre d'observateurs, plus les naturalistes qui réfléchissent ont senti l'impérieux besoin d'arriver à une

unité de vue philosophique pour les bien entendre, de s'élever de la connaissance des faits à la notion des causes. D'autre part, moins les nombreux systèmes de spéculation métaphysique, hostiles à l'expérience, pouvaient prétendre à un succès durable, plus le penseur d'un esprit vraiment philosophique se persuadait que c'était seulement sur le fondement assuré des vérités conquises par l'expérience que pouvait s'élever un système de quelque solidité, et que la connaissance des faits doit précéder celle des causes.

Entre les diverses circonstances qui ont amené et favorisé cet heureux rapprochement de la philosophie et de la science, la plus importante est sans contredit la transformation de la théorie de l'évolution, à laquelle Charles Darwin a donné la première impulsion par son livre sur l'*Origine des espèces*. Encore que ce grand naturaliste ait évité avec soin de prêter à sa théorie de la sélection et à la théorie de la descendance, réformée par la première de ces deux théories, l'apparence d'un système philosophique ; bien qu'il ait évité de tirer les conséquences qui en découlent, aucun homme de réflexion ne doutera que le succès sans exemple des écrits de Darwin ne soit pas dû seulement à la richesse inouïe des faits empiriques qui s'y trouvent

rassemblés, mais à l'hypothèse de génie qui les explique et les relie par le lien commun de la théorie de l'évolution. Or cette explication, à laquelle sont ramenés les phénomènes les plus différents, est bien d'ordre philosophique.

Le premier essai étendu qui ait été fait pour développer, d'une manière systématique, les principes philosophiques de la nouvelle théorie de l'évolution, et, en particulier, pour fonder la science des formes organiques, la morphologie, sur des explications purement mécaniques, par la théorie de la descendance, c'est moi qui l'ai tenté, il y a plus de dix ans, dans ma *Morphologie générale des organismes*. Quelles que soient les erreurs qui déparent cet essai un peu prématuré, maintes idées neuves qui s'y trouvaient déposées ont été reconnues justes et fructueuses. On peut le dire surtout, à mon sens, de ma conception des deux branches principales de l'histoire de l'évolution organique et du lien causal qui les relie.

Jusqu'alors, on avait simplement entendu, par histoire de l'évolution, celle des formes organiques individuelles, l'embryologie, comme on l'appelait, et la métamorphologie, ou l'histoire de l'évolution embryonnaire et post-embryonnaire, qui peuvent être comprises toutes deux

sous la notion d'ONTOGÉNIE. Mais l'ontogénie n'est qu'une branche principale de la biogénie, de l'histoire complète de l'évolution des organismes.

Comme second rameau principal, se dresse en regard l'histoire paléontologique de l'évolution des espèces et souches organiques, de l'enchaînement des formes, qui, à travers d'innombrables générations, rattachées les unes aux autres sans interruption, se sont développées sur cette planète, depuis que la vie y est apparue jusqu'à notre époque. Cette histoire, embrassant la paléontologie et la généalogie, est très bien appelée; d'un seul mot, histoire généalogique ou PHYLOGÉNIE.

L'ontogénie et la phylogénie sont, d'après ma manière de penser, deux sciences unies par les liens les plus étroits de causalité. Que toutes deux se soient développées si différemment; que l'ancienne embryologie n'ait été d'abord que l'« histoire particulière de l'évolution », tandis que l'histoire généalogique n'a été constituée, d'une manière indépendante, que depuis dix ans, et est même encore souvent méconnue aujourd'hui, il faut en chercher la raison, d'une part, dans la diversité des méthodes, de l'autre, dans la nature dissemblable de ces deux disciplines.

En effet, le développement individuel des

organismes, leur évolution embryogénique ou ontogénèse, est un rapide processus évolutif qui s'accomplit, sous nos yeux, dans le temps le plus court, et dont nous pouvons suivre la série des phénomènes depuis le commencement jusqu'à la fin, le plus souvent en quelques semaines ou en quelques mois, rarement en un temps plus long. Pas à pas, degré par degré, il nous est ici loisible d'arriver à connaître, par une observation soutenue, les divers états morphologiques que parcourt, de l'œuf à son complet développement, tout animal ou tout végétal.

Au contraire, le développement paléontologique des organismes, leur évolution généalogique ou phylogénèse, est un processus évolutif bien plus lent, qui remplit d'énormes périodes, dont chaque pas doit se mesurer par des siècles, chaque étape, correspondant à des formations géologiques, par des centaines de mille et des millions d'années. La différence entre une montre à secondes, dont l'aiguille fait le tour du cadran en une minute, et une montre annuelle, dont l'aiguille accomplit la même révolution en trois cent soixante-cinq jours, est moins grande que la différence qu'on observe entre le cours précipité de l'histoire embryogénique et la lenteur presque imperceptible de l'histoire généalogique.

Mais ce qui importe bien plus, c'est le carac-

tère défectueux des documents de cette dernière. Les documents paléontologiques, que devraient nous montrer, dans les séries de fossiles, les galeries de tableaux des antiques ancêtres de nos organismes actuels, sont au plus haut point incomplets, on sait pourquoi, et présentent des lacunes. Ils nous seraient même à peu près inintelligibles, dans les fragments si importants qui nous restent, si nous n'avions pour les compléter deux autres espèces de documents extrêmement précieux : l'anatomie comparée et l'ontogénie. Un maître, Charles Gegenbaur, a montré dans ses ouvrages quelle haute valeur a ici l'anatomie comparée.

Grâce à la connaissance approfondie, à la comparaison raisonnée et à l'usage pratique de ces trois sortes de documents, — l'anatomie, l'embryologie et la paléontologie comparées, — on peut arriver à découvrir les principaux traits de l'histoire généalogique des êtres organisés, de la phylogénie.

A cet égard, le lien étiologique entre l'ontogénie et la phylogénie est surtout de la plus grande importance. Cette connexion intime, cet accord si profond et si significatif, déjà pressenti, il y a un demi-siècle, par l'ancienne philosophie de la nature, et sur lequel a surtout insisté Fritz Müller après Darwin, peut se formuler ainsi : « Les formes successives

par lesquelles passe l'organisme individuel au cours de son évolution, de la cellule ovulaire à son complet développement, sont une brève récapitulation des longues et lentes transformations qu'ont parcourues les ancêtres animaux de cet organisme ou les formes ancestrales de son espèce, depuis les temps les plus anciens de la prétendue création des êtres vivants jusqu'à notre époque<sup>1</sup>. »

En d'autres termes : « Le développement embryogénique est un abrégé sommaire de l'évolution généalogique ; il est d'autant plus complet que, par l'hérédité, ce développement sommaire (*palingenesis*) a été mieux conservé, d'autant moins complet qu'il a, par l'adaptation, subi davantage les effets du milieu (*cenogenesis*) tendant à altérer le type. »

Que ce principe biogénétique soit le vrai fil d'Ariane capable de nous conduire dans le labyrinthe de l'histoire généalogique, je crois l'avoir établi, dans ma théorie gastréenne, par l'exemple de la *Gastrula*, pour tout le règne animal. Dans ma *Monographie des Éponges calcaires*, j'ai démontré par le détail la même chose pour toutes les formes parentes de ce groupe d'animaux, et, dans mon *Anthropogénie*, j'ai

1. Cf. *General Morphologie*, vol. II, p. 293-300. *Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. VIII, p. 5; vol. IX, p. 409; vol. X, p. 77.

cherché à le prouver une fois de plus par l'exemple de l'histoire de l'évolution humaine. Tous les faits de l'histoire embryologique sont de nature ou palingénétique ou cénogénétique.

L'hérédité étant bien la cause réelle de la palingénèse, l'adaptation, la cause efficiente de la cénogénèse, et toutes deux ensemble apparaissant avec évidence comme des facteurs essentiels de l'ontogénèse, c'est-à-dire du développement embryogénique, il restait à établir que l'hérédité et l'adaptation sont elles-mêmes des fonctions physiologiques des organismes.

Dans la *Morphologie générale*, j'avais rattaché par un lien physiologique étroit l'hérédité à la reproduction, l'adaptation à la nutrition, et, par là même, établi la possibilité d'une conception mécanique et d'une explication physico-chimique de ces deux fonctions morphologiques des organismes. Si la physiologie de nos jours exclut résolument, et à bon droit, le vitalisme et la téléologie, si elle repousse toute action mystique et surnaturelle, telle que la « force vitale », et n'admet dans son domaine que des forces physico-chimiques, — ou, dans une acception plus étendue, mécaniques, — elle doit chercher aussi une explication mécanique pour les deux principales fonctions morphologiques de la vie, l'hérédité et l'adaptation. Si

notre grand philosophe critique, Immanuel Kant, a eu raison de demander aux sciences naturelles de remplacer partout les causes finales (*causæ finales*) par des causes mécaniques (*causæ efficientes*), si Kant ajoute que, seul, le mécanisme renferme une explication réelle des phénomènes et que, « sans le principe du mécanisme dans la nature, il ne pourrait y avoir de science de la nature », nous devons reconnaître aussi pour l'histoire de l'évolution, en tant que science naturelle, ce point de vue moniste comme le seul légitime, et invoquer des causes purement mécaniques pour les faits physiques du développement organique.

## II

## LA PANGENÈSE DE DARWIN ET LA PÉRIGENÈSE DES PLASTIDULES.

Mais la physiologie moderne, à qui incombe cette tâche, n'a pas encore réellement entrepris l'étude de l'hérédité et de l'adaptation dans le sens que nous indiquons; elle n'a pas recherché les faits premiers, élémentaires, de ces deux fonctions physiologiques. L'unique essai de ce genre a été tenté par Charles Darwin, lorsqu'il présenta, en 1868, son « hypothèse provisoire de la pangenèse », dans le second volume de

son précieux ouvrage sur *La variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication*. Dans la seconde édition de ce livre (1875), Darwin a présenté avec plus de développements encore et avec quelques modifications son hypothèse de la pangenèse. J'en donne ici la substance dans les termes mêmes dont s'est servi Darwin pour la résumer <sup>1</sup> :

« Il est généralement admis que les cellules, ou unités élémentaires du corps, se propageant par division spontanée (*self-division*) ou gemmation, conservent la même nature et se transforment à la fin en substances et tissus divers du corps. Mais, à côté de ce mode de multiplication, je suppose que les unités élémentaires (ou cellules) émettent de petits grains ou granules (*granules or atoms*) qui sont disséminés dans tout le système (du corps); que ces granules, lorsqu'ils reçoivent une nutrition suffisante, se multiplient par division spontanée et se développent ultérieurement en unités élémentaires (ou cellules) semblables à celles dont ils dérivent. Ces granules pourraient être appelés des « gemmules ». Ils se rassemblent de toutes les parties du corps pour composer les éléments de la génération, et leur développement dans la génération qui suit immédiate-

1. Vol. II, p. 369.

ment forme un nouvel être ; mais ils sont également capables d'être transmis durant plusieurs générations à un état dormant (*in a dormant state*) et de se développer plus tard. Leur développement dépend de leur union avec d'autres cellules partiellement développées ou naissantes qui les précèdent dans le cours régulier de la croissance. On verra, lorsque nous discuterons l'action directe du pollen sur les tissus de la plante mère, pourquoi j'emploie le terme d'union. On suppose que les gemmules sont émises par chaque cellule ou unité élémentaire, non seulement pendant son état adulte, mais au cours de tous les états de développement d'un organisme, non nécessairement, toutefois, durant l'existence continue de la même cellule. Enfin, je suppose que, dans leur état dormant, les gemmules ont les unes pour les autres une affinité mutuelle, d'où résulte leur agrégation en bourgeons ou en éléments sexuels. Partant, ce ne sont pas les éléments reproducteurs ni les bourgeons qui engendrent les nouveaux organismes, mais les cellules ou unités organiques dont est composé tout individu. »

Telle est, en quelques mots, « l'hypothèse provisoire de la pangenèse » de Charles Darwin. L'exposition complète de cette hypothèse avec les preuves à l'appui, son application aux

diverses manifestations principales du développement organique, en particulier son utilité pour l'explication des phénomènes d'hérédité et d'adaptation, tout cela doit être étudié dans l'ouvrage original lui-même, œuvre qui montre dans tout son jour le génie du grand naturaliste anglais, soit qu'on ait égard au zèle infatigable et à la sûreté critique qui a rassemblé cette masse infiniment riche d'observations, soit que l'on considère l'ampleur de la conception et la clarté de l'exposition.

C'est Charles Darwin lui-même qui, tout d'abord, a appelé « provisoire » son hypothèse de la pangenèse : ce n'était, dans sa pensée, qu'un premier essai pour ramener l'ensemble des processus organiques du développement à leurs causes élémentaires et pour les expliquer d'un point de vue unique. Comme la théorie de la sélection, la théorie de la pangenèse a tout de suite excité le plus vif intérêt : elle a été approuvée par les uns, repoussée par les autres, avec la même ardeur. Pour moi, je n'en ai rien dit dans mes travaux ; dans mon *Histoire naturelle de la création* et dans mon *Anthropogénie*, ainsi que dans mes autres écrits sur la théorie de l'évolution, j'ai jusqu'ici gardé à dessein le silence sur la pangenèse. Je n'ai pas besoin d'ajouter que ni le manque d'intérêt, ni l'absence de haute estime pour l'auteur de

cette théorie n'ont été la cause de ce silence.

En voici plutôt la raison véritable : dès l'origine, et aussitôt que j'ai connu la pangenèse, il y a dix ans, je me suis trouvé en contradiction absolue avec cette hypothèse. Mes sentiments contraires sont devenus d'autant plus forts et insurmontables que j'ai cherché davantage à me familiariser avec la pangenèse par la réflexion, et à reconnaître son utilité en l'appliquant aux phénomènes les plus différents de l'évolution. Mais j'étais et je suis encore trop pénétré de respect pour Charles Darwin, je me sentais trop rempli d'admiration pour ses idées directrices, pour que je pusse songer à contredire une hypothèse si vaste et si grandiose et en essayer une réfutation, sans être en état d'en proposer une autre, quelle qu'elle fût. Si je tente aujourd'hui cet essai, c'est que quelques germes, déposés dans ma *Morphologie générale*, il y a plus de dix ans, se sont depuis développés en une hypothèse particulière qui me paraît posséder plus de vraisemblance interne que la pangenèse, et qui pourra s'élever au rang, je crois pouvoir l'espérer, d'une théorie génétique moléculaire. Cette hypothèse, je l'appelle la *périgenèse des plastidules*.

Pour éviter les malentendus et prévenir l'idée erronée — dont on pourrait tirer parti contre la théorie du carbone et contre quelques autres

de mes spéculations théoriques — que je veux introduire un nouveau dogme dans les sciences naturelles, je m'empresse de faire tout d'abord remarquer que je ne considère, moi aussi, que comme une « hypothèse provisoire » cette périclénèse de la plastidule, encore que je nourrisse l'espérance qu'il s'y trouve les germes d'une vaste théorie, grâce à laquelle on pourra peut-être un jour présenter une explication strictement mécanique de l'ensemble des phénomènes organiques de l'évolution, en les faisant dériver de processus élémentaires physico-chimiques.

Quant à Charles Darwin, mon vénéré maître et ami, je déclare que l'opposition que je lui fais n'a trait qu'à sa pangenèse exclusivement, et qu'après comme avant je partage pleinement et défends de toutes mes forces ses autres idées théoriques, en particulier l'hypothèse qui lui est propre, celle de la sélection avec ses conséquences. Cette déclaration paraîtra sûrement superflue à Darwin. Car le grand naturaliste anglais, qui a ouvert à la biologie une ère nouvelle et infiniment féconde, et qui, pour ce qui me concerne, a donné la plus vive impulsion à mes travaux, est trop profondément convaincu de mes sentiments de gratitude, il me sait trop à lui pour prendre le change en me voyant combattre la pangenèse

et lui opposer la périgenèse. D'autre part, la déclaration que je crois devoir faire s'explique par la tactique d'un grand nombre d'adversaires de la théorie de la descendance, qui saluent avec joie, comme un signe de discordes intestines, toute divergence d'opinion venant à se produire dans notre camp. Je déclare donc encore une fois que la théorie darwinienne de la sélection et la théorie de la descendance, réformée par la première de ces théories, demeurent, dans ma conviction, inébranlables, et ne sont pas le moins du monde menacées par les spéculations qui suivent. Il ne s'agit ici que d'une hypothèse devant servir à l'explication mécanique des processus les plus élémentaires de l'évolution. Que la pangenèse ou la périgenèse soit vraie, ou qu'elles soient fausses toutes deux, il n'importe : la théorie de la descendance de Lamarck et la théorie de la sélection de Darwin n'en sauraient être ébranlées.

### III

#### LA THÉORIE CELLULAIRE ET LA THÉORIE DES PLASTIDES.

Notre théorie de la périgenèse repose tout d'abord, et c'est là son point de départ, sur cette notion du monde organique qui a ses fon-

dements immédiats dans la nature des parties élémentaires connaissables des organismes, et qui a trouvé sa plus complète expression dans la théorie cellulaire actuelle. Depuis que cette théorie a été établie ici, à Léna, en 1838, par le botaniste de génie Schleiden, pour le règne végétal, et étendue, bientôt après, au règne animal, par Schwann, elle est à bon droit demeurée le plus solide fondement et comme le point de départ assuré de toute recherche élémentaire, aussi bien en botanique qu'en zoologie, en morphologie qu'en physiologie. Quelques graves changements qu'ait subis l'idée de la « cellule » depuis les quarante dernières années, quel que soit le degré d'élaboration interne et de développement externe qu'ait atteint la théorie cellulaire, ce qui en fait le fond n'a point varié de nature et a pris une importance de plus en plus élevée.

Le fondement même de cette théorie, c'est que les cellules microscopiques sont à nos yeux des êtres vivants indépendants, des organismes physiologiquement et morphologiquement autonomes. Brücke les a très justement nommées pour cette raison organismes élémentaires, Virchow foyers de vie, Darwin unités vivantes. Au point de vue des divers degrés de l'individualité organique (organe, personne, cormus), j'ai placé les cellules, dans ma *Mor-*

*phologie générale*, à la base de la théorie anatomique de l'individualité, comme « individus de premier ordre ». Rodolphe Virchow a le mérite durable d'avoir, avant tous les autres naturalistes, étendu en ce sens la théorie cellulaire dans toutes les directions, et, par sa *Pathologie cellulaire*, d'avoir donné à la médecine moderne le plus solide fondement histologique. Si j'ai moi-même contribué en quelque chose aux progrès de la théorie de l'évolution, je le dois en grande partie aux idées biologiques reposant sur l'importance de la cellule que m'a transmises l'enseignement de Virchow à Wurzburg, il y a quelque vingt ans. D'après sa manière de voir, je considère tout organisme supérieur comme une unité sociale organisée, comme un État, dont les citoyens sont les cellules individuelles. Dans tout État civilisé, les citoyens sont bien, jusqu'à un certain degré, indépendants, en tant qu'individus; mais ils dépendent pourtant les uns des autres en vertu de la division du travail et ne laissent pas d'être soumis aux lois communes; de même, dans le corps de tout animal ou végétal supérieur, les cellules microscopiques, en nombre innombrable, jouissent bien jusqu'à un certain point de leur indépendance individuelle, mais elles diffèrent aussi les unes des autres en vertu de la division du travail, elles sont dans un rapport



- 06533 =

de dépendance réciproque et subissent plus ou moins les lois du pouvoir central de la communauté.

Cette comparaison excellente et souvent employée, empruntée aux constitutions politiques, n'est pas une vague et lointaine analogie : elle répond bien à la réalité. Les cellules sont de véritables citoyens d'un État. La comparaison peut encore être poussée plus loin : nous pouvons considérer le corps de l'animal, avec sa forte centralisation, comme une monarchie cellulaire ; l'organisme végétal, plus faiblement centralisé, comme une république cellulaire. De même que la science politique comparée nous présente, dans les différentes formes d'organisation politique de l'humanité existant encore aujourd'hui, une longue série de perfectionnements progressifs, depuis les hordes grossières des sauvages jusqu'aux États les plus civilisés, l'anatomie comparée des plantes et des animaux nous montre également une longue suite de perfectionnements progressifs dans les États cellulaires.

Au bas de l'échelle, au dernier degré d'association et de communauté cellulaire, on rencontre les Algues et les Champignons, les Éponges et les Coraux, qui, à considérer la nature rudimentaire de la division du travail et de la centralisation, ne s'élèvent point au-

dessus des grossières hordes de sauvages. Nous trouvons au contraire, au sommet de l'évolution, la puissante république cellulaire de l'arbre, l'admirable monarchie cellulaire du vertébré, dans lesquelles la nature complexe de l'élaboration et de la division du travail des cellules constituantes donne lieu à l'apparition des organes les plus divers, et où la coordination et la subordination des états sociaux, l'action commune pour le bien général, la centralisation du gouvernement, en un mot, l'organisation, ont atteint une étonnante hauteur.

On suppose d'ordinaire, par une vue bien erronée, qu'un organisme aussi complexe, avec son « arrangement conforme au but à atteindre », ne peut avoir été appelé à l'existence que par un plan de création préconçu. La vérité est pourtant que l'organisation de cet État cellulaire s'est développée, au cours de millions et de millions d'années, sans aucun « but » préconçu, par l'effet du concours et de l'évolution historique des cellules constituantes, avec autant de nécessité qu'au cours d'un petit nombre de siècles, par l'action réciproque et la division progressive du travail des citoyens, se sont développées peu à peu les nations civilisées. L'histoire de la civilisation humaine nous explique l'histoire de l'organisation des organismes polycellulaires.

Cette notion fondamentale de la théorie cellulaire, dont dépend toute l'intelligence de la biologie, est pleinement justifiée par l'histoire de l'évolution. Tout organisme supérieur et tout organisme inférieur polycellulaire se développent originellement d'une cellule unique, de la cellule ovulaire. Et de même que nous pouvons observer par nous-mêmes cette origine unicellulaire chez tout individu, nous devons l'admettre sans hésiter pour toute souche organique, pour tout groupe d'espèces apparentées entre elles. La forme embryonnaire unicellulaire, que l'observation nous révèle, est, d'après nos lois biogénétiques, la répétition d'une forme ancestrale correspondante, éteinte, inconnue. La nature de ces formes ancestrales unicellulaires nous est fort bien expliquée par l'existence des nombreux organismes unicellulaires qui vivent encore aujourd'hui, tels que Amibes, Flagellés, Diatomées, etc. Ce sont des solitaires, qui, en tant que cellules isolées, conservent leur libre existence et ne peuvent se résoudre à s'associer pour former des Etats.

Partant de cette conception fondamentale, qui est capitale pour l'intelligence de la théorie cellulaire, il nous faut maintenant dire un mot des plus importantes transformations par lesquelles cette théorie a passé dans ces derniers temps. Notons d'abord, comme le progrès le

plus fécond en conséquences, la *théorie du protoplasma*, établie pour la première fois par Ferdinand Cohn, en 1850, étendue en 1861 par Max Schultze, et qui reçut de Lionel Beale une formule semblable en Angleterre. En se fondant sur la ressemblance que présente au microscope la structure d'une coupe de tissu végétal ordinaire avec un rayon de miel, on avait comparé les parties élémentaires de ce tissu, en tant que constituant des unités indépendantes, mais disposées les unes contre les autres en une trame compacte et serrée, avec les alvéoles d'un rayon de miel : d'où le nom de « cellules ». Dans les deux cas, la cellule paraissait être une petite poche ou vésicule close remplie de liquide. Mais bientôt on remarqua que, chez beaucoup de cellules, manquait tout à fait une enveloppe enveloppante externe, solide, véritable membrane cellulaire, et que la cellule ne consiste au fond qu'en un contenu cellulaire de consistance molle, non fluide, mais demi fluide et demi solide, ou mieux, en « substance cellulaire ». Cette substance cellulaire est formée tantôt exclusivement, tantôt pour la plus grande partie, d'une matière albuminoïde que Hugo Mohl reconnut le premier et appela *protoplasma*. Le protoplasma, ou la substance cellulaire proprement dite, est partout une combinaison azotée de

carbone d'une composition chimique très complexe. Dans les cellules vivantes, elle se trouve toujours à un état d'agrégation demi fluide et demi solide. Mais, ce qui mérite surtout d'être noté, elle apparaît comme le support même des phénomènes vitaux, comme le facteur en acte de la vie cellulaire : le protoplasma accomplit les fonctions de la nutrition et de la reproduction, de la sensation et du mouvement ; le protoplasma est proprement la substance vitale, ou, comme s'exprime Huxley, « la base physique de la vie. »

Le protoplasma ou la substance cellulaire vivante arrivant ainsi au premier plan de la théorie cellulaire, tous les autres éléments histologiques qui existent encore dans l'organisme développé — les membranes cellulaires et les substances intercellulaires — se trouvèrent refoulés au second plan par cette substance vivante, active et de premier ordre, et furent considérés comme des éléments secondaires et accessoires, comme des produits passifs du protoplasma. Un seul élément constitua une importante exception, le noyau cellulaire (*nucleus* ou *cytoblastus*), sur lequel Schleiden et Schwann avaient déjà appelé l'attention, corpuscule entouré de protoplasma, offrant à la vérité beaucoup d'affinité avec celui-ci au point de vue chimique et physiologique, bien qu'il

en diffère essentiellement et en soit morphologiquement distinct. Tenu autrefois pour un élément cellulaire non essentiel et qui manquait souvent, le noyau de la cellule est apparu de plus en plus comme un élément cellulaire généralement répandu et au plus haut point important. Les derniers résultats dans ce domaine de la science établissent que toute cellule véritable, soit durant toute sa vie, soit au moins dans les premiers stades de son existence, possède un noyau cellulaire, et que celui-ci joue un rôle aussi grand ou même plus grand que le protoplasma dans certains processus de la vie cellulaire, en particulier dans la division de la cellule. C'est surtout aux beaux travaux tout récents d'Edouard Strasburger, d'Oscar Hertwig, de Léopold Auerbach, d'Otto Bütschli, etc., que nous devons ces résultats. Quoique le rôle important du noyau cellulaire ne soit pas encore complètement connu dans les détails, il demeure pourtant assuré que le noyau cellulaire est, avec le protoplasma, et à côté du protoplasma, l'élément cellulaire vivant le plus important dans la vie des cellules. J'ai donc eu pleinement raison d'indiquer, dans ma *Morphologie générale*, le nucleus et le protoplasma comme les deux éléments essentiels, indispensables à la notion même de la cellule, et de les opposer, en qua-

lité d'éléments cellulaires *actifs*, aux produits *passifs* du plasma.

La découverte des Monères fit faire un nouveau progrès à notre connaissance des organismes élémentaires. En 1864, j'observai dans la Méditerranée, à Nice, pour la première fois, un organisme extrêmement simple, dont le corps tout entier, non seulement pendant sa croissance, mais à l'état complet de développement et de libre locomotion, n'était constitué que par une petite masse, homogène et sans structure, de protoplasma sans noyau et absolument amorphe. Ce *Protogenes primordialis* apportait donc pour la première fois la preuve qu'il existe des organismes encore plus simples que les organismes unicellulaires, êtres vivants dont le corps n'a pas encore atteint la valeur morphologique d'une simple cellule et présente l'homogénéité d'un cristal.

Dès l'année suivante (1865), deux organismes semblables furent découverts dans l'eau douce par Cienkowski et reçurent les noms de Vampyrella et de Monas (ou mieux Proto-monas). Je réunis, dans ma *Morphologie générale*<sup>1</sup>, sous le nom de Monères, ces êtres élémentaires, chez lesquels l'organisme vivant apparaît « non-seulement sous la forme la plus

1. Vol. I, 133; II, 22.

simple qu'on ait observée, mais même sous la forme la plus simple qu'on puisse imaginer, » et je signalai la haute valeur de ces Monères en regard de tous les autres organismes. En effet, tous les autres êtres vivants, tous les animaux et tous les végétaux, les protistes neutres eux-mêmes, sont composés d'éléments hétérogènes. Même les plus simples de ceux-ci, les formes unicellulaires, consistent au moins en deux parties différentes, en protoplasma et en noyau cellulaire. Seules, les Monères manquent de cette complication ; leur corps protoplasmique, simple grumeau muqueux vivant, n'est pas encore parvenu à former un nucleus : ce sont bien des « organismes sans organes ».

Toutes les fonctions de la vie, nutrition et reproduction, sensation et locomotion, sont accomplies par ces Monères, sans que différentes parties aient été différenciées en vue de ces divers processus. Chaque particule du corps d'une Monère peut accomplir tout ce qu'accomplit l'ensemble de l'organisme. Chaque particule infiniment petite est donc ici, comme dans un cristal, d'une combinaison chimique homogène ; chaque molécule est, au point de vue physiologique ou physico-chimique, semblable au corps entier. Les Monères sont donc bien sur la limite du monde organique et inorganique, de ce qu'on appelle

« la nature inanimée et la nature vivante ». Seules, les Monères sont capables de nous faire concevoir comment celle-ci est sortie de celle-là au commencement ; elles peuvent seules résoudre le grand problème de l'origine de la vie. Car les Monères n'ont pu naître aux époques primitives que par génération spontanée, ou autogonie, de la matière inorganique <sup>1</sup>.

L'importance morphologique et physiologique d'une si haute valeur qui revient aux Monères, et que je signalai dès 1866 dans la *Morphologie générale*, je n'ai pas manqué de la présenter avec de nouveaux développements dans ma *Monographie des Monères* et dans mes Mémoires sur la théorie des plastides (1866). L'occasion m'en fut offerte par d'autres observations que je fis de quelques nouvelles Monères sur les côtes des îles Canaries et dans le détroit de Gibraltar. Quelques Monères d'eau douce qui vivent aux environs d'Iéna, et qui furent étudiées plus tard par Kleinenberg entre autres, fournirent de nouveaux matériaux à l'histoire naturelle de ces organismes élémentaires. Ce qui est surtout très remarquable et très important, ce sont ces masses de Monères des profondeurs de l'Océan qu'a décrites Huxley, en 1868, sous le nom de *Ba-*

1. Voy. *Gener. Morphologie*, ch. V.

*thybius*, et qui, dans ces derniers temps (1874), ont été de nouveau observées vivantes par Besseles sur le fond de la mer polaire du Nord, au Groënland, et étudiées quant à leurs mouvements, qui rappellent ceux des Rhizopodes.

Chez les Monères observées jusqu'alors, la substance homogène et amorphe du protoplasma constituant le corps paraît le plus souvent individualisée, de telle sorte que leurs petites masses atteignent par la croissance un certain degré de grosseur et que, ce degré une fois dépassé, elles se divisent par scissiparité en deux ou plusieurs parties. Au contraire, chez le *Bathybius*, on n'a pas encore remarqué ce commencement d'individuation; son corps protoplasmique, amorphe et mou, qui couvre en masses énormes les profondeurs de certaines mers, ne semble pas encore individualisé; ses parties isolées ne paraissent atteindre aucune grandeur déterminée et semblent se multiplier selon les circonstances, c'est-à-dire se diviser en particules quelconques d'inégale grandeur lorsque la croissance a trouvé une limite dans telle ou telle condition d'adaptation.

J'avais déjà, dans la *Morphologie générale*, insisté sur ce point, que les Monères (et aussi les « cellules sans noyau », dont nous aurons plus tard l'occasion de parler) ne cadrent plus dans les limites actuelles de la théorie cellu-

laire, et que celle-ci doit être étendue d'une manière correspondante. Et, en effet, on a beau restreindre le concept de cellule et le dépouiller de toute notion accessoire, de tout accident non essentiel, il reste toujours qu'elle est composée de deux parties d'une valeur morphologique et physiologique différente : une substance cellulaire externe et un noyau cellulaire interne. Or cette complexité, cette première différenciation de l'organisme élémentaire est encore étrangère aux Monères. Leur corps n'est donc proprement ni un protoplasma véritable ni un vrai noyau ; sa masse homogène est plutôt une substance albuminoïde qui réunit en soi les propriétés des deux ; elle est à la fois substance cellulaire et noyau cellulaire ; la meilleure façon de la désigner est celle de matière vivante ou matière plastique, de plasson ou de bioplasson. Toutes les cellules qu'on nomme anucléées, tous les organismes élémentaires, dont le corps, comme celui des Monères, ne consiste qu'en plasson, on doit les distinguer des cellules véritables, contenant un noyau, et les opposer comme cytodes à ces cellules.

Ces cytodes se rencontrent au cours de l'évolution de tous les organismes. C'est ainsi qu'Edouard Van Beneden a montré le premier que les germes des Grégarines unicellulaires

ne sont, aux premiers stades de leur existence, que des cytodes tout à fait simples. Les globules germinatives des Grégarines ne consistent qu'en plasson homogène, et ce n'est qu'ensuite qu'à lieu la différenciation par laquelle le noyau cellulaire interne se sépare de la substance cellulaire externe <sup>1</sup>. Le plasson, ou substance formatrice, se différencie en protoplasma ou première substance formée, et en substance nucléaire (*Cytoblastus*).

Ce qui est encore plus digne d'être noté, c'est le fait si grave que, au commencement

1. « Haeckel a fait remarquer avec raison, écrit M. Edouard Van Beneden, dans ses *Recherches sur l'évolution de Grégarines* \*, que protoplasme signifie non pas *substance formatrice*, mais bien plutôt *première substance formée*. Le mot *plasson* conviendrait mieux pour désigner la *substance formatrice*, et je propose de l'appliquer à la *substance constitutrice du corps des monères et des cytodes* : c'est elle qui est la substance formatrice par excellence ; c'est aux dépens du plasson que se sont développés, dans la série phylogénique, souvent aussi dans la série ontogénique, tous les êtres vivants formés d'une cellule unique ou d'un agrégat de cellules. Le corps des éléments cellulaires est relativement au plasson une *substance formée*, et, pour ce motif, le nom de *protoplasme* convient fort bien pour désigner la partie active du corps des rhizopodes et des êtres cellulaires. Le protoplasme est ce qui reste du plasson après que les éléments chimiques du nucléole et du noyau s'en sont séparés pour constituer un corps nucléolaire et un corps nucléaire. Le plasson ne peut exister que chez les cytodes ; il cesse d'exister aussitôt que le cytode devient cellule : le plasson se divise alors en substance protoplasmique, en substance nucléaire et en substance nucléolaire. »

\* *Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. XXXI, p. 346.

de son développement individuel, tout organisme supérieur même passe par l'état de cytode. Soit avant la fécondation, soit immédiatement après, la cellule ovulaire de la femelle perd son noyau. La fécondation elle-même consiste dans la fusion de cette cellule ovulaire sans noyau avec la cellule spermatique mâle. Le noyau de ce dernier élément se dissout aussi dans le mélange, soit entièrement, soit en grande partie. Le produit de cette fusion n'est pas tout d'abord une vraie cellule, mais un cytode. Comme ce cytode anucléé, par lequel l'organisme engendré commence son existence individuelle, est, d'après la loi biogénétique, une répétition déterminée par l'hérédité de l'ancienne forme ancestrale des Monères, j'ai appelé *Monerula* cette forme embryologique correspondante. Ce n'est qu'ensuite que le plasson de cette monerula se différencie à son tour en deux substances différentes : une partie des molécules internes se transforme en noyau cellulaire (*nucleus*) et se sépare de la substance cellulaire environnante (*protoplasma*); ainsi naît du premier cytode la première cellule.

Il est clair que les phénomènes vitaux de ces Monères indépendantes, aussi bien que ces premiers processus histologiques de différenciation dans le développement individuel des organismes supérieurs, sont d'une importance capi-

tale. La physiologie comme la morphologie, la phylogénie comme l'ontogénie peuvent en tirer les plus graves conclusions. Voici, en effet, ce qui ressort de ces faits : 1° La vie a commencé d'abord par la formation d'une masse homogène amorphe et sans structure, qui est en soi aussi homogène qu'un cristal. 2° Un cytode de cette nature, quoique sans aucun organe, peut manifester toutes les propriétés de la vie, telles que la nutrition et la reproduction, la sensation et le mouvement. 3° La vie proprement dite est liée, non à un corps d'une certaine forme, morphologiquement différencié et muni d'organes, mais à une substance amorphe d'une nature physique et d'une composition chimique déterminées. 4° Un simple cytode de ce genre, consistant uniquement en plasson, peut se transformer en vraie cellule par la différenciation du noyau et du protoplasma.

Pour la théorie cellulaire, ce qui résulte surtout de ces mêmes faits, c'est que la cellule n'est point, comme on l'admet d'ordinaire, l'organisme élémentaire le plus simple, le plus ancien et le plus inférieur, et que le cytode, plus inférieur encore, sans noyau, doit précéder la cellule proprement dite, munie d'un noyau. Les cytodes et les cellules sont les deux formes principales des « organismes élémentaires », des « unités vitales ». C'est par le cytode, consistant

uniquement en plasson, qu'a commencé sur notre globe la vie organique; quand le protoplasma et le noyau se différencièrent de ce plasson, la cellule naquit. Le cytode est la première et la plus humble forme de l'unité de vie; la cellule est la forme secondaire et supérieure. Je les ai appelés tous deux, dans la *Morphologie générale*, du nom de *Plastides*, car ce sont bien, en vérité, les seuls artistes plastiques qui, grâce à leur activité, ont construit tout le merveilleux édifice de la vie organique. C'est bien à cette activité plastique des microscopiques plastides que toutes les formes vivantes doivent d'exister. Et voilà comment la théorie des plastides sort de la théorie cellulaire <sup>1</sup>.

## IV

## THÉORIE DU PLASSON.

Si donc la notion plus étendue des plastides remplace aujourd'hui le concept plus étroit de cellules, et si tout le mystérieux problème de la vie se trouve ainsi ramené à l'activité chimique élémentaire du plasson, nous devons avant tout nous appliquer à acquérir une connaissance

1. Cf. mes *Études biologiques sur les Monères et autres Protistes*, 1870.

aussi exacte que possible de la nature de cette « matière vivante », de cette vraie « base physique de la vie ». C'est la chimie qui paraît tout d'abord appelée à nous renseigner sur la composition quantitative et les propriétés chimiques qualitatives du plasson. Malheureusement, ce que l'on sait de la nature chimique du plasson est en raison inverse de son importance extraordinaire. Non qu'il ait manqué d'essais nombreux et remarquables pour découvrir la constitution chimique des nombreuses modifications du plasson, du protoplasma et du nucleus. Mais les difficultés qui s'opposent à ces recherches sont peu communes et en partie insurmontables.

Et d'abord, il est déjà impossible d'isoler et d'étudier à l'état de pureté chimique quelque quantité notable de plasson, parce que le plasson des cytodes aussi bien que le protoplasma et le nucleus des cellules sont trop intimement mélangés avec d'autres substances formées par eux, et qu'ils se trouvent partout disséminés entre les autres éléments histologiques, tels que membranes cellulaires, substances intercellulaires, etc. Ensuite, les modifications du plasson sont, dans leur ensemble, encore plus instables et plus mobiles que celles des autres matières albuminoïdes. Et enfin, ce qu'il faut surtout considérer, les modifications

et les variétés du plasson, quoique infiniment nombreuses et variées, oscillent relativement peu quant à la composition quantitative. Les grossiers procédés techniques de la chimie actuelle sont loin d'être capables de résoudre un problème si difficile et si délicat. Quant à cette instabilité presque infinie du plasson, quant à la facilité avec laquelle cette substance se décompose, et à l'excessive mobilité des atomes de ses molécules, il y a là un ordre de faits de la plus haute importance pour la théorie de l'évolution. On s'explique alors, en effet, comment le plasson, consécutivement aux actions physico-chimiques infiniment variées du monde extérieur, qui ont lieu dans la nutrition, peut subir de légers changements infiniment variés et, partant, produire les formes organiques les plus diverses.

Au point de vue de la chimie physiologique, il est donc permis de considérer toutes les substances du plasson comme un grand groupe de combinaisons offrant d'étroites affinités et de les réunir sous le nom de groupe du plasson. Dans ce groupe, il conviendra peut-être de distinguer : 1° l'*archiplasson*, comme la plus ancienne « substance vivante » née à l'origine par génération spontanée ou autogénie ; 2° le *monoplasson*, comme la substance des cytodés encore aujourd'hui vivants, laquelle vraisemblablement s'écarte plus ou moins de l'*archiplasson* ; 3° le

*protoplasma* ou la substance cellulaire proprement dite; 4° la *nucléine* ou *coccoplasma*, la substance nucléaire, comme on peut nommer le principe matériel, chimiquement différent, du noyau cellulaire ou *nucleus*. Bien que présentant entre eux la plus étroite affinité, quoique unis par les rapports les plus intimes, le *protoplasma* et le *coccoplasma* paraissent être essentiellement différents et posséder des propriétés caractéristiques, en partie opposées, qui ne sont pas encore différenciées dans l'archiplasson et le monoplasson.

Au fond, tout ce qu'on sait jusqu'ici du groupe des substances plassiques peut se résumer comme nous allons le dire. Ce groupe forme une partie du groupe plus compréhensif des matières albuminoïdes (substances protéiques ou albumines). De même que les autres matières albuminoïdes, les substances plassiques se distinguent par une composition atomique extrêmement complexe. Il y a toujours au moins cinq éléments unis dans chaque molécule, présentant, en moyenne, les proportions suivantes : 52-55 pour cent de carbone, 6-7 pour cent d'hydrogène, 15-17 pour cent d'azote, 21-23 pour cent d'oxygène et 1-2 pour cent de soufre. Le mode suivant lequel s'associent les atomes de ces éléments dans chaque molécule de plasson pour former une unité chimique

est, à coup sûr, extrêmement complexe et particulier, et il se trouve directement en connexion étiologique avec les propriétés vitales de cette combinaison.

Car la somme des processus physiques et chimiques que nous appelons, d'un seul mot, la vie, est évidemment déterminée, en dernière analyse, par la structure moléculaire du plasson, et, d'après notre théorie du carbone, cette structure moléculaire doit être à son tour ramenée aux aptitudes extrêmement remarquables que possède seul le carbone de produire, avec les autres éléments qui ont été énumérés, des combinaisons d'une complexité et d'une instabilité extraordinaires. La chimie moderne a eu tout à fait raison d'appeler chimie des combinaisons du carbone ce qu'on avait d'abord appelé « chimie organique », ou science traitant des matières dites « organiques ». Pour la même raison, je considère la nature physique et chimique du carbone comme la cause dernière des propriétés par lesquelles les corps organisés se distinguent des corps qui ne le sont pas, ou, en un mot, comme le principe fondamental de la « vie ». Rejette-t-on cette « théorie du carbone », comme une croyance arbitraire et une création de l'imagination, on méconnaît alors le lien étiologique existant entre la constitution chimique du plasson et les processus

physiques que nous nommons « activités vitales ».

Parmi les propriétés physiques du plasson, il faut noter avant tout sa grande capacité d'absorption, son aptitude à absorber de l'eau en quantité variée et souvent très considérable, et à la répartir uniformément entre ses molécules. De là la consistance molle, caractéristique, de tous les tissus vivants, cet état d'agrégation demi fluide et demi solide. Le plasson apparaît comme une condition nécessaire et antérieure de tous les mouvements moléculaires si complexes dont le résultat général est la vie. La facilité avec laquelle le plasson, parmi les différentes conditions extérieures, absorbe et rend au milieu ambiant l'eau et les solutions aqueuses, est d'une importance particulière; la tendance extraordinaire de la plupart des substances plassiques à se mélanger avec d'autres composés carbonés (par exemple, avec des corps gras), ainsi qu'avec des sels, n'est pas moins remarquable. Ces propriétés, et beaucoup d'autres qui caractérisent ce groupe de substances, prouvent clairement qu'on a ici affaire à des composés carbonés, dont les molécules se distinguent de toutes les autres par une mobilité et une instabilité extraordinaires, par une facilité étonnante à se décomposer et des affinités très variées. Ce sont surtout ces molécules de plasson qui,

dans toute étude approfondie des conditions élémentaires des phénomènes vitaux, se montrent au premier rang, et qu'il nous faut aussi considérer avec la plus vive attention, dans notre périgenèse, comme les facteurs élémentaires particulièrement actifs.

Les molécules de plasson, ou les *plastidules*, comme nous les appellerons brièvement avec Elsberg, possèdent toutes les propriétés que la physique attribue en général aux molécules hypothétiques ou aux « atomes composés ». Chaque plastidule n'est donc point résoluble en plus petites plastidules : elle ne peut plus qu'être décomposée en ses atomes constituants, c'est-à-dire en atomes des cinq éléments que nous avons nommés plus haut. Les plastidules sont sans doute constamment entourées d'une sorte d'enveloppe aqueuse, et l'épaisseur relative plus ou moins forte de celle-ci, qui sépare et réunit à la fois les plastidules voisines, détermine l'état de consistance plus molle ou plus solide du plasson imbibé d'eau. Vraisemblablement, les plastidules sont si petites, que le plus petit fragment de plasson, aperçu à l'aide des plus puissants microscopes, en contient d'énormes quantités. Ce qu'on peut dire du plasson primitivement simple, ou « archiplasson », convient aussi en général au protoplasma et au coccolasma, nés du plasson par différenciation.

Pour abrégé, on peut appeler « plasmodules » les molécules du protoplasma, et « coccodules » les molécules du nucleus. Les propriétés physiques et les fonctions physiologiques que manifestent les plastidules homogènes dans le plasmon homogène des cytodés, nous les retrouvons, dans les cellules, identiquement les mêmes, réparties aux plasmodules et aux coccodules. Les plasmodules et les coccodules sont nées des plastidules par différenciation.

Outre les propriétés physiques générales que la physique et la chimie de nos jours attribuent aux molécules de la matière, les plastidules possèdent encore des attributs spéciaux, qui leur appartiennent exclusivement : ce sont, d'une manière générale, les propriétés de la vie, en vertu desquelles ce qui vit se distingue de ce qui est mort, et l'organique de l'inorganique, du moins dans l'opinion courante. Toute comparaison plus exacte et plus attentive de l'organique et de l'inorganique, fondée sur la large base empirique des faits récemment acquis à la science, avant tout une comparaison faite sans prévention des monères et des cristaux, nous enseigne au contraire que l'abîme ouvert entre ces deux grands groupes de corps naturels est beaucoup moindre qu'on l'admet d'ordinaire. A cet égard, je puis renvoyer à la comparaison étendue de l'organique

et de l'inorganique que j'ai instituée dans le chapitre V de la *Morphologie générale*<sup>1</sup>. Un grand nombre de propriétés, attribuées seulement aux organismes par une connaissance superficielle de la nature, se rencontrent aussi bien chez les corps inorganiques et se trouvent être, en réalité, le bien commun de tous les corps naturels ou, pour parler plus exactement, de tous les atomes, de tous les corpuscules distincts infinitésimaux que la chimie moderne s'accorde à considérer comme les éléments ultimes de tous les corps.

Quelle que divergentes que soient dans les détails les opinions des chimistes et des physiiciens sur la nature des atomes et de l'éther, qui feutre l'espace par lequel ceux-ci sont séparés les uns des autres, certaines idées ont aujourd'hui généralement prévalu touchant leur nature. Ainsi l'on doit admettre que les atomes sont de très petites particules solides de nature immuable, séparées les unes des autres par l'éther hypothétique. Chaque atome possède une somme inhérente de force et est bien, en ce sens, « animé ». Sans l'hypothèse d'une « âme de l'atome », les phénomènes les plus vulgaires et les plus généraux de la chimie ne s'expliquent point. Le plaisir et le déplaisir,

1. Vol. I, p. 111-166.

le désir et l'aversion, l'attraction et la répulsion doivent être communs à tous les atomes; car les mouvements des atomes, qui doivent avoir lieu dans la formation et la dissolution d'une combinaison chimique quelconque, ne sont explicables que si nous leur attribuons une sensibilité et une volonté. Autrement, sur quoi repose au fond la doctrine chimique, généralement admise, de l'affinité élective des corps, sinon sur la supposition inconsciente qu'en réalité les atomes, qui s'attirent et se repoussent, sont doués de certaines tendances, et qu'en suivant ces sensations ou impulsions ils possèdent aussi la volonté et la capacité de se rapprocher ou de s'éloigner les uns des autres?

Rien de plus vrai que ce qu'a dit Goëthe sur ce sujet dans ses *Affinités électives*, quand il a transporté à la vie de l'âme humaine, d'une si haute complexité, ce qui appartient à la vie psychique élémentaire de l'atome. En présentant, dans ce roman classique, l'affinité élective comme le ressort même des actions humaines et, partant, de l'histoire du monde, la nature purement mécanique des processus organiques les plus complexes a été ainsi indiquée d'une manière très profonde par le grand penseur et le grand poète.

Si la « volonté » de l'homme et des animaux supérieurs paraît libre, en comparaison de la

volonté « fixe » de l'atome, c'est là une illusion, causée par le haut degré de complication du mouvement volontaire chez l'homme, comparé à la simplicité extrême du mouvement volontaire de l'atome. Partout et toujours, les atomes veulent la même chose, parce qu'en présence d'un atome de tout autre élément leur tendance est constante et invariable : chacun de leurs mouvements est donc déterminé. Au contraire, les penchants et les mouvements volontaires des organismes supérieurs paraissent libres et indépendants, parce que, dans les incessants échanges matériels de ceux-ci, les atomes changent constamment leur situation respective et leur mode d'association, et que le résultat qui se dégage de l'ensemble de ces innombrables mouvements volontaires des atomes constituants est extrêmement complexe et incessamment varié. C'est ainsi que nous sommes « un jeu de chaque pression de l'air ».

En nous représentant ainsi, du point de vue mécanique du monisme, toute matière comme animée, tout atome comme doué d'une âme atomique éternelle et invariable, nous ne craignons point d'encourir le reproche de matérialisme. Ce point de vue moniste, qui est le nôtre, est, en effet, aussi éloigné du matérialisme étroit et borné que du spiritualisme

creux et vide. On y pourrait plutôt trouver la conciliation de la conception atomistique et de la conception dynamique du monde, toutes deux si fort hostiles jusqu'ici, et qui, étroites et incomplètes, sont dualistes. De même que la petite masse de l'atome est indestructible et immuable, l'âme de l'atome, qui lui est indissolublement liée, est éternelle et ne saurait périr. Ce qui est périssable et éphémère, ce sont les innombrables combinaisons des atomes, éternellement changeantes, ce sont les modalités infiniment variées dans lesquelles s'associent les atomes pour former des molécules, les molécules pour former des cristaux et des plastides, les plastides pour former des organismes. Cette conception monistique de l'atome est seule en harmonie avec les grandes lois de la conservation de la force et de l'indestructibilité de la matière, que la philosophie naturelle de nos jours considère à bon droit comme ses plus sûrs fondements.

Du moment que nous nous représentons toute matière comme animée, tout atome comme doué de sensation et de volonté, nous ne pouvons plus regarder ces deux propriétés, ainsi qu'on le fait d'ordinaire, comme des privilèges exclusifs des organismes. Il nous faut donc chercher d'autres propriétés susceptibles de distinguer les êtres organiques des

êtres inorganiques, les plastidules des autres molécules, et constituant l'essence propre de la « vie ».

De ces propriétés, la plus importante nous paraît être la capacité de la reproduction ou la mémoire, qui existe bien réellement dans tout processus évolutif, et en particulier dans la reproduction des organismes. Toutes les plastidules possèdent de la mémoire; cette aptitude manque à toutes les autres molécules. Dans un travail remarquable, aussi profondément pensé que bien écrit, *sur la Mémoire considérée comme une fonction générale de la matière organisée*, Ewald Hering, en 1870, a si bien éclairci cet important phénomène, que nous pouvons nous dispenser d'y insister ici et que nous nous référons simplement à cet écrit. Nous sommes convaincu que, sans l'hypothèse d'une mémoire inconsciente de la matière vivante, les plus importantes fonctions de la vie sont en somme inexplicables. La capacité d'avoir des idées et de former des concepts, le pouvoir de la pensée et de la conscience, de l'exercice et de l'habitude, de la nutrition et de la reproduction, repose sur la fonction de la mémoire inconsciente, dont l'activité a une valeur infiniment plus grande que celle de la mémoire consciente. Hering dit avec toute raison que « c'est

la mémoire à qui nous devons presque tout ce que nous sommes et ce que nous avons. »

Nous ne nous écartons qu'en un seul point de l'exposition de Hering, ou plutôt nous la précisons. Ce n'est pas comme une fonction générale de toute matière organisée, mais seulement comme une fonction de la matière réellement vivante, du plasson, que nous devons considérer la mémoire. Tous les produits du plasson, toutes les parties organisées de l'organisme, formées par le protoplasma et par le nucleus, mais non actives par elles-mêmes, manquent de mémoire aussi bien que toutes les substances inorganiques. A la rigueur, et conformément à notre théorie des plastides, le groupe des substances plassiques est seul doué de la mémoire : seules, les plastidules sont douées du pouvoir de reproduction, et cette mémoire inconsciente des plastidules détermine leur mouvement moléculaire caractéristique.

Les différences qu'accuse la mémoire, ou la puissance de reproduction, entre les organismes et les corps inorganiques, se manifestent d'abord dans le mode différent de leur croissance, et celle-ci a évidemment pour cause leur état différent d'agrégation. Les corps inorganiques s'accroissent par addition de molécules qui viennent de l'extérieur s'ajouter à

l'agrégat; les organismes, au contraire, par intussusception de molécules qui se disposent à l'intérieur dans un certain ordre. L'individualité inorganique la plus parfaite, le cristal, s'accroît lorsque des particules viennent du dehors s'ajouter successivement au cristal existant déjà. L'individualité organique la plus imparfaite, la monère, croît lorsque des particules pénètrent successivement de l'extérieur à l'intérieur et sont « assimilées » par le plasson semi-fluide et semi-solide. Cette assimilation repose sur ceci, que, entre les plastidules existantes, de nouvelles plastidules se forment constamment aux dépens des liquides nutritifs absorbés. L'état d'agrégation semi-fluide et semi-solide de la matière organique est la condition première de cette croissance, et la structure moléculaire des combinaisons carbonées sa véritable cause. Cette croissance par intussusception, qui fait défaut à tous les corps inorganiques et est propre à tous les organismes, explique aussi en même temps la nutrition et les échanges matériels par lesquels les seconds diffèrent des premiers. Enfin, la croissance par intussusception détermine avant tout ce phénomène vital qui se présente comme le plus important facteur du développement organique, et que nous allons étudier : la *reproduction* et l'*hérédité*.

## V

REPRODUCTION, HÉRÉDITÉ, ADAPTATION, SÉLECTION ET DIVISION DU TRAVAIL DES PLASTIDULES ET DES PLASTIDES (CYTODES ET CELLULES), RAMENÉES AUX LOIS DE LA MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE.

C'est incontestablement la *reproduction* qui, plus que toutes les autres fonctions, caractérise les organismes en regard des corps inorganiques. En effet, c'est seulement par la reproduction, par l'hérédité, que nous considérons comme un simple phénomène partiel, comme un cas nécessaire de la reproduction, qu'est possible la conservation des espèces et des races organiques qui persistent dans la suite des générations en dépit de la variation constante des individus. Aucun corps inorganique n'étant doué de la faculté de se reproduire, l'histoire généalogique, la phylogénie, qui caractérise le monde des êtres organisés, manque à la nature inorganique. L'étude de la reproduction, ou la *gonologie*, doit donc être le point de départ de toute intelligence réelle de la phylogénie.

Qu'est-ce que la reproduction? Pour répondre comme il convient à cette question, il faut d'abord nous débarrasser de l'opinion vulgaire qui voit, dans l'union de deux sexes, la condi-

tion nécessaire et absolue de la reproduction. Cette opinion, fondée sur le mode ordinaire de reproduction chez l'homme et chez les animaux et les végétaux supérieurs, paraît totalement fautive dès qu'on songe aux formes de génération asexuée infiniment plus fréquentes qui, partout et toujours, se présentent dans la reproduction des plastides. A bien voir les choses, la reproduction sexuée, avec ses particularités propres, ne semble être qu'un cas spécial dans la multitude des processus que nous comprenons dans la notion de reproduction et qui, de beaucoup pour le plus grand nombre, ont lieu asexuellement.

Les innombrables milliards de cellules qui composent le corps de tout animal et de tout végétal supérieurs ne naissent point par génération sexuée, mais par génération asexuée, par division ou scissiparité. Tous ou du moins la plupart des nombreux êtres cellulaires qui se trouvent sur les confins du règne animal et du règne végétal, et que nous appelons protistes, ne se propagent point par génération sexuée, mais par génération asexuée. Mais même des plantes et des animaux plus élevés, qui jouissent du mode de reproduction par les sexes, ne laissent pas de se propager aussi asexuellement, par division, bourgeonnement, formation de spores ou sporogonie.

Si l'on réfléchit qu'à chaque instant et sur tous les points de la planète d'énormes quantités de plastides périssent et sont remplacées par d'autres au moyen de la reproduction par division et bourgeonnement, on conviendra sans peine que la reproduction asexuée est la règle générale, et que la reproduction par le concours des sexes constitue une exception relativement rare. Nous serons certainement plutôt en deçà qu'au delà de la vérité, si nous soutenons qu'en moyenne, pour chaque acte de génération sexuelle, il y a dans la nature plus de mille, et vraisemblablement plus d'un million d'actes de génération asexuée.

Ce sont donc bien les formes les plus simples de la reproduction asexuée, ou monogonie, avant tout la division ou scissiparité, puis le bourgeonnement, qui nous renseignent avec le plus de clarté sur la nature de la reproduction en général et qui nous aident à comprendre la reproduction sexuée, beaucoup plus complexe et difficile à entendre. En partant de ces formes tout à fait simples de la monogonie, voici la réponse non moins simple que nous pouvons faire à la question que nous avons posée : *La reproduction est un excès de croissance de l'individu.* Lorsqu'un être élémentaire, une plastide, une monère homogène, a atteint un certain degré de croissance, le plasson amorphe

se divise, en raison même de cet accroissement continu, en deux moitiés égales, parce que la cohésion des plastidules ne suffit plus à maintenir agrégée toute la masse.

De même, toute division ordinaire de cellules repose essentiellement sur l'excès de croissance individuelle de ces cellules. Les curieuses particularités du processus grâce auquel deux cellules-filles semblables naissent d'une cellule-mère, n'ont été que tout récemment étudiées avec soin par Auerbach, Bütschli, Hertwig et Strasburger. Que, dans ce cas, les deux cellules-filles, semblables entre elles, aient hérité de la nature de leur commune mère, la cellule-mère, cela va de soi; elles en sont, en effet, les mêmes moitiés partielles, et le mouvement moléculaire des plastidules doit être essentiellement le même chez les cellules-filles que chez la cellule-mère.

L'hérédité paraît ici comme une simple et fatale conséquence de la division; en même temps, elle nous révèle l'essence même de sa nature : *l'hérédité est la transmission du mouvement des plastidules*, la propagation ou reproduction du mouvement moléculaire individuelle des plastidules de la plastide-mère aux plastides-filles.

Mais les conditions au milieu desquelles les deux cellules-filles, les deux mêmes moitiés partielles de la cellule-mère, continuent leur vie

individuelle, diffèrent toujours plus ou moins. Ainsi les rapports complexes que crée la lutte pour l'existence, lutte qui existe aussi bien pour les plastides que pour tous les organismes multicellulaires, sont presque toujours divers pour chaque individu. En retentissant sur l'organisme élémentaire, ces diverses conditions d'existence changent sa nutrition originelle et produisent une modification partielle du mouvement primitif des plastidules; cette modification ou variation; on la nomme *adaptation*: *l'adaptation est une modification du mouvement des plastidules*, grâce à laquelle les plastidules acquièrent des propriétés nouvelles.

Si, ensuite, les deux plastides-filles, nées de la division d'une plastide, croissent à leur tour, et, les limites de leur croissance individuelle dépassées, se divisent également chacune en deux, ces quatre petites-filles ne seront déjà plus aussi semblables que leurs deux plastides-mères. Elles auront bien hérité de celles-ci la plus grande part des qualités que toutes deux avaient reçues de l'aïeule. Toutefois, une partie des qualités que chacune des deux mères avait acquises durant sa vie individuelle se manifestera déjà, et enfin chacune des quatre petites-filles acquerra à son tour de nouvelles qualités au cours de son existence individuelle. Quelque petites et insignifiantes que puissent sembler

ces acquisitions nouvelles pour chaque cas particulier, il apparaît pourtant clairement qu'au bout d'un grand nombre de générations ces modifications peuvent arriver, en s'accumulant sans cesse, à produire des déviations très considérables du mouvement des plastidules relativement à celui de la forme ancestrale originelle.

L'hérédité des variations, sur laquelle est fondée toute l'évolution phylogénétique, manifeste donc déjà chez les plastides toute son action, et produit chez celles-ci une multitude infinie de mouvements individuellement différents. Tout mouvement de nouvelles plastidules — ou, en d'autres termes, la vie de toute plastide future, que ce soit un cytode ou une cellule — se compose donc, d'une part, et en proportion prépondérante, de la série des anciens mouvements des plastidules, fidèlement conservés de génération en génération par l'*hérédité*, et, en second lieu, d'une partie moins considérable de mouvements du même genre, nouvellement acquis par l'*adaptation*<sup>1</sup>. Toutes ces variations des plastidules sont naturellement déterminées par les positions respectives qu'y occupent les atomes; et dans la composition atomique infiniment complexe et variée des plastidules, dans son extraordinaire instabilité et sa tendance à se

1. Cf. la planche de cet ouvrage avec l'explication.

décomposer, un champ illimité pour la production de nouvelles formes s'ouvre à l'adaptation.

En transportant ainsi la théorie de l'*hérédité des variations* de Lamarck, — hypothèse capitale de la théorie de la sélection de Darwin, — des grands animaux et végétaux polycellulaires, chez lesquels elle saute aux yeux, aux plastides (cytodes et cellules), et de celles-ci aux plastidules qui les constituent, nous appliquons naturellement aussi à ces dernières les conséquences qui se dégagent pour les premiers de la théorie de la sélection. La « lutte pour l'existence des molécules », lutte que Pfaundler éclaira le premier en 1870, règne évidemment au sens propre du mot et surtout chez les plastidules actives. Celles de ces plastidules qui s'adaptent le mieux aux conditions d'existence externes, c'est-à-dire qui absorbent le plus facilement les matériaux nutritifs liquides venus du dehors, et chez lesquelles s'accomplissent le mieux les déplacements d'atomes qui en résultent, posséderont sans aucun doute la plus grande puissance d'assimilation et, grâce à la reproduction des plastides, arriveront à prédominer.

La conséquence la plus prochaine de la sélection naturelle dans la lutte pour l'existence, c'est la différenciation progressive des formes que Darwin appelle « divergence des caractères ». Sa forme la plus connue est la division

du travail ou le polymorphisme des êtres. Chez l'homme, la division du travail nous fournit, on le sait, le meilleur moyen d'apprécier le degré de culture atteint; il en est de même des républiques et des États civilisés des fourmis, des abeilles, des termites, etc. En outre, l'anatomie comparée nous montre que le degré de perfection physiologique ou le degré de développement de tout animal et de tout végétal supérieurs a sa condition dans la division du travail des organes. Le mécanisme compliqué qu'un vertébré supérieur, par exemple, fait agir au moyen de ses nerfs et de ses organes des sens, des muscles et des os, de l'intestin et des vaisseaux sanguins, des glandes et des organes sexuels, a sa raison d'être dans la division du travail extraordinairement avancée, mais lentement et progressivement acquise dans la lutte pour l'existence, de ces organes et de chacune de leurs parties.

Or cette division du travail des organes repose à son tour sur celle des plastides, des cytodés et des cellules. Les divers tissus, qui donnent à chaque organe ses propriétés physiologiques, sont composés de différentes espèces de cellules, — cellules musculaires, cellules des os, des glandes, de l'intestin, des organes de la génération, etc. Comment toutes ces diverses espèces de cellules sont nées et descendent généra-

logiquement, par la division du travail, d'une seule et unique forme cellulaire originelle, le développement individuel de tout œuf d'animal supérieur nous le montre encore aujourd'hui. En effet, la cellule ovulaire fécondée se divise d'abord, par scission répétée, en un grand nombre de cellules de même espèce tout à fait simples. De ces cellules de la *Morula* proviennent ensuite les deux feuilletts germinatifs primaires de la *Gastrula*, et cette différenciation en deux couches de cellules différentes est le commencement de la division du travail histologique.

De la différenciation des cellules du feuillet germinatif externe, ou cellules de l'exoderme, en cellules de la peau, des nerfs, des muscles, etc., et de la production, également par différenciation des cellules du feuillet germinatif interne, ou cellules de l'entoderme, — des cellules de l'intestin, des glandes, etc., résulte la formation des tissus, ou différenciation histologique, sur laquelle repose l'élaboration des différents organes. Mais la division du travail des cellules dans l'ontogenèse, comme on peut la suivre pas à pas au microscope pour chaque œuf animal, n'est que la brève répétition, suivant les lois biogénétiques, de la lente formation des tissus au cours de la phylogenèse, d'après les conditions résultant à l'origine de la division du travail cellulaire.

Comment cette division du travail est-elle possible chez les plastides? Elle ne peut l'être, évidemment, que par la division du travail des plastidules. Car, de la même manière et tout à fait suivant les mêmes lois en vertu desquelles l'État civilisé a sa condition dans la division du travail des citoyens, la haute organisation du corps humain dans celle de ses organes, et celle-ci à son tour dans la division du travail des cellules constituantes, cette dernière a sa cause dans la division du travail des plastidules, et c'est d'après les mêmes lois qu'elle est apparue, grâce à l'action réciproque de l'hérédité et de l'adaptation dans la lutte pour l'existence.

Les propriétés morphologiques et physiologiques qui caractérisent d'une façon spéciale chaque cellule nerveuse, musculaire, intestinale, etc., ont uniquement leur cause dans la circonstance que leurs plastidules constituantes se sont plus ou moins différenciées et ont ainsi donné naissance à différentes espèces de plasson. Quelque complexe et hétérogène que puisse être la structure moléculaire du plasson et sa combinaison avec des produits plassiques de diverse nature dans les espèces de cellules que nous venons d'énumérer, toutes dérivent cependant avec certitude des cellules homogènes de la *Morula*, comme celles-ci pro-

viennent de la cellule ovulaire fécondée. La division originelle du travail des plastidules, ayant eu lieu au cours de la phylogenèse, se répète donc encore aujourd'hui, en vertu des lois fondamentales de la vie, dans la différenciation ontogénétique des molécules des plastides.

Une forme spéciale de cette division du travail histologique mérite de fixer ici notre attention : je veux parler de la différenciation sexuelle. Ainsi que nous en avons déjà fait la remarque, la génération sexuelle est loin d'avoir le degré d'importance générale qu'on lui attribue encore aujourd'hui dans le public. Il est d'autant plus utile d'insister sur ce point que, d'une part, ce mode de génération est surtout enveloppé des voiles mystiques d'un phénomène surnaturel et mystérieux, et que, d'autre part, nombre de naturalistes distingués estiment tout à fait outre mesure la valeur de ce processus pour la théorie de l'évolution. Voici les faits notables et fort instructifs qu'on peut produire contre cette manière de voir :

1° Une grande quantité d'organismes élémentaires, en particulier le règne si varié des protistes, beaucoup de protophytes et de protozoaires, ignorent la génération sexuée et se reproduisent exclusivement par mode asexué, surtout par division simple ou scissiparité, mais aussi par bourgeonnement et sporogonie.

2° Entre la génération sexuée (amphigonie) et la génération asexuée (monogonie), il n'existe point de limite tranchée, ainsi que le prouvent déjà la conjugaison et la copulation qui ont lieu l'une et l'autre chez nombre de ces organismes inférieurs.

3° La parthénogenèse, si répandue dans des groupes fort divers de plantes et d'animaux supérieurs. Ceux-ci descendent certainement d'ancêtres qui étaient sexuellement différenciés. Au cours des siècles, le sexe mâle est redevenu superflu, et il s'est perdu.

4° La fréquence de la génération sexuée et asexuée dans la génération alternante d'une seule et même espèce.

5° Le phénomène proprement dit de la génération sexuelle perd tout ce qu'il a de merveilleux et de mystérieux dès qu'on l'isole de tous les faits secondaires et qui ne lui sont pas essentiels, pour ne considérer que le caractère histologique du processus. On aperçoit alors que la génération sexuée n'est rien de plus que la fusion de deux plastides qui, par la division du travail continu de leurs plastidules, se sont très différemment développées.

L'obscur mystère de la génération sexuée se trouve ainsi éclairci de la façon la plus simple, et le « merveilleux problème » de l'amour, cette âme du monde est enfin résolu sous la forme la

plus correcte. Il est clair que nous devons entièrement laisser de côté tous ces remarquables appareils sexuels, qui ont été lentement et progressivement acquis par les animaux et les végétaux supérieurs, en partie sous l'influence générale de la sélection naturelle, en partie par l'action spéciale de la sélection sexuelle. A l'origine, on ne trouve que des cellules de deux espèces différentes : des cellules ovulaires femelles et des cellules spermatiques mâles. Ces cellules naissent souvent non dans des organes spéciaux, mais se trouvent isolément disséminées dans d'autres tissus, les cellules ovulaires entre les cellules épithéliales de l'intestin, les cellules spermatiques entre les cellules épidermiques de la peau ; il en est ainsi chez les Gastéropodes, les Eponges, beaucoup d'Hydroïdes, etc. Tout le processus de l'union sexuelle se borne ici à ce que ces cellules de deux sortes, détachées de l'organisme polycellulaire et venant à se rencontrer dans l'eau, se placent l'une à côté de l'autre et se fondent l'une dans l'autre en une plastide unique. La tendance interne, qui est déterminée par l'« affinité » chimique des deux cellules amantes, les réunit nécessairement. La nouvelle cellule est l'enfant de la cellule ovulaire mère et de la cellule spermatique paternelle : elle consiste dans la réunion de ces deux corps.

Si nous poursuivons plus loin ce processus fondamental, très important, mais aussi très simple, de l'amphigonie, nous trouvons qu'il y a là un mélange complet et intime des plastidules, une union entière des divers mouvements moléculaires des deux plastides. La dissolution partielle ou complète de leur noyau paraît précéder d'ordinaire (ou suivre peut-être dans d'autres cas) la fusion des deux cellules sexuelles différentes, de sorte que le nouvel individu ainsi engendré n'est point d'abord une cellule, mais un cytode, et ne devient à son tour une cellule que par la nouvelle formation d'un noyau. Ce cytode, nous l'avons appelé *monerula*, cette première cellule *cytula*. On le voit, le mouvement propre de chaque plastidule, mouvement qui se trouve exister chez cette première plastide, et qui détermine tout son développement ultérieur, est évidemment la résultante des deux sortes de mouvement différent dont étaient animées les plastidules de la plastide ovulaire femelle et de la plastide spermatique mâle. Si nous considérons ces deux dernières plastides comme les deux côtés d'un parallélogramme de forces, le mouvement plastidulaire de la monerula et de la cytule qui en dérive est leur diagonale. Là est l'explication toute simple du fait de l'hérédité bilatérale, à savoir : que l'enfant hérite des nombreuses pro-

priétés des deux parents. Le mouvement vital de l'enfant est la diagonale entre le mouvement vital de la mère et celui du père.

Au point de vue purement morphologique, ce mélange de deux cellules sexuelles, qui caractérise la génération sexuelle, n'est nullement un phénomène étrange : ce phénomène rentre plutôt dans la notion plus étendue de la fusion ou *concrecence* des plastidules, processus histologique que l'on retrouve ailleurs fort répandu, sous un grand nombre de modes différents, par exemple dans la formation du plasmode des monères et des myxomycètes, dans la formation des tissus réticulaires (fusion des cellules multipolaires des muscles, des nerfs, du tissu connectif, etc.). A cet égard, la copulation ou la conjugaison de deux cellules d'apparence homogènes, qui, chez beaucoup de protistes (protophytes et protozoaires), précède la multiplication asexuée par division ou scissiparité (Grégarines, Infusoires, Diatomées, Desmidiacées, etc.), est particulièrement instructive. On doit regarder cette conjugaison de deux plastides homogènes comme le premier essai rudimentaire de différenciation sexuelle, ou comme la transition de la génération asexuée à la génération sexuée. De même que, comme les éleveurs le savent par expérience, il est très avantageux, pour qu'une union soit féconde

et que la postérité de cette union le soit également, que les deux individus reproducteurs diffèrent l'un de l'autre jusqu'à un certain degré, de même la sélection naturelle sera favorable à la dissemblance de deux plastides conjuguées, et, par une accumulation successive et une fixation de leurs propriétés individuelles, elle les fera peu à peu diverger jusqu'à ce degré d'opposition qui nous frappe quand nous considérons, chez la plupart des animaux, les grosses cellules amiboïdes ovulaires et les petites cellules spermatiques flagelliformes. Ici encore, il n'y a qu'une forme spéciale et très élaborée de la division du travail.

Si nous nous rappelons que, considérée d'une manière générale, la reproduction n'est qu'« un excès de croissance de l'individu », cette *concrecence* de deux cellules homogènes, qu'on appelle copulation ou conjugaison et qui a donné la première impulsion phylogénétique à la différenciation sexuelle, ne nous apparaîtra à son tour que comme une forme spéciale de croissance. Tandis que, dans le processus ordinaire de la reproduction asexuée, la croissance (totale dans la division ou scissiparité, partielle dans le bourgeonnement) s'effectue avec lenteur et peu à peu, celle-ci est au contraire rapide et subite dans la conjugaison. Le mystère de la génération sexuelle est donc

réductible à une forme spéciale de la croissance et de la division du travail des plastides.

Cette façon de concevoir la génération sexuelle me semble s'imposer avec tant d'évidence pour les formes inférieures et élémentaires de la vie, qu'il est inutile d'insister davantage : elle nous donne même l'intelligence des faits pour les formes supérieures et plus complexes, qui, précisément pour cette raison, ne paraissent pas complètement expliquées. A cet effet, il faut que nous reconnaissons d'abord l'individualité physiologique de la vie des plastides et le rôle actif des plastidules qui en sont la condition ; puis, que nous accordions à l'idée de la *génération alternante* une étendue plus grande et une valeur plus générale qu'on ne le fait d'ordinaire. Cette *generatio alternans*, que nous appelons d'un mot, avec Owen, *métagenèse*, repose, on le sait, sur le retour régulier et périodique de deux ou de plusieurs générations différentes, dont l'une donne naissance à de nouveaux êtres par le concours d'éléments sexuels, et toutes les autres au contraire d'une manière asexuée. En même temps est liée à cette génération alternante périodique une plus ou moins grande division du travail des nouveaux êtres (ou des rejetons chez les plantes), qui souvent révèle d'étonnantes divergences dans la forme et l'organisation.

Ainsi, des spores ou cellules germinatives de Fougères ne naît pas une fougère, mais un prothallium, une forme végétale inférieure, sans tige ni feuilles, qui ressemble au fond à une mousse hépatique. A la seconde génération, celle-ci, en devenant sexuée, produit des œufs et des cellules spermatiques : du mélange de ces éléments naît une nouvelle cellule, la *cytula*. La cytule se divisant par scission répétée, naît une petite plante, qui, par la différenciation de la tige et des feuilles, redevient une fougère ; à la surface inférieure de ses feuilles naissent ensuite asexuellement de petits amas bruns de cellules germinatives ou spores. On constate des générations alternantes du même genre chez un très grand nombre d'animaux inférieurs. Des œufs fécondés de Méduse ne naît pas une Méduse, mais un Polype hydroïde sédentaire, d'aspect tout différent, et celui-ci produit par bourgeonnement, asexuellement, les méduses flottantes, qui se différencient sexuellement. Les pucerons et nombre de petits crustacés (par exemple les Daphnides) se reproduisent durant l'été asexuellement, par parthénogenèse, par cellules germinatives ou spores non fécondées. En automne seulement vient une génération sexuellement différenciée de mâles et de femelles, et de leurs œufs fécondés reparait de nouveau

au printemps la première génération asexuée.

Si nous regardons les plastides comme des « organismes élémentaires » autonomes, possédant une indépendance morphologique et physiologique propre, si nous considérons la marche de l'évolution individuelle au point de vue histologique de la théorie des plastides, nous arriverons à concevoir, par la comparaison avec les exemples précédents, que la génération alternante ou métagenèse est un mode de reproduction très généralement répandu. Car dans le développement individuel de tout animal et de tout végétal polycellulaires apparaît d'abord une génération sexuée de plastides, représentée par la cellule ovulaire femelle et la cellule spermatique mâle. De leur union naît ensuite une cellule, la *cytula*; celle-ci produit asexuellement, par division répétée, des générations de cellules homogènes, lesquelles finalement constituent la *morula* et la *blastula* qui en provient.

Maintenant, parmi les cellules homogènes de ce dernier mode de génération (*blastula*), se montre la première division du travail : elles se différencient en deux sortes de cellules, en cellules du feuillet germinatif interne (végétatif) et en cellules du feuillet germinatif externe (animal). Chacune de ces cellules produit de nouveau, par division continue, de nombreuses

génération, et la division du travail est d'autant plus grande chez celles-ci que le nouvel être a une organisation plus parfaite et plus haute. Toutes les innombrables générations de cellules d'espèce différente qui composent ses tissus et ses organes se multiplient asexuellement par scissiparité. De ces générations de cellules polymorphes, deux seulement se différencient sexuellement, les cellules ovulaires et les cellules spermatiques. Quand, dans l'acte de la génération sexuelle, ces cellules arrivent plus tard à l'état de condescence dont on a parlé, nous nous retrouvons au commencement du cycle générateur d'où nous sommes partis. *L'atavisme des plastides* nous a ramenés à la *cytula*. Ainsi, le développement individuel de tout animal et de tout végétal polycellulaires, qui se reproduit par *hypogénèse*, c'est-à-dire sans génération alternante des individus, par un acte de génération sexuelle, consiste proprement dans une génération alternante au plus haut point complexe de leurs cellules constituantes.

La seule différence, c'est que ces cellules demeurent étroitement associées dans l'organisme polycellulaire, alors que, dans la métagenèse proprement dite, les individus, en tant que représentants des diverses générations successives, sont libres et séparés les uns des autres.

Pour exprimer cette différence, j'ai appelé la génération alternante des plastides *strophogénèse*<sup>1</sup>. L'idée de métagenèse reste limitée à la génération alternante des individus physiologiques indépendants et libres. Mais cette distinction n'est pas essentielle, comme le montrent bien les Siphonophores, où nous voyons les mêmes individus, fortement différenciés les uns des autres par la division du travail, demeurer réunis dans la même colonie, qui chez d'autres Hydroméduses mènent séparément une existence indépendante. La division du travail chez les individus, qu'on rencontre ici comme dans les Etats des Fourmis, des Abeilles, des Termites et des Hommes, est simplement en grand ce qu'est en petit la division du travail chez les plastides au cours de la strophogénèse; et celle-ci n'est au fond qu'une miniature de la division du travail des plastidules. Tel est le facteur élémentaire de l'évolution organique progressive, de la variété toujours plus grande et du développement toujours plus élevé des êtres vivants. Le microcosme est une répétition du macrocosme.

Veut-on trouver, pour les faits si variés et si admirables de la génération et de l'évolution organiques que nous venons d'esquisser, une

1. *Morph. gener.*, II, 106.

formule générale fondée sur une explication moniste de la nature, il n'est permis de la chercher que dans le domaine de la *mécanique* proprement dite. Et, en effet, tout ce que nous pouvons connaître des phénomènes de l'univers dans son étendue sans limite, le développement général du système solaire et des planètes d'après Kant, le développement inorganique du globe selon Lyell et l'évolution de la vie sur cette terre d'après Darwin sont également dominés par les lois nécessaires, inébranlables et fatales de la mécanique.

Comme toute l'évolution de la nature organique sur cette planète et toute l'histoire géologique des plantes et des animaux, l'histoire de l'évolution de l'humanité et de tout homme dépend des mêmes lois immuables de la mécanique. La seule différence, c'est que le développement de la nature organique, dans son ensemble comme dans ses détails, est infiniment plus complexe et plus difficile à comprendre que l'évolution de la nature inorganique. Mais l'un et l'autre reposent en dernière analyse sur des mouvements de masses matérielles, et ces mouvements sont tous réducibles aux phénomènes d'attraction et de répulsion des molécules, des atomes dont elles sont formées, et de l'éther qui relie entre eux les atomes.

## VI

## LA PÉRIGENÈSE DES PLASTIDULES.

Le processus, le développement biogénétique, pour désigner d'un seul mot l'ensemble des mouvements de l'évolution organique sur notre planète, est beaucoup trop complexe dans les détails; le nombre, la variété et la complication de tous les phénomènes particuliers qui le composent sont beaucoup trop grands, pour qu'il soit déjà possible, avec la connaissance insuffisante et défectueuse que nous en avons, de suivre pas à pas le déploiement tout mécanique de ses lois d'airain. Néanmoins, on peut soutenir que nous sommes arrivés à une idée satisfaisante, à une conception moniste de sa nature véritable. Pour cela, il faut partir de la grande loi biogénétique qui, en montrant le lien étiologique qui relie l'ontogénie à la phylogénie, semble seule capable de dissiper le nuage qui plane sur toutes les branches de la biogénie. Quelle que soit la formule de ces relations étiologiques reliant intimement l'histoire embryologique à celle de la descendance, elles n'en existent pas moins certainement pour tout homme qui, n'étant pas aveuglé par les préjugés, connaît les faits de l'évolution orga-

nique et est capable de porter un jugement philosophique sur leur valeur.

Mais, si l'on veut pénétrer plus avant encore dans la mécanique du processus biogénétique, il faut nécessairement descendre dans les obscures profondeurs de la vie des plastides et chercher, dans les *mouvements des plastidules*, sa véritable cause efficiente. Il nous reste à répondre à une question : Pouvons-nous, au moyen de la comparaison des phénomènes de mouvement analogues, présenter une hypothèse quelque peu satisfaisante touchant la nature propre de ces mouvements moléculaires des plastidules, lesquels échappent à nos moyens directs d'investigation et à notre connaissance immédiate? Notre hypothèse de la périgenèse cherche précisément à répondre affirmativement à cette question.

Si l'on considère, du point de vue le plus élevé et le plus étendu, l'ensemble des phénomènes de l'évolution organique, on arrive à la conviction, comme au résultat le plus général, que le processus biogénétique s'accomplit comme un mouvement rythmique. Une ondulation, un mouvement qui se propage en ondulations, voilà l'image qui offre le plus d'analogie avec ce mouvement rythmique. En nous en tenant aux faits immédiatement connus et incontestables, nous pouvons partir de la série

de nos propres ancêtres. Que nous limitions celle-ci à ce qu'on nomme les « temps historiques », dans lesquels tout homme est suivi d'un autre homme, ou que, nous appuyant sur les faits de l'anthropogénie, nous descendions plus bas dans la série de nos ancêtres, allant à travers les vertébrés jusqu'à l'Amphioxus, et au delà du groupe des invertébrés jusqu'à la Gastrea, pour arriver enfin aux Amibes et aux Monères, il n'importe. Le mouvement évolutif que présentent ces séries de nos ancêtres peut être en tout cas très simplement figuré par une ligne ondulée dans laquelle la vie de chaque individu correspond à une onde. Mais ne bornons pas notre vue à la série de nos ancêtres directs : étendons nos regards et embrassons l'ensemble de nos proches parents; nous pouvons très bien exprimer leur rapport, on le sait, sous la forme d'un arbre généalogique. Quant au mouvement ondulatoire de l'évolution, on peut aussi, dans cet arbre généalogique, indiquer par une onde le mouvement évolutif de chaque individu. L'arbre généalogique tout entier présente donc l'image d'une ondulation ramifiée <sup>1</sup>. Quelque forme ancestrale que nous choissions pour tout le groupe apparenté de l'arbre généalogique ou pour une

1. Cf. la figure I de ce volume.

partie de ce groupe, cette forme apparaîtra toujours comme le point de départ d'un mouvement ondulatoire qui, de proche en proche, se ramifie comme les branches et les rameaux d'un arbre généalogique.

Cette image d'un mouvement ondulatoire ramifié, que nous présente en petit l'histoire de toute famille humaine, la généalogie de toute dynastie, nous la retrouvons en grand lorsque nous considérons le système naturel des organismes à la lumière de la théorie de la descendance. Car, ainsi que dans toute famille humaine, dans chaque grand groupe d'animaux ou de végétaux apparentés « toutes les formes sont semblables; cependant aucune n'est identique à l'autre. » La « loi secrète », l'« énigme sacrée », que décèle, suivant Goëthe, l'ensemble des formes<sup>1</sup>, c'est le mouvement évolutif propagé d'onde en onde, sur lequel est fondée la *parenté*.

Le « système naturel » n'est donc que le véritable arbre généalogique des espèces apparentées, et chaque branche, chaque rameau de cet arbre correspond à un groupe plus ou moins grand de descendants d'une forme ancestrale commune. Cette unité d'origine réunit toutes les formes d'une classe, d'un ordre, etc.

1. *Die Metamorphose der Pflanzen*. Goëthe's sämmtl. Werke, II, 859. (Stuttgart, 1850).

Chaque classe se divisant en différents ordres, chaque ordre en plusieurs familles, chaque famille en divers genres, chaque genre en plusieurs espèces et variétés, le mouvement ondulatoire qui s'est propagé de la forme ancestrale commune à tout le groupe des descendants se ramifie d'autant, et chaque onde de ce mouvement transmet son mouvement individuel, sous sa forme propre, à ses différents descendants.

La loi fondamentale biogénétique nous apprend que la marche de cette évolution grandiose de l'histoire généalogique se répète en petit dans l'histoire embryologique de tout être individuel. C'est ici le cours de la vie des plastides constituantes (cytodes et cellules) qui correspond aux ondes particulières. La cytula ou la « cellule de sillonnement » provenant de l'œuf fécondé, d'où sort l'organisme polycellulaire, se trouve par rapport aux différentes générations de cellules qui naissent d'elle par scission et forment plus tard, par la division du travail, les divers tissus, précisément dans le même cas où est la forme ancestrale d'une classe ou d'un ordre au regard des divers familles, genres et espèces qui dérivent de cette forme, et se sont développés diversement en vertu de leur adaptation à des conditions d'existence différentes. L'« arbre généalogique cel-

lulaire » de l'ontogenèse a tout à fait la même forme que l' « arbre généalogique des espèces » de la phylogenèse. Le mouvement évolutif qui part, ici de la forme ancestrale du groupe entier des espèces, là de la cellule ancestrale du groupe entier des cellules, prend dans les deux cas la même forme de mouvement ondulatoire ramifié. Quiconque accepte la loi fondamentale biogénétique trouvera naturel que le microcosme de l'arbre généalogique cellulaire de l'ontogenèse représente l'image réduite et en partie déformée du macrocosme de l'arbre généalogique des espèces, au cours de leur phylogenèse.

Comme nous ne pouvons comprendre tout phénomène complexe qu'en le décomposant en ses éléments simples et en soumettant ceux-ci à une analyse rigoureuse, il nous faut aussi, pour l'intelligence de la théorie mécanique de l'évolution, pénétrer jusqu'aux derniers processus élémentaires. Or le processus biogénétique est le résultat le plus complexe qui se dégage de l'évolution dans le temps et dans l'espace de toutes les espèces d'êtres organisés. Ces espèces résultent des processus évolutifs des individus, comme ceux-ci à leur tour dérivent de l'évolution des plastides constituantes. Mais le développement de toute plastide n'est que la somme ou le produit des mouvements

actifs de ses plastidules constituantes. On a vu que le mouvement évolutif des groupes et des classes, des ordres et des familles, des genres et des espèces, des individus et des plastides, possédait partout et toujours la forme caractéristique d'un mouvement ondulatoire qui se propage ou d'une ondulation ramifiée. Donc, le mouvement moléculaire des plastidules, qui est la condition de tous ces processus, ne saurait avoir une autre forme. Nous devons conclure que cette cause élémentaire des phénomènes vitaux, que le mouvement invisible des plastidules est, lui aussi, une ondulation du même genre. Cette dernière et véritable « *causa efficiens* » du processus biogénétique, nous l'appelons d'un seul mot, la *périgenèse* (*perigenesis*), la genèse ondulatoire, rythmique, des dernières particules vivantes ou plastidules. Cette hypothèse est la seule qui puisse réellement expliquer ce processus.

Choisissons un exemple simple qui serve d'illustration à la périgenèse. Soit l'évolution d'un Protiste monocellulaire, d'une Amibe, ou d'un simple Cytode, d'une Monère, qui se reproduit par division simple. Suivons sur la planche qui accompagne ce volume la marche du développement de cet être jusqu'à la cinquième génération.

Toute cellule simple développée est représentée sur cette planche par une sphère; les deux cellules filles qui en sont nées par division ou scissiparité sont figurées par deux sphères plus petites, situées immédiatement au-dessus de la cellule-mère. Les lignes ondulées indiquent le processus évolutif individuel de chaque cellule isolée avec son mouvement plastidulaire propre, dont la direction est marquée par une flèche. Les petits corps noirs de formes variées désignent la somme des conditions d'existence externe qui influencent la nutrition de chaque cellule et modifient par l'adaptation son mouvement plastidulaire primitif. La direction de ce mouvement d'adaptation est indiquée par les flèches.

Dans chaque cellule isolée, le mouvement plastidulaire primitif, transmis de la cellule-mère par l'hérédité, entrant en conflit avec le nouveau mouvement plastidulaire acquis par l'adaptation, il naît, comme une diagonale dans ce parallélogramme de forces, une forme nouvelle de mouvement plastidulaire, qui s'ajoute à cette cellule; et, comme les conditions d'existence diffèrent plus ou moins pour tous les individus, ces mouvements de diagonale seront plus ou moins divergents. De là la divergence des caractères, qui se manifeste chez les descendants de chaque génération et qui grandit à chaque génération suivante.

Le processus évolutif tout entier se présente ainsi comme une ondulation ramifiée et complexe des plastidules, dans laquelle les ondes isolées deviennent de plus en plus dissemblables. Le sillonnement de l'œuf animal nous offre absolument le même phénomène. La cellule se divise de même, par scission répétée, en 2, 4, 8, 16, 32 cellules, etc. A la vérité, ces cellules paraissent souvent semblables à l'extérieur; mais leur mouvement plastidulaire (hérité) diffère cependant pour chacune d'elles, comme cela ressort du caractère hétérogène de leur évolution postérieure. Cette diversité virtuelle, qui semble ici transmise par l'hérédité ou innée, a été en réalité primitivement acquise par l'adaptation des plus anciens ancêtres de l'organisme polycellulaire.

Par l'hypothèse d'un mouvement ondulatoire ramifié, et se propageant sans interruption, des plastidules, considéré comme la cause efficiente du processus biogénétique, nous voyons la possibilité de ramener l'infinie complexité de celui-ci au mouvement mécanique des atomes, lesquels sont ici, comme dans tous les phénomènes de la nature inorganique, soumis aux lois physico-chimiques. En donnant le nom de périgenèse à ce mouvement ondulatoire et ramifié des plastidules, nous voulons exprimer la propriété caractéristique qui dis-

tingue ce mouvement, en tant que *ramifié*, des autres processus rythmiques analogues. Cette propriété repose sur la force de reproduction des plastidules, et cette force est déterminée par la composition atomique spéciale des plastidules. Or cette force reproductrice, qui rend seule possible la reproduction des plastides, est synonyme de mémoire des plastidules.

Et nous revenons ici à l'idée si bien établie par Ewald Hering, et que nous avons déjà adoptée : que la mémoire inconsciente est la plus importante propriété caractéristique de la « matière organisée » ou, plus justement, des plastidules organisantes. La mémoire est un facteur capital du processus biogénétique. Grâce à la mémoire des plastidules, le plasson est capable de transmettre par l'hérédité, de génération en génération, ses propriétés caractéristiques, dans un mouvement rythmique continu, et il est capable d'ajouter à ces propriétés les nouvelles expériences qu'ont acquises par l'adaptation les plastidules au cours de leur évolution.

Ainsi que je l'ai déjà montré en détail dans ma *Morphologie générale*, les modifications des formes organiques que nous comprenons, au sens le plus étendu, sous la notion d'*adaptation*, ont pour cause les changements qui sur-

viennent dans la *nutrition* des plastides. Mais ces modifications sont réductibles aux changements chimiques qui ont lieu dans la composition atomique et, partant, dans le mouvement moléculaire des plastides, lesquels changements sont produits, grâce à la mobilité extraordinaire des atomes constituants, par les influences variées du monde ambiant ou des conditions d'existence extérieures. Ces expériences dont nous parlons, les plastidules ne les oublient pas. Elles les transmettent aux descendants sous la forme d'une modification du mouvement plastidulaire primitif. Telle est au fond l'explication de l'hérédité : c'est la transmission d'un mouvement particulier des plastidules, transmission liée nécessairement à tout phénomène de reproduction.

Dans la *Morphologie générale* <sup>1</sup> et dans l'*Histoire naturelle de la création* <sup>2</sup>, j'avais considéré toute forme organique individuelle comme le produit nécessaire de deux facteurs mécaniques, qu'on peut appeler, avec l'ancienne biologie, du nom de *nisus formativus*. Le *nisus formativus* interne, la force plastique interne, que Goëthe appelait la force centripète ou de spécification, est l'hérédité. Le *nisus formativus* externe, la force plastique externe, que Goëthe appelait la force centrifuge

1. I, 154 ; II, 297.

2. 7<sup>e</sup> édit., 226, 300.

ou de métamorphose, est l'adaptation ou variabilité. Celle-ci détermine ce que Baer nommait « degré de développement ou de perfectionnement », celle-là ce que ce savant appelait « type de formation ».

Pour ce qui a trait à la périgenèse, il nous est maintenant possible de marquer avec plus de précision l'opposition de ces deux forces plastiques et fondamentales des organismes. *L'hérédité est la mémoire des plastidules ; la variabilité est la réceptivité des plastidules.* La première produit la stabilité, la seconde la variété des formes organisées. Dans des formes très simples et très constantes, les plastidules n'ont, si j'ose dire, « rien appris ni rien oublié ». Dans des formes organiques très développées et très variables, les plastidules ont « beaucoup appris et beaucoup oublié. » L'histoire embryologique de l'Amphioxus peut servir d'exemple au premier de ces cas, celle de l'homme au second <sup>1</sup>.

Les différences qui distinguent mon hypothèse de la périgenèse de l'hypothèse de la pangenèse de Darwin sont évidentes. Les mouvements moléculaires sur lesquels se fondent nos deux hypothèses ne diffèrent pas moins que les « gemmules » de Darwin et nos « plastidules ». Les gemmules de la pangenèse sont des

1. Cf. mon *Anthropogénie*, 8<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> leçons.

*groupes de molécules* qui « croissent, se nourrissent et, comme les cellules elles-mêmes, peuvent se multiplier par division. » Les plastidules de la périgenèse sont, au contraire, des *molécules isolées*, et ne sauraient posséder toutes ces propriétés. Elles peuvent simplement communiquer leur propre mouvement plastidulaire aux plastidules voisines et, par assimilation, former dans leur entourage immédiat de nouvelles plastidules de même nature, comme un cristal qui s'accroît dans une eau-mère; elles peuvent en outre, consécutivement à des influences extérieures, modifier très facilement leur composition atomique et, partant, leur mouvement plastidulaire.

Darwin suppose que chaque cellule émet des particules qui se répandent dans toutes les parties du corps et que toutes les cellules de reproduction — tant les cellules ovulaires et spermatiques, qui concourent à la génération sexuelle, que les cellules indifférentes, qui servent à la génération asexuée — renferment des gemmules émises de toutes les cellules de l'organisme, et non seulement de cet organisme, mais de tous ses ancêtres. Comment ces gemmules se comportent dans les cellules reproductives et servent à former le nouvel organisme, je ne saurais le concevoir. Bien plus : une théorie de l'évolution reposant sur

cette base me paraît inconciliable avec la théorie cellulaire, avec la théorie des plastides, avec ce que nous savons de la différenciation successive et de la division du travail des cellules au cours de l'ontogenèse. La division du travail et la succession de la génération des cellules, qui me paraissent d'une importance capitale, le rythme régulier du mouvement plastidulaire qui répète de temps en temps ce processus acquis de la division du travail et le complique par de nouvelles acquisitions, tout cela n'a aucune place dans la théorie de la pangénèse.

Mon hypothèse de la périgenèse des plastidules s'appuie au contraire sur le *principe mécanique de communication du mouvement*, déjà considéré par Aristote comme la cause essentielle du développement individuel. Pour ce grand philosophe naturaliste, c'est de la semence mâle que part l'impulsion première ou l'excitation du mouvement évolutif dans la reproduction sexuelle, et c'est de cette semence que l'impulsion se transmet à la matière génératrice de la femelle. Il combat aussi expressément l'idée contenue dans la pangénèse, — que la semence provient de toutes les parties du corps. Nos plastidules sont les molécules constituant le plasson, que la théorie des plastides, la théorie développée du protoplasma, reconnaît

comme les seuls facteurs actifs de la vie des plastides, tandis qu'elle n'accorde qu'un rôle passif aux autres molécules histologiques. Le mouvement moléculaire oscillatoire de ces plastidules, ou le mouvement plastidulaire, se communiquant, sous forme d'hérédité, aux nouvelles plastides, dans la génération des plastides, se transforme en un mouvement ondulatoire ramifié; et, les diverses conditions d'existence chez les différents descendants exerçant une influence immédiate sur ces ramifications variées, de nouvelles formes surgissent en vertu de l'adaptation. Grâce à l'hérédité de ces adaptations chez les descendants, apparaît la division divergente du travail des plastides, que nous tenons pour la cause essentielle de l'évolution ultérieure. Ainsi les ondes concentriques de l'ondulation ramifiée deviennent toujours d'autant plus nombreuses, d'autant plus variées et complexes, que nous suivons plus loin les progrès de la périgenèse des plastidules.

Tous les phénomènes si complexes et si variés du processus biogénétique me semblent devenir susceptibles, grâce à la périgenèse, d'une simple explication mécanique, — au point de vue moniste. Au contraire, je me suis en vain efforcé d'arriver à une explication mécanique de ce genre en recourant à la pangenèse, que Darwin lui-même, aussi bien, signale comme une hypo-

thèse extrêmement compliquée. Tous les phénomènes principaux de l'évolution, que ce naturaliste cherche à expliquer avec l'hypothèse de la pangenèse : la reproduction et l'hérédité, la nutrition et l'adaptation, l'atavisme et la génération alternante, l'hybridisme et la régénération, ne nous semblent point trouver, dans la pangenèse des gemmules, une explication mécanique et conciliable avec les faits de la vie cellulaire et de l'évolution embryologique.

Cette explication, la périgenèse des plastidules l'a donnée. Darwin dit expressément que « toutes les formes de la reproduction dépendent de l'agrégation des gemmules, qui sont émises de toutes les parties du corps. » Nous disons, au contraire : « Toutes les formes de la reproduction dépendent de la communication du mouvement des plastidules, lequel est simplement transmis directement des parties génératrices du corps aux plastides engendrées; en outre, grâce à la mémoire et à la division du travail des plastidules, le mouvement ondulatoire des ancêtres peut être reproduit entièrement ou en partie chez des descendants. »

Les objections que je fais ici à la théorie, d'ailleurs si ingénieuse, de la pangenèse, s'appliquent en partie aussi à la remarquable théorie de l'évolution que Elsberg, de New-York, a publiée en 1874 comme la théorie de la « régé-

nération ou de la conservation des molécules organiques <sup>1</sup> ». Conformément à notre théorie des plastides, les plastidules remplacent ici les gemmules. Elsberg est tout à fait d'accord avec nous, et dans sa façon de considérer les plastidules comme les vraies molécules actives du plasson, et pour l'importance fondamentale qu'il accorde au plasson. Mais il adopte la pensée maîtresse de la pangenèse dans sa théorie de la génération. Il la formule ainsi : « Le germe de tout être vivant contient des plastidules de toute la série de ses ancêtres. J'appelle hypothèse de la régénération, mon hypothèse, parce que, jusqu'à un certain degré, les ancêtres renaissent corporellement, et même aussi à tout autre égard, dans leur postérité; — ou encore hypothèse de la conservation des molécules organiques, parce qu'elle suppose que certaines plastidules, sinon pour toujours, du moins pour longtemps, sont conservées et transmises de génération en génération. Enfin, je pourrais encore lui donner le nom d'hypothèse de la conservation des forces organiques, ce qui exprimerait la même chose en d'autres termes <sup>2</sup>. »

Ces paroles et les développements que leur a donnés Elsberg prouvent clairement qu'il est,

1. *Proceedings of the American Association* (Salem, 1875, p. 87). *Regeneration, or the Preservation of organic molecules; a contribution to the Doctrine of Evolution*. By L. Elsberg, of New-York.

2. *Ibid.*, p. 93.

au fond, d'accord avec l'hypothèse de la pangenèse de Darwin, puisque, dans les deux hypothèses, on parle de la transmission matérielle de molécules dans toute la série des générations apparentées, et qu'on soutient par conséquent que chaque germe est matériellement composé des particules corporelles de tous ses ancêtres. Or notre hypothèse de la périgenèse est précisément le contraire de cette manière de voir. Dans notre opinion, la transmission immédiate des molécules corporelles n'a lieu que de l'individu générateur à l'individu engendré; elle n'a pas lieu à travers l'antique suite des ancêtres. De celle-ci est seulement transmise ou « héritée » la forme spéciale du mouvement rythmique des plastidules, et c'est uniquement ce mouvement ondulatoire des plastidules continué à travers le temps qui, grâce à la mémoire de ces éléments, reproduit chez les descendants les caractères propres des ancêtres. Ce qui caractérise surtout le mouvement ondulatoire continu, c'est que les formes des ondes peuvent se propager du point initial du mouvement, ou du « centre d'excitation », à de grandes distances, et aux innombrables parties de la masse en mouvement, quoique les molécules en mouvement n'oscillent que dans de très étroites limites, dans la limite d'une longueur d'onde, et que les ondes demeurent elles-mêmes en leur lieu et place;

voilà pourquoi nous donnons aussi le nom bien significatif de *reproduction* des ondes au mouvement ondulatoire. En renversant les termes, on peut considérer la reproduction des organismes comme un mouvement ondulatoire spécial.

Abstraction faite de cette différence, Elsberg me paraît aller trop loin lorsqu'il tient la théorie cellulaire pour dépassée par les idées histologiques de Beale et de Heitzmann, et considère comme une propriété générale et essentielle de toutes les plastides la disposition réticulaire des séries de plastidules dans le plasson. Je regarde au contraire cette disposition réticulaire des plastidules dans la « substance interplastidulaire » comme un phénomène secondaire, et j'admets que primitivement (par exemple dans les Monères les plus simples) les plastidules, associées d'une manière très dense les unes aux autres, composent seules tout le corps des plastides. Ce n'est qu'ensuite de leur activité plastique ultérieure qu'elles s'écartent réciproquement, déposent entre elles des masses de substance interplastidulaire et peuvent prendre la disposition réticulaire que nous voyons si répandue (mais non partout) dans les cytodes et les cellules. En tout cas, Elsberg est dans le vrai en insistant sur la haute valeur des plastidules et en les consi-

dérant comme les facteurs particulièrement actifs des phénomènes vitaux.

## CONCLUSION

Les séries considérables de faits sur lesquelles nous avons établi notre hypothèse de la périgenèse ont été, depuis longtemps, reconnues en très grande partie comme les fondements empiriques de la théorie de l'évolution. Les théories auxquelles ces faits servent de base, théories que nous avons reliées solidairement par l'idée de la périgenèse, sont aujourd'hui adoptées par le plus grand nombre des biologistes. De la légitimité de la théorie cellulaire, qui a été notre point de départ, nous ne dirons rien : ce serait superflu.

Que la substance vivante, active, plastique, des cellules, ou la base matérielle de la vie, doive être cherchée dans le protoplasma et la substance du nucleus, et que toutes les autres parties des tissus représentent des éléments passifs, formés par ces deux substances affines, on l'a aussi reconnu naguère. Les Monères (et la forme embryologique de la monérule, au cours de l'ontogenèse) nous font voir que le protoplasma et le nucleus sont nés par différenciation du plasson.

Appuyé sur ces faits, nous croyons avoir montré, dans notre théorie des plastides, que toutes les innombrables espèces du protoplasma et du nucleus ne présentent que des modifications d'une seule substance plastique fondamentale, du plasson, et, partant, que les molécules de plasson ou plastidules doivent être considérées comme les facteurs moléculaires du processus biogénétique. A ces molécules, nous devons nécessairement attribuer un mouvement moléculaire particulier, déterminé par leur constitution atomique. Que le processus biogénétique, dans son ensemble comme dans toutes ses parties, représente un mouvement ondulatoire ramifié, on l'accordera d'une manière générale. Mais, comme nous ne pouvons découvrir la cause efficiente de ce mouvement ondulatoire si compliqué que dans le mouvement moléculaire des plastidules, force est bien que nous regardions aussi le mouvement des plastidules comme une ondulation.

Si, en nous plaçant au point de vue strictement mécanique, nous voulions revendiquer pour notre hypothèse de la périgenèse la valeur d'une *théorie* de l'évolution, nous devrions insister avant tout sur le caractère de mouvement rythmique des ondulations ramifiées que possède incontestablement le processus biogénétique. Il ne reste d'autre élément hypo-

thétique dans la théorie que la somme des propriétés que nous attribuons aux plastidules ou molécules du plasson. Ces plastidules, nous les considérons comme les véritables facteurs actifs du processus vital, et nous leur attribuons, outre les propriétés qui appartiennent à toutes les molécules composées d'atomes, une propriété spéciale, qui les distingue des autres comme molécules vitales. Cette propriété, qui distingue spécialement l'organisme vivant des corps inorganiques privés de vie, c'est la faculté de la mémoire ou de la reproduction. Sans cette hypothèse, les phénomènes si variés de la génération et de l'évolution nous paraissent inintelligibles. Ewald Héring a montré clairement, dans l'écrit que nous avons souvent rappelé, comment on peut établir l'hypothèse de cette mémoire inconsciente des plastidules. J'avoue que, après y avoir bien réfléchi, il ne m'a pas été possible de trouver contre cette hypothèse quelque raison soutenable. Je tiens donc la mémoire, ou force de reproduction des plastides, pour une fonction du plasson, qui est immédiatement déterminée par la composition atomique des plastidules.

Il nous est peut-être permis, à ce point de vue, de désigner la pérogenèse comme une « théorie mécanique » dans le sens étendu du mot, ou, du moins, comme une hypothèse qui

porte en soi le germe d'une théorie de ce genre. Ce qui pourrait surtout parler en sa faveur, c'est sa grande simplicité, ce signe ordinaire d'une théorie conforme à la nature. Quelle simplicité dans les principes de la théorie de la gravitation de Newton, de la théorie des ondulations de Huyghens, de la théorie de la chaleur de Meyer, de la théorie cellulaire de Schleiden, de la théorie de la descendance de Lamarck, et de la théorie de l'évolution de Darwin ! Et pourtant c'est par ces principes si simples que les plus grandes masses de faits, d'une variété infinie, sont reliées en une unité universelle et ramenées à une cause générale. Le principe d'un mouvement ondulatoire ramifié des plastidules, que nous considérons comme la cause efficiente, comme la cause mécanique du processus biogénétique, n'est pas moins simple.

Si les sciences naturelles de notre époque, dominées par la conception moniste du monde, demandent à bon droit que tous les phénomènes de la nature soient expliqués mécaniquement et ramenés à des causes efficientes, à l'exclusion de toute cause finale, notre théorie de la périogénèse satisfait à cette première condition. Purement mécaniques, en effet, sont les principes qui servent de base à cette théorie, la communication du mouvement moléculaire

et la conservation de la force. Purement mécanique est aussi le principe de l'autogonie, qui fait dériver la première impulsion de ce mouvement des mouvements atomiques qui ont lieu dans la formation des premières plastidules, et déterminent le mouvement moléculaire de celles-ci.

A la communication de ce mouvement plastidulaire on peut ramener l'hérédité, à la modification du même mouvement, l'adaptation, ces deux facteurs principaux de la morphologie organique. Ainsi le processus biogénétique, considéré comme une forme spéciale et au plus haut point complexe d'un mouvement moléculaire rythmique, s'accorde de soi-même avec la marche régulière de l'univers, et sa cause efficiente est la périgenèse des plastidules.

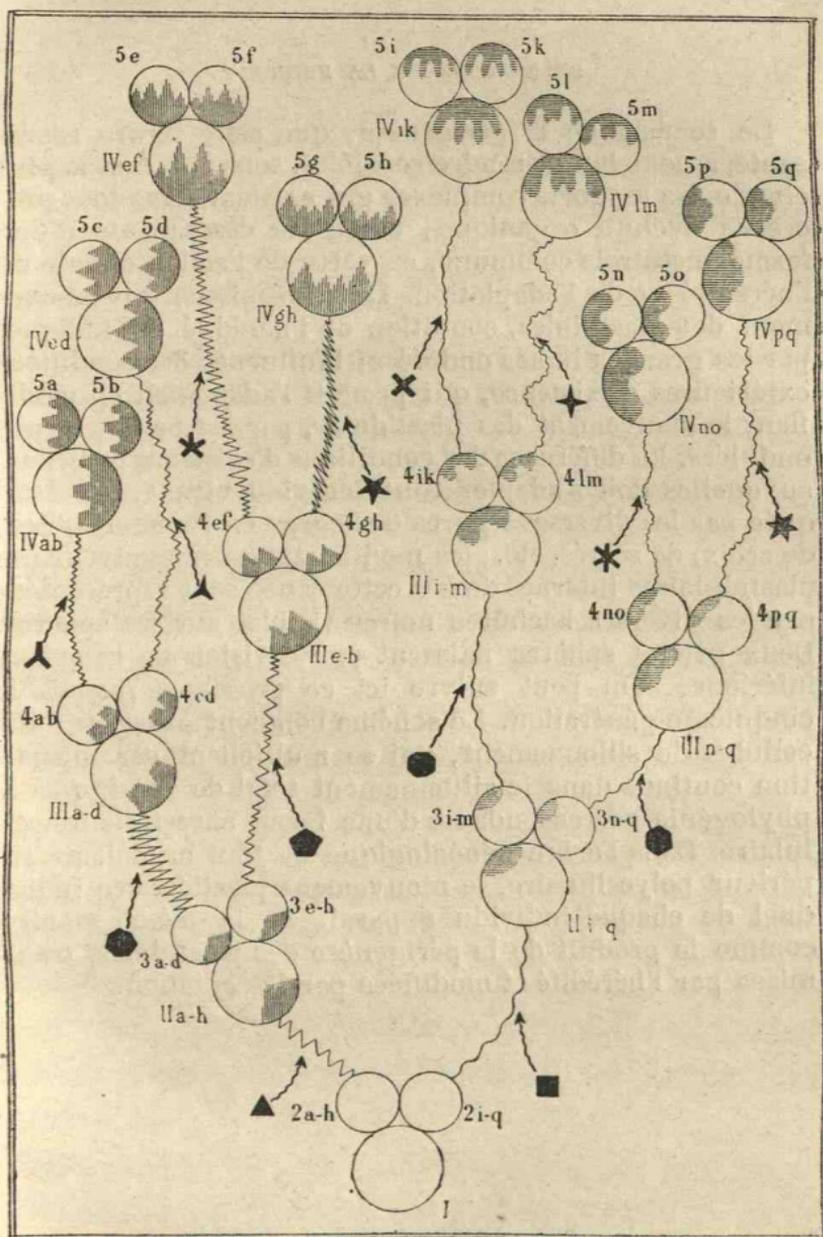


Fig. 1. — Schéma de la périgénèse.

## EXPLICATION DE LA FIGURE 1.

Le schéma de la périgenèse, que cette figure représente, a pour but de rendre sensibles, sous la forme la plus simple, les rapports complexes qui existent, dans tout processus évolutif organique, entre les descendants d'une forme ancestrale commune, en vertu de l'action croisée de l'hérédité et de l'adaptation. La transmission du mouvement des plastidules, condition de l'hérédité, est indiquée par les grandes lignes ondulées; l'influence des conditions extérieures d'existence, qui produit l'adaptation en modifiant le mouvement des plastidules, par les petites lignes ondulées. La différence des conditions d'existence externes, auxquelles doit s'adapter tout individu vivant, est indiquée par les diverses figures des corps en forme d'étoiles, de croix, de carrés, etc.; les modifications des mouvements plastidulaires internes dues à cette cause sont représentées par les diverses hachures noires visibles sur les sphères. Deux petites sphères naissent par division de la sphère inférieure. On peut suivre ici ce processus jusqu'à la cinquième génération. Le schéma convient aussi bien aux cellules de sillonnement, qui se multiplient par bipartition continue dans le sillonnement total de l'œuf, qu'à la phylogénie correspondante d'une forme ancestrale unicellulaire. Dans l'arbre généalogique de tout organisme supérieur polycellulaire, le mouvement plastidulaire individuel de chaque individu apparaît de la même manière comme le produit de la périgenèse des plastidules, transmises par l'hérédité et modifiées par l'adaptation.

## DEUXIÈME ESSAI

### PSYCHOLOGIE CELLULAIRE

---

#### LES AMES CELLULAIRES ET LES CELLULES PSYCHIQUES

Il n'existe point, dans tout le domaine de la connaissance humaine, une question sur laquelle, de tout temps et aujourd'hui encore, les idées aient plus différé que sur celle de l'âme. Qu'est-ce que l'âme? D'où vient-elle et où va-t-elle? L'homme seul a-t-il une âme? Où sont les limites, où trouver les commencements de la vie psychique dans le règne animal? A toutes ces questions, de nos jours, comme il y a mille ou deux mille ans, il n'existe point de réponse certaine, décisive et telle qu'elle puisse être généralement acceptée par la science.

Cette obscurité, qui persiste à régner sur une des questions les plus graves et les plus difficiles de toute la science, est surtout sensible lorsque l'on considère que, entre les autres connais-

sances, la science de l'âme, la psychologie, occupe encore aujourd'hui une place tout à fait indéterminée. La plupart des naturalistes regardent présentement les fonctions psychiques de l'homme et des animaux comme de vrais phénomènes naturels ; partant, ils n'ont foi que dans l'investigation scientifique pour arriver à dissiper les ténèbres qui planent sur ce sujet. D'autre part, le plus grand nombre des psychologues de profession sont d'un avis opposé : ils tiennent la vie psychique — du moins chez l'homme — pour un fait d'ordre surnaturel, pour un phénomène spirituel, déterminé par de tout autres forces que celles de la nature, et qui défie toutes les explications des sciences naturelles. D'après cette manière de voir, qui domine encore de nos jours, la psychologie est en partie ou en tout une « science spirituelle », non une science naturelle.

Quoique cette opinion soit très répandue et fort en faveur, et malgré le sentiment de défiance que rencontre tout naturaliste qui pénètre dans cet obscur domaine de l'âme, nous voulons essayer de pénétrer dans ses mystères à la lumière des méthodes d'investigation scientifique. La raison, la justification de cette entreprise, nous la trouvons dans deux faits principaux : 1° Dans tout être vivant, animé, l'âme est soumise, comme on le recon-

naît généralement, à un développement continu ; elle possède une histoire individuelle de son évolution. 2° Une partie au moins des fonctions psychiques est liée à certains organes du corps, sans lesquels on ne peut même imaginer ces fonctions. Cette partie des phénomènes psychiques peut donc être directement étudiée par le naturaliste. Tout le monde convient aussi aujourd'hui qu'une partie tout au moins des fonctions psychiques, en particulier la volonté et la sensation, se comporte d'une manière semblable chez l'homme et chez les animaux supérieurs. Une comparaison psychologique des différents animaux nous montre une longue échelle des divers degrés de développement de l'âme animale. C'est donc pour le zoologiste qui a voué sa vie à l'étude de toutes les manifestations des animaux un droit, c'est même un devoir de rechercher l'origine et les limites de la vie psychique dans le règne animal.

Certes, la voie non frayée où entre le zoologiste est bien différente de la route royale où chemine commodément, depuis des milliers d'années, la docte troupe des psychologues. Ils ont surtout considéré, on le sait, comme leur plus importante étude, et souvent comme la seule, l'observation interne, l'observation, dis-je, et la réflexion sur leur propre vie psychique. Divisée en compartiments et décrite comme

elle l'est dans les traités de psychologie, l'âme n'est donc que l'âme de l'homme arrivé à son complet développement, et le plus souvent même l'âme d'un philosophe fort savant et rompu à tous les exercices de la pensée. La connaissance exacte d'une âme si hautement développée est, à coup sûr, du plus grand intérêt; mais elle ne sert de rien pour la solution de beaucoup des questions capitales de la psychologie, et il lui manque ce caractère auquel la science de notre époque accorde à bon droit le plus de valeur : il lui manque la notion de l'évolution.

Dans chaque homme, comme dans tout animal, l'âme est certainement soumise à un lent développement progressif. C'est là un fait psychologique d'une importance fondamentale. Les plus grands penseurs de tous les temps, un Aristote, un Platon, un Spinoza, un Kant, ont été enfants; leur puissante intelligence, qui devait embrasser le monde, ne s'est développée que par degrés insensibles. Appuyé sur ces faits, le zoologiste qui s'applique à l'étude de l'âme devra se servir avant tout du meilleur instrument d'investigation, de l'histoire de l'évolution. Il suivra en le comparant le développement de l'âme chez l'homme et chez l'animal, et il étudiera, toujours d'après la méthode comparative, la structure et l'évolution de cha-

cune de ces parties du corps qui, chez l'animal comme chez l'homme, sont les conditions organiques des fonctions psychiques.

La morphologie comparée des organes de l'âme et la physiologie comparée des fonctions de l'âme, appuyées toutes deux sur l'histoire de l'évolution, voilà la tâche psychologique du naturaliste.

## I

### L'APPAREIL PSYCHIQUE

Le fait premier, le plus général et le plus important, que rencontre le naturaliste au début de ses études psychologiques, est la dépendance de toutes les fonctions psychiques de certaines parties du corps, je veux parler des organes de l'âme. Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, ces appareils sont les organes des sens, le système nerveux et le système musculaire ; chez des animaux inférieurs, ce sont des groupes de cellules ou même des cellules isolées, qui ne se sont pas encore différenciées en nerfs et en muscles. Toute manifestation psychique, tout *travail* psychique est indissolublement lié à un organe de ce genre, sans lequel on ne saurait l'imaginer. Il n'est pas superflu d'insister sur ce grand fait physiologique à une époque où la plus basse superstition relève encore une fois la

tête sous la forme du spiritisme, où nous voyons non seulement des milliers de lettrés et d'illettrés, mais même des naturalistes instruits, considérables, devenir les victimes de cette folie.

Il y a quelques mois, nous avons vu, à notre confusion, le spirite américain Slade, qui, après avoir fait une grande fortune chez les Anglais en évoquant les esprits, avait fini par être démasqué et reconnu comme un vulgaire imposteur, continuer avec le même succès son métier d'escroc en Allemagne et arriver même à duper quelques naturalistes distingués. Et ne sait-on pas qu'une littérature spéciale du spiritisme, représentée par de nombreux journaux, cherche à couvrir du manteau de la science ce honteux charlatanisme? Au siècle des chemins de fer et des télégraphes, de l'analyse spectrale et du darwinisme, au siècle de l'interprétation de la nature au point de vue moniste, comment comprendre ces rechutes dans les ténébreuses superstitions du moyen âge? Elles ne s'expliquent que par ce côté obscur et mystique de l'âme humaine, par ce penchant inconscient au surnaturel et au merveilleux qu'a soigneusement entretenu depuis des siècles la superstition religieuse. A coup sûr, cette tendance mystique n'a de si profondes racines en nous que parce qu'elle a été affirmée au cours des siècles par l'hérédité, qu'elle a été

sans cesse fortifiée et consacrée par de prétendues révélations, c'est-à-dire par des *adaptations* pathologiques de l'âme.

En regard de toutes ces prétendues apparitions du spiritisme, qui, comme les miracles de Louise Lateau et de la Vierge de Marpingen, ne reposent, d'une part, que sur une illusion inconsciente, et, d'autre part, que sur des impostures et des mensonges parfaitement conscients, se dresse aujourd'hui un fait physiologique d'une évidence parfaite et qui est comme le premier fondement de toute psychologie : celui que toute espèce d'activité ou de fonction psychique est indissolublement liée à des organes ou appareils corporels déterminés. Nous devons donc d'abord insister plus particulièrement sur la connaissance de ces organes.

Les appareils de notre vie psychique — 1° les organes des sens, 2° le système nerveux, 3° les muscles — forment ensemble un seul grand appareil, l'*appareil psychique*, pour le désigner d'un seul mot. Chez l'homme, comme chez tous les animaux supérieurs, cet arsenal de l'activité spirituelle présente un admirable assemblage d'organes et de tissus extraordinairement complexes, et leur structure délicate est d'autant plus riche que le travail de l'appareil, je veux dire l'activité de l'âme, est d'un ordre plus élevé et plus parfait.

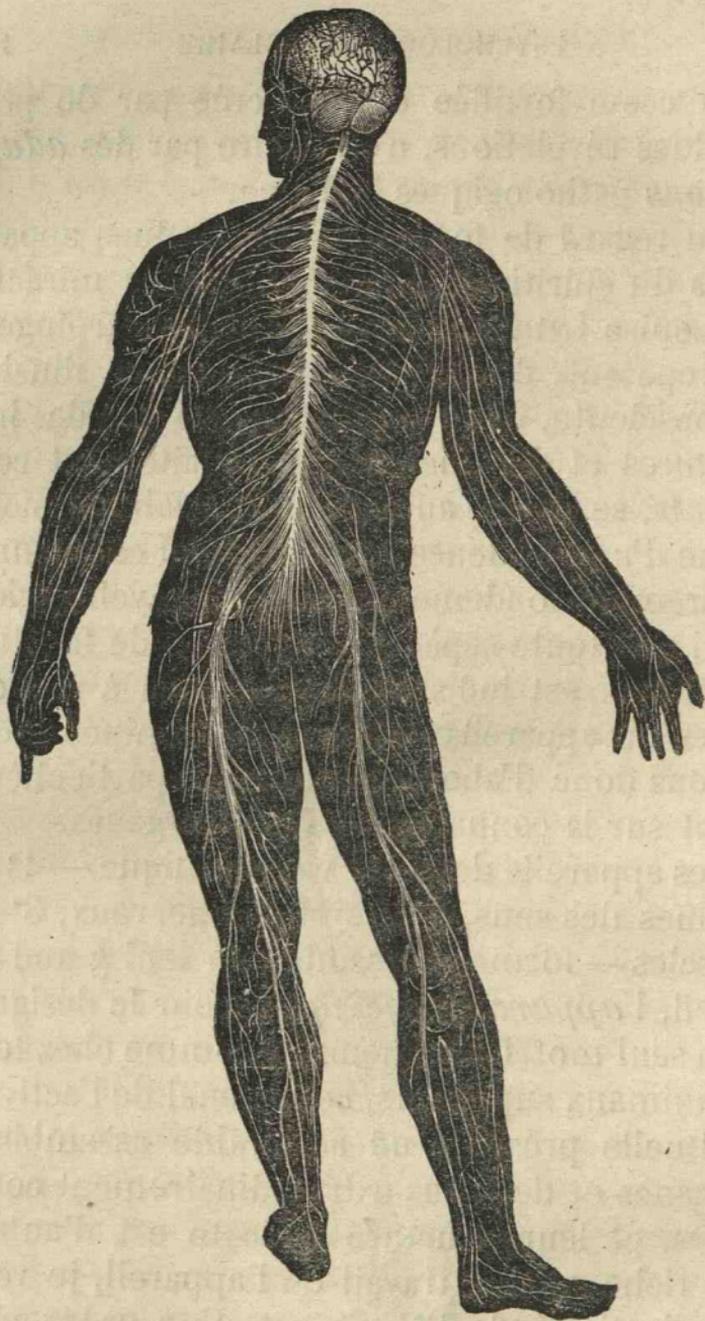


Fig. 2. — *Système nerveux de l'Homme.* Les fibres nerveuses figurées en blanc se rendent du cerveau et de la moelle dans les différentes parties du corps.

Rien de plus attirant et de plus instructif qu'un voyage de découvertes dans ce merveilleux labyrinthe, mais il est semé de difficultés et exige une grande contention d'esprit. Il vaut mieux, pour le but que nous nous proposons, jeter un coup d'œil sur l'appareil psychique d'une structure beaucoup plus simple d'un animal inférieur. Nous choisissons, à cet effet, un Ver, non parce que l'homme, d'après Faust, « est semblable au ver qui s'agite dans la poussière », ni parce que la phylogénie moderne cite parmi nos ancêtres, dans l'arbre généalogique de l'homme, une série de Vers, mais parce que les Vers inférieurs sont remarquables par la structure très simple de leur organe psychique, et qu'ils servent fort par là à l'intelligence difficile de l'appareil psychique beaucoup plus compliqué des animaux supérieurs.

Lorsqu'on observe au microscope un de ces Vers simples, par exemple un Turbellarié (fig. 3), qui a l'aspect d'une feuille, on voit au-devant et au-dessus de la bouche une petite masse blanche sphérique d'où rayonnent, dans toutes les directions, de fins filaments qui se distribuent aux différentes parties du corps. Cette masse consiste en une substance nerveuse de consistance molle ; elle est le centre de tout l'appareil psychique : c'est un *cerveau* de la plus simple espèce (*g*).

Les filaments, qui du cerveau rayonnent vers toutes les parties du corps, sont les *nerfs*. On distingue deux sortes de filaments nerveux.

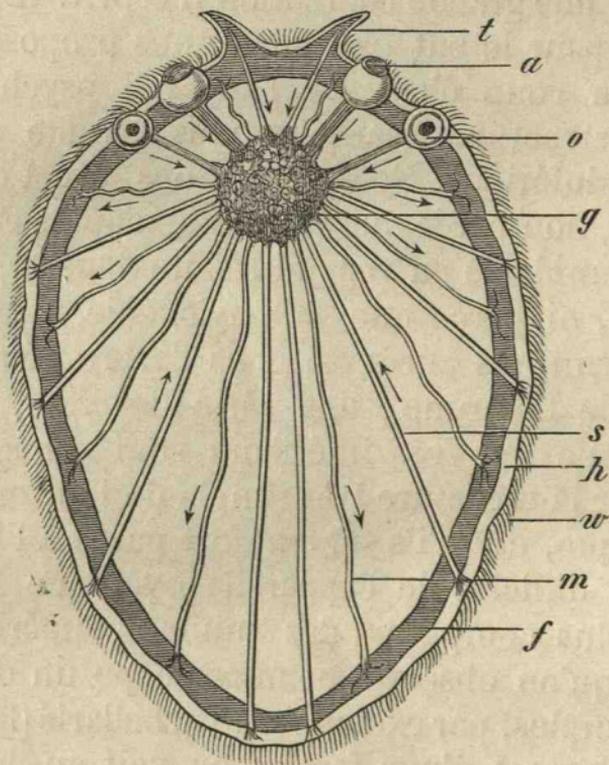


Fig. 3. — Système nerveux d'un Ver plat (*Turbellaria*). Du simple ganglion nerveux ou cerveau (*g*) partent en rayonnant deux sortes de nerfs: les nerfs (centripètes) de la sensation (*s*) se rendent à la peau (*h*), aux tentacules (*t*), aux vésicules de l'ouïe (*o*) et aux yeux (*a*); les nerfs (centrifuges) du mouvement ou moteurs (*m*) vont aux muscles situés sous la peau (*f*). *w*, cils de la peau.

Les uns, les nerfs moteurs (*m*), sont les instruments de la *volonté*; ils se rendent du cerveau vers les muscles (*f*), dont les fibres musculaires sont mises par eux en mouvement.

Les autres, les nerfs sensibles (*s*), sont les instruments de la *sensation* : ils conduisent les différentes impressions sensibles de la peau et des organes des sens au cerveau, et le mettent ainsi en rapport avec le monde extérieur. Les appareils des sens d'un tel Ver sont, à coup sûr, fort simples; ils n'en sont que plus dignes d'attention. Chez beaucoup de Vers, c'est uniquement la peau (*h*) qui joue le rôle d'un appareil général des sens et qui transmet les sensations d'espèce différente, surtout celles des variations de pression et de température. Chez d'autres s'associent en outre à cet effet : des tentacules (*t*); — des yeux de nature tout à fait rudimentaire; — des taches obscures dans la peau, qui renferment une lentille réfringente (*a*); — des organes de l'ouïe non moins simples (*o*); — une paire de fossettes ou de vésicules situées dans la peau, tapissées de petits poils très fins, de poils auditifs, excités d'une certaine manière par les ondes sonores.

C'est un fait d'une grande importance que même ces appareils des sens d'un ordre supérieur, les yeux et les oreilles, ne sont, chez les Vers inférieurs, que des parties développées d'une façon spéciale du tégument externe<sup>1</sup>. En

1. Sur l'origine des différents organes dans toute la série animale, on lira avec fruit, dans la *Revue internationale des sciences* (13 juin 1879), où ce chapitre a paru en partie, notre analyse

effet, les yeux et les oreilles, beaucoup plus développés et plus parfaits, des animaux supérieurs et de l'homme, proviennent aussi du tégument cutané le plus superficiel du corps et ne contredisent point cette loi importante, récemment bien établie, que tous les sens dérivent originellement de la peau :

*A l'origine, tous les différents appareils des sens des animaux ne sont que des parties différenciées de leur épiderme sensible.*

Les appareils du mouvement, les serviteurs de la volonté, les *muscles*, ont aussi originellement les plus étroits rapports avec la peau.

Chez les Vers inférieurs, tout le système musculaire est représenté uniquement par une mince couche de chair qui s'étend partout sous le tégument cutané (fig. 3, *f*). Ordinairement, cette couche musculaire cutanée des Vers se divise en deux couches différentes, une couche extérieure de fibres circulaires et une couche intérieure de fibres longitudinales : elle n'est pas encore différenciée en groupes de muscles disposés en faisceaux, ainsi que chez les animaux supérieurs.

Un fait très important sur lequel nous devons encore insister, c'est que tous les nerfs, les fibres sensibles centripètes, qui du cerveau se

rendent à la peau et aux organes des sens, aussi bien que les fibres motrices centrifuges qui du cerveau vont aux muscles, se trouvent en connexion intime avec ces parties extérieures. Si donc nous considérons l'appareil psychique entier comme un tout unique, les organes des sens ne sont que les expansions terminales des nerfs sensibles, et les fibres musculaires obéissant à la volonté ne sont, elles aussi, que des organes terminaux particuliers des nerfs moteurs. Comme point de jonction entre les uns et les autres est le cerveau, centre commun.

Pour avoir une idée claire de l'activité d'un semblable appareil psychique, de la nature de la vie psychique, rien de plus utile que de le comparer, comme on fait souvent, à un système de télégraphie électrique. Cette comparaison bien connue n'est pas seulement justifiée par toute la disposition de l'appareil psychique : les courants électriques jouent en fait le plus grand rôle dans les fonctions de cet appareil. Mais ce n'est que quand, au moyen de forts grossissements, on a distingué les plus petits éléments morphologiques constituant cet appareil, que cette comparaison acquiert toute son importance. Ces éléments microscopiques, ou matériaux de l'appareil psychique, ne sont pas autres que ceux dont sont composés les autres organes du corps, les « cellules ». Ici,

comme dans tous les domaines de l'histoire naturelle, c'est la théorie cellulaire, fondée par Schleiden et par Schwann, il y a quarante ans, qui nous ouvre l'accès à une connaissance plus approfondie. Quelque différentes que paraissent les innombrables formes des petites cellules dans les divers tissus des plantes et des animaux, elles ont toutes ce caractère commun,

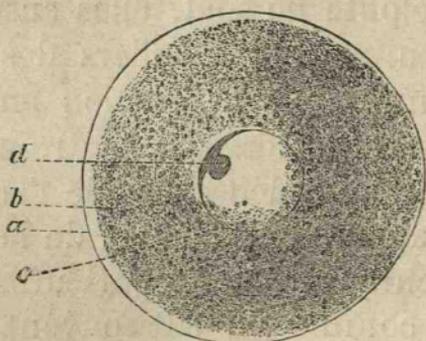


Fig. 4. — Cellule ovulaire d'un Ver. Le corps cellulaire sphéroïdal (b), composé de matière cellulaire ou protoplasma, est entouré d'une membrane d'enveloppe délicate (a) et renferme un noyau cellulaire (c) et un nucléole (d).

que chaque cellule possède un certain degré d'autonomie individuelle, a sa forme et sa vie propre. Ainsi que Brücke l'a dit très justement, chaque cellule microscopique est un organisme élémentaire, ou un « individu de premier ordre ». Nous verrons même bientôt qu'il faut attribuer à chaque cellule une âme, une âme cellulaire.

Innombrables comme les étoiles du ciel sont les myriades et les myriades de cellules qui

composent le corps gigantesque d'une baleine ou d'un éléphant, d'un chêne ou d'un palmier. Et cependant le corps monstrueux de ces

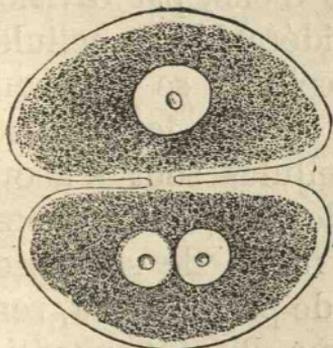


Fig. 5.

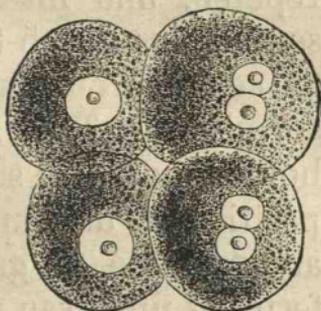


Fig. 6.

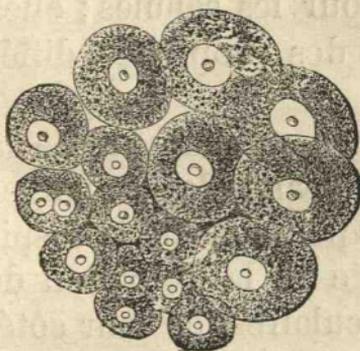


Fig. 7.

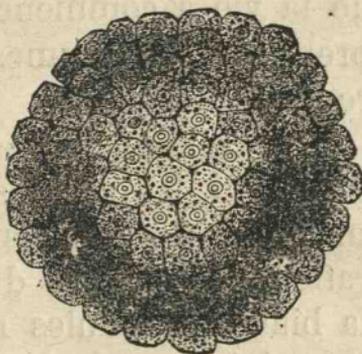


Fig. 8.

Fig. 5-8. — Division de la cellule ovulaire ou *sillonement* de l'œuf au début de son évolution. Par division répétée naissent de la cellule ovulaire simple (fig. 4) d'abord deux « cellules de sillonement » (fig. 5), puis quatre (fig. 6), puis huit, puis seize (fig. 7), et enfin un grand nombre de cellules (fig. 8). La sphérule polycellulaire, d'aspect muriforme (*Morula*, fig. 8), qui en résulte, se transforme plus tard en *Gastrula* (fig. 9) 1.

géants n'est au début de son existence, comme le corps infime des plus petits organismes,

1. Cf. mon *Anthropogénie*, leçon VIII<sup>e</sup>.

qu'une seule cellule minuscule, invisible à l'œil nu, la cellule ovulaire (fig. 4).

Mais, lorsque cette cellule commence à se développer, il naît bientôt d'elle, par division répétée, une masse considérable de cellules semblables (fig. 5-8). Ces cellules se disposent en couches ou feuilletts : ce sont les feuilletts germinatifs. Toutes les cellules sont d'abord homogènes, très simples de forme et de composition : une sphérule molle de substance albuminoïde, un grumeau de protoplasma, renfermant un noyau plus ferme. Bientôt apparaissent des différenciations ; la division du travail de la vie a commencé pour les cellules ; elles prennent des formes et des propriétés différentes.

Les cellules de l'estomac se chargent de la digestion, les cellules du sang des échanges matériels, les cellules des poumons de la respiration, les cellules du foie de la formation de la bile. Les cellules musculaires, de leur côté, s'emploient exclusivement au mouvement, les cellules des sens aux diverses sensations ; les cellules cutanées du tact apprennent à connaître les variations de pression et de température ; les cellules de l'ouïe apprennent à distinguer les ondes sonores, et les cellules de la vue celles de la lumière. Mais la plus difficile et la plus brillante carrière s'ouvre de-

vant les cellules nerveuses. Parmi elles, ce sont les cellules intellectuelles du cerveau qui, dans cette course hardie, remportent le prix le plus glorieux. Comme *cellules de l'âme*, elles s'élèvent bien au-dessus de toutes les autres espèces de cellules.

Cette importante division du travail entre les cellules, ou, comme s'exprime l'anatomiste, la formation des tissus, s'accomplit sous nos yeux en quelques jours dans le développement individuel de tout animal et de tout végétal. Elle commence déjà, au cours de l'évolution qui fait sortir l'animal de l'œuf, à ce moment où la postérité de la cellule ovulaire, les « cellules de sillonnement » (fig. 8), se disposent en couches ou feuillets germinatifs. Le germe animal prend à cette époque la forme d'une coupe à double paroi, et les deux parois de cette cavité ou de la *gastrula* (fig. 9, 10) sont les deux « feuillets germinatifs primaires ».

Du feuillet germinatif interne ou *feuillet intestinal* (entoderme, fig. 10, *i*), se développent les organes de la nutrition et des échanges matériels, les appareils des fonctions « végétales » de la vie. Du feuillet germinatif externe, du *feuillet cutané* ou des sens (exoderme, fig. 10, *c*), naissent les appareils des fonctions « animales », les muscles et les nerfs, la peau

et les organes des sens, en un mot, les *organes de l'âme*. C'est là un fait, insistons-y, de la plus haute importance, que chez tous les animaux polycellulaires, des Polypes hydriques à l'Homme, la division du travail des cellules

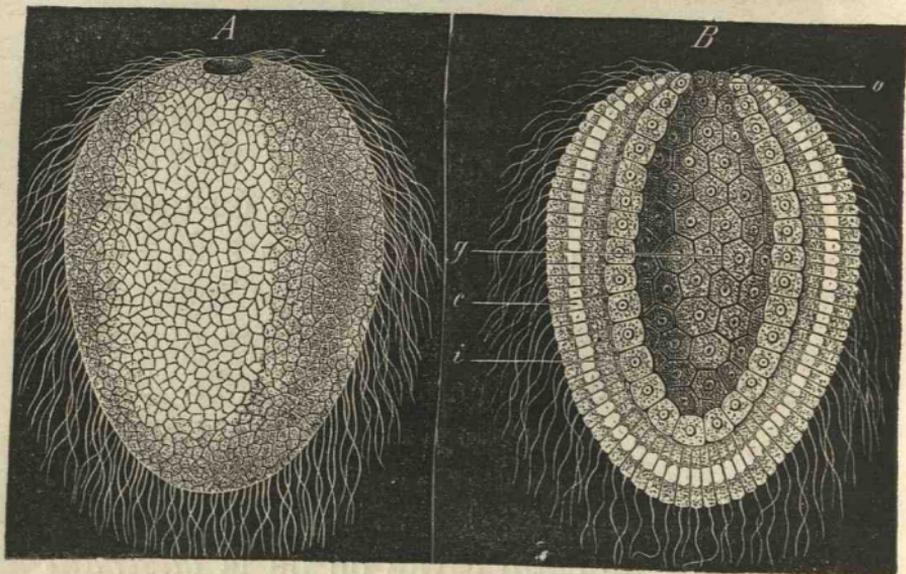


Fig. 9.

Fig. 10.

Gastrula d'une Éponge calcaire (*Olynthus*). — Fig. 9. A, vue du dehors. — Fig. 10. B, coupe longitudinale. *i*, couche de cellules internes ou feuillet intestinal (entoderme). *e*, couche de cellules externes ou feuillet cutané (exoderme). Les deux feuillets germinatifs renferment la cavité digestive, prototype de l'estomac, qui s'ouvre par une ouverture buccale *o*.

commence de cette manière, par la différenciation des deux feuillets germinatifs primaires, et que, partout et toujours, l'appareil psychique provient des cellules du feuillet germinatif externe. Chez les animaux de toutes les classes, les nerfs, les organes des sens et les muscles

naissent du feuillet cutané de la *gastrula* (fig. 11-15).

La formation des tissus, que nous voyons

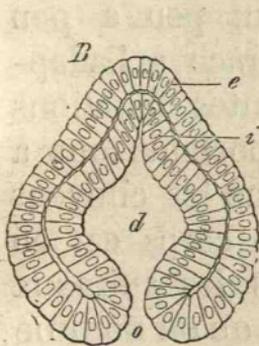


Fig. 11.

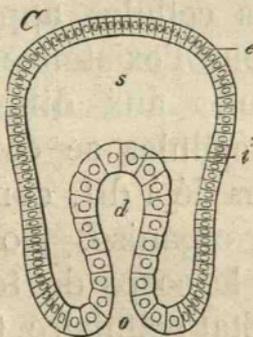


Fig. 12.

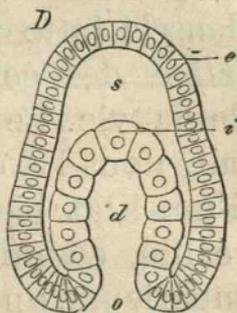


Fig. 13.

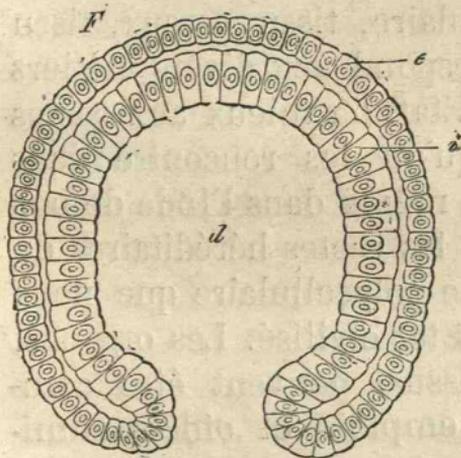


Fig. 14.

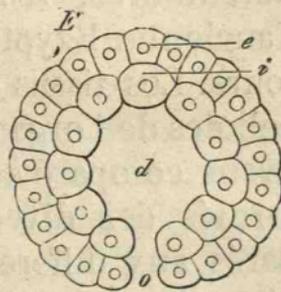


Fig. 15.

Coupe longitudinale de *gastrula* d'animaux appartenant à cinq classes différentes. — Fig. 11. B, ver (*Sagitta*). — Fig. 12. C, astérie. — Fig. 13. D, crustacé (*Nauplius*). — Fig. 14. E, mollusque (*Linnaeus*). — Fig. 15. F, vertébré (*Amphioxus*). — Partout *e* indique le feuillet cutané (exoderme), *i* le feuillet intestinal (entoderme), *d* la cavité de l'estomac, *o* l'ouverture buccale.

s'accomplir sous le microscope avec une rapidité étonnante, n'est qu'une brève répétition,

déterminée par l'hérédité, d'un long et lent processus historique, qui a duré des millions d'années, et au cours duquel la division du travail entre les cellules apparut peu à peu dans la lutte pour l'existence, grâce à l'adaptation des cellules aux différentes fonctions de la vie. Les cellules se comportent tout à fait, nous l'avons déjà dit, comme les citoyens d'un Etat bien organisé. Notre corps est en réalité, comme le corps de tous les animaux supérieurs, un Etat cellulaire. Ce qu'on nomme les tissus du corps, tissu musculaire, tissu nerveux, tissu glandulaire, tissu osseux, tissu conjonctif, etc., correspond aux divers métiers ou corporations de l'Etat, ou mieux aux castes héréditaires, telles qu'on les rencontre dans l'ancienne Egypte et même dans l'Inde de nos jours. Les tissus sont les castes héréditaires de cellules de l'organisme polycellulaire que nous avons comparé à un Etat civilisé. Les organes, formés des divers tissus, peuvent être comparés aux différents emplois et offices administratifs. A la tête de tout se trouve le puissant gouvernement central, le centre nerveux le plus élevé, le cerveau. Plus l'animal supérieur est développé, plus la monarchie cellulaire est fortement centralisée; plus le cerveau, l'organe dominateur, est puissant, plus est complexe l'appareil télégraphique du sys-

tème nerveux, qui met le cerveau en communication avec les plus hauts fonctionnaires de son gouvernement, les muscles et les organes des sens.

Elle est bien simple en comparaison, quoiqu'elle n'en diffère point au fond, la structure de l'appareil psychique de notre Ver. Si nous l'irritons d'une manière quelconque, si nous touchons sa peau délicate avec la pointe d'une épingle ou un petit morceau de glace, le changement de pression ou de température qui en résulte est aussitôt perçu par les cellules sensibles qui, comme des sentinelles, veillent sans cesse à l'extrême frontière du tissu cutané; immédiatement elles télégraphient au cerveau, par l'intermédiaire des nerfs de la peau, ce qu'elles ont senti. De même, les ondes sonores qui frappent les vésicules de l'ouïe sont perçues par les cellules de cet organe comme des bruits ou des sons et transmises télégraphiquement au cerveau par les nerfs de l'ouïe. Frappées par un rayon de lumière, les cellules visuelles de l'œil envoient aussitôt au cerveau un télégramme de lumière ou de couleur. Là siège le gouvernement supérieur de l'Etat cellulaire, consistant en quelques grosses cellules en forme d'étoiles dont les ramifications sont en connexion immédiate, d'une part avec les nerfs des sens qui transmettent les sensations, d'autre

part avec les muscles qui excitent les mouvements.

Dès que le gouvernement central a reçu des nerfs sensitifs un télégramme touchant un changement quelconque survenu dans le milieu ambiant, ce message est communiqué, comme *sensation*, par la cellule cérébrale (ou cellule ganglionnaire), mise la première en émoi, aux autres cellules, et le grand conseil décide alors ce qu'il y a à faire. Le résultat de cette décision est télégraphié, comme *volonté*, par les nerfs moteurs aux muscles, qui s'empresent d'exécuter l'ordre en contractant leurs fibres.

Le rôle le plus important dans la vie psychique, ce sont bien, on le voit, les cellules cérébrales ou ganglionnaires qui le jouent. Ces cellules de l'âme (fig. 16), qui constituent le gouvernement central de tout animal polycellulaire, sont anastomosées entre elles et forment un tissu réticulaire. Elles reçoivent toutes les nouvelles du monde extérieur, qui, par les cellules des sens, sont envoyées au cerveau, au moyen des fils télégraphiques centripètes des nerfs sensitifs. Elles communiquent en même temps tous les ordres de la volonté, qui vont aux muscles par les fils conducteurs centrifuges des nerfs moteurs. Ces merveilleuses cellules psychiques du cerveau accomplissent encore ce

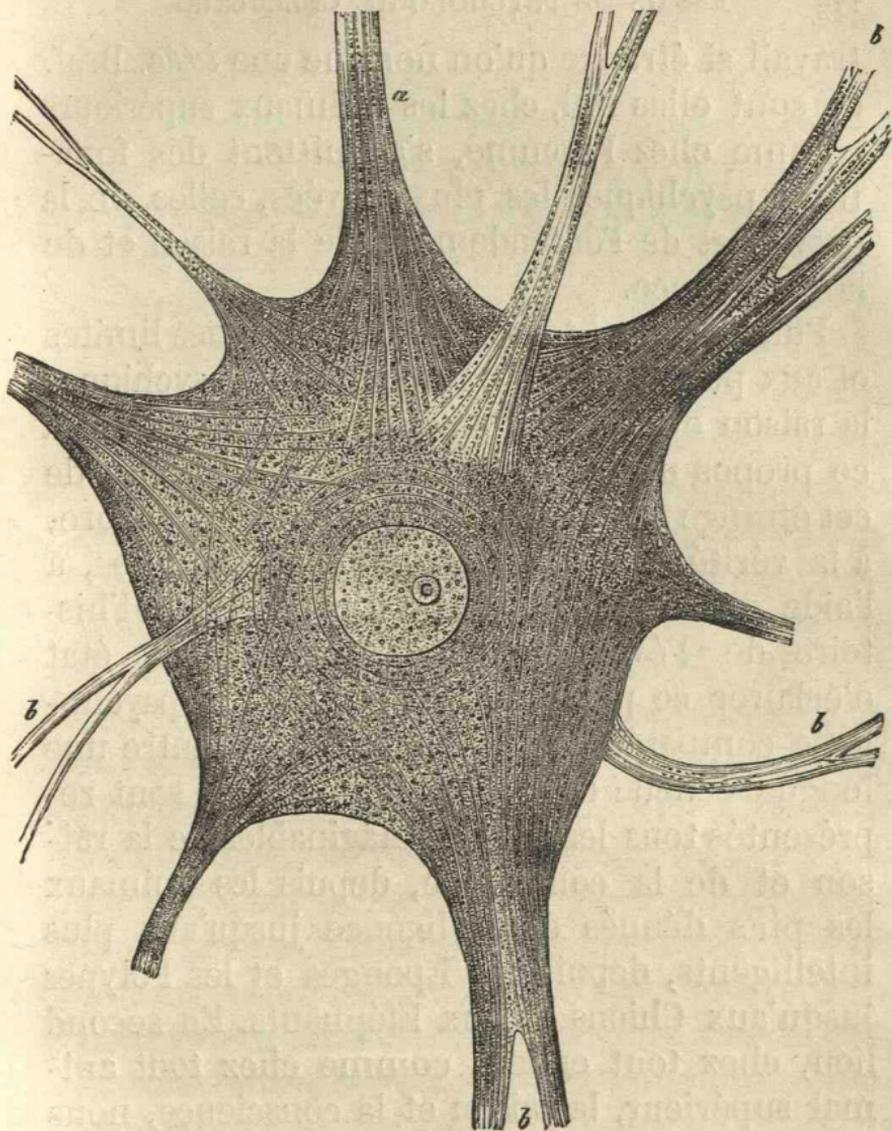


Fig. 16. — Cellule psychique ou cellule ganglionnaire, prise dans le cerveau d'un poisson électrique (*Torpedo*). Au centre de cette grosse cellule aux prolongements multiples est le noyau cellulaire sphérique (*nucleus*), qui contient un nucléole (*nucleolus*), lequel à son tour renferme un corps nucléolaire (*nucleolus*). Le protoplasma de la cellule est parcouru par d'innombrables fibrilles extrêmement fines. Les prolongements multiples de cette cellule vont se continuer en partie dans les filets nerveux *a*, en partie avec les ramifications d'autres cellules psychiques avec lesquelles ils s'anastomosent.

travail si étrange qu'on nomme une *idée*. Bref, ce sont elles qui, chez les animaux supérieurs comme chez l'homme, s'acquittent des fonctions psychiques les plus élevées, celles de la pensée et de l'entendement, de la raison et de la conscience.

Puisque nous touchons aux extrêmes limites et aux plus nobles produits de la vie psychique, la raison et la conscience, nous voulons faire à ce propos une remarque. La nature propre de cet étrange travail des cellules nous est encore, à la vérité, tout à fait inconnue. Néanmoins, à l'aide de la psychologie comparée et de l'histoire de l'évolution, nous sommes en état d'éclairer ce problème. Et d'abord, la psychologie comparée des animaux nous montre une longue échelle de développement, où sont représentés tous les degrés imaginables de la raison et de la conscience, depuis les animaux les plus dénués d'intelligence jusqu'aux plus intelligents, depuis les Éponges et les Polypes jusqu'aux Chiens et aux Éléphants. En second lieu, chez tout enfant, comme chez tout animal supérieur, la raison et la conscience, nous le savons, n'existent pas encore au moment de la naissance : elles ne se développent que progressivement et avec lenteur. Enfin, nous sentons par nous-mêmes qu'il existe aussi peu de division tranchée entre l'activité consciente et

l'activité inconsciente de l'âme qu'entre la pensée rationnelle et irrationnelle; ces oppositions ne sont point séparées par des limites fixes; elles se touchent et, par maintes transitions, se pénètrent réciproquement.

L'obscur question de la *conscience* joue un rôle capital, on le sait, dans les discussions psychologiques de ce temps. Le célèbre physiologiste du Bois-Reymond, dans le discours où il prononça son fameux *Ignorabimus*, au congrès des naturalistes de Leipzig, a parlé de la conscience comme d'un problème absolument insoluble : ce serait une limite de notre connaissance de la nature, limite que l'esprit de l'homme, quel que soit son développement ultérieur, ne dépassera jamais<sup>1</sup>. Beaucoup d'autres considèrent la conscience comme un privilège exclusif de l'homme, qui fait entièrement défaut à tous les animaux. Voilà une idée que ne partagera sûrement point quiconque a observé avec quelque persévérance les actions conscientes et réfléchies des chiens et des chevaux, des abeilles et des fourmis et d'autres animaux raisonnables.

Mais la première manière de voir n'est pas plus soutenable. Une observation attentive de nous-mêmes nous apprend, en effet, com-

1. V. *Les preuves du transformisme*, p. 119 et suiv. de notre traduction (Germer Baillière et C<sup>ie</sup>).

bien de fois des actions conscientes deviennent inconscientes. D'innombrables actions de la vie journalière, les mouvements, par exemple, que nous exécutons en nous servant d'un verre à boire, d'un couteau, d'une fourchette, pour lire et écrire, pour jouer des instruments de musique, etc., dépendent de l'accomplissement de fonctions très compliquées des nerfs et des muscles, qui ont dû être lentement apprises, grâce à la réflexion et avec une claire conscience, mais qui, peu à peu, par le fait de l'usage et de l'accoutumance, sont devenues pleinement inconscientes. Chaque matin, lorsque nous nous levons, que nous faisons notre toilette, que nous sortons, nous accomplissons tout à fait inconsciemment des centaines de mouvements fort complexes qui ont dû être appris à l'origine avec conscience, au cours d'une éducation lente et pénible. D'autre part, les actions inconscientes les plus diverses redeviennent tout à coup clairement conscientes, dès que, pour quelque raison, notre attention s'y porte, et que nous venons à nous observer nous-mêmes. Lorsqu'en montant un escalier nous faisons un faux pas, ou que nous frappons sur une touche fausse en jouant du piano, nous devenons aussitôt conscients d'une action inconsciente.

Ajoutez qu'il nous est également loisible de suivre chez tout enfant le développement pro-

gressif de la conscience. Appuyé sur ces faits, nous ne doutons plus que la conscience ne repose sur une fonction complexe des cellules psychiques, qui, d'abord progressivement acquise par l'*adaptation*, s'est ensuite peu à peu développée en vertu de l'*hérédité*, de la transmission héréditaire de nouvelles adaptations.

L'histoire comparée de l'évolution de la vie psychique dans le règne animal nous enseigne la même chose. Les mouvements moléculaires si complexes du protoplasma des cellules psychiques, dont le résultat le plus élevé est l'idée et la pensée, la raison et la conscience, n'ont été acquis que peu à peu, au cours de millions et de millions d'années, par la sélection naturelle. Car le cerveau, organe de ces fonctions, ne s'est développé, lui aussi, qu'avec lenteur, et graduellement, durant ces longues périodes, de la forme la plus rudimentaire à la plus parfaite. Ici comme partout, le développement de l'organe va de compagnie avec celui de sa fonction; l'outil se perfectionne à l'user.

L'observation comparée du système nerveux dans les différentes classes d'animaux, voilà ce qui fournit les plus solides fondements à cette manière de penser, si féconde en conséquences. Le cerveau si simple du Ver, avec le petit nombre de filaments nerveux qui en sortent, est devenu le point de départ d'une foule de com-

plications diverses dans le système nerveux des animaux supérieurs. Celui-ci est au système nerveux du Ver ce que le grandiose système télégraphique de l'empire allemand, avec ses centaines de stations et ses milliers d'employés, est au modèle primitif de télégraphe électrique, par lequel son inventeur inaugurerait, il y a quarante ans, un des plus grands progrès pour l'échange des idées entre les nations. Plus la sensibilité, la volonté et la pensée d'un animal sont développées, plus est complexe et centralisée la composition de l'appareil psychique qui accomplit ce genre de travail, et plus devient prédominant le centre nerveux dont dépend l'unique direction du tout.

Voilà pourquoi on a coutume de désigner le principal centre du système nerveux, le cerveau, au sens large du mot, comme le « siège de l'âme ». En réalité, cette manière de s'exprimer est pourtant inexacte; ce n'est qu'une image, comme lorsqu'on appelle une bonne ménagère « l'âme de la maison », un ministre tout-puissant « l'âme de l'État ». Nous ne voulons pas dénier à chacun la possession d'une âme individuelle dépendante d'un pouvoir central; nous ne devons pas non plus nier que cette âme n'existe dans l'appareil psychique des animaux supérieurs, dont nous considérons le cerveau comme « le siège de l'âme ». Lors-

que, dans la guerre franco-allemande de 1870, Paris, qui est véritablement l'âme de la France centralisée, et même, d'après Victor Hugo, l'âme du monde, était de toutes parts investie par les armées allemandes, et que toute communication télégraphique fut coupée avec le reste de la France, les fils du réseau télégraphique n'en continuèrent pas moins de travailler sans relâche dans les membres séparés du centre, et l'âme inébranlable de Gambetta organisa sans trêve de nouvelles armées pour délivrer la capitale assiégée.

De même, les expériences des physiologistes sur des grenouilles et des insectes décapités nous apprennent que, après l'ablation du cerveau, la vie de l'âme peut encore persister longtemps dans les autres parties du corps. Seule, la direction centrale, unique, du tout est détruite; seules, les fonctions les plus élevées de l'âme, la raison et la conscience, sont supprimées en partie ou complètement; mais d'autres fonctions continuent à s'exercer. Portet-on une goutte d'acide corrosif sur la peau d'une grenouille décapitée, elle l'essuie avec autant d'adresse que si elle possédait encore sa tête. Si nous retenons par une patte un scarabée décapité, il s'efforce de fuir avec les cinq autres tout aussi vivement et adroitement que s'il n'avait pas perdu son cerveau. L'activité

des sens et la sensation, la volonté et le mouvement musculaire persistent donc longtemps encore après que le cerveau a été enlevé. Ainsi, on doit bien distinguer entre cette âme centrale et consciente de l'animal polycellulaire et les âmes individuelles de ses innombrables cellules : celles-ci sont bien, à la vérité, subordonnées à la première, mais elles en sont toujours jusqu'à un certain degré indépendantes.

L'organe de l'âme centrale est l'ensemble des cellules psychiques, des cellules ganglionnaires du cerveau. L'organe de chaque âme cellulaire individuelle est, au contraire, le corps de la cellule même, le protoplasma et le noyau cellulaire, ou une partie de ces éléments.

## II

### VIE PSYCHIQUE DES INSECTES (ARTHROPODES). — L'INSTINCT.

Après les mammifères, il n'y a peut-être pas de classe d'animaux aussi importante pour la comparaison des divers degrés de développement de la vie de l'âme que la classe des insectes. Car, quoique les innombrables espèces d'insectes ne représentent que les variations infinies d'un seul et unique type primitif, bien

que la phylogénie moderne fasse descendre d'une seule forme ancestrale commune tous les Papillons et tous les Coléoptères, toutes les Mouches et toutes les Abeilles, tous les Orthoptères et tous les Névroptères, il existe pourtant dans le développement de leur activité psychique de très grandes différences. On sait quels contrastes éclatent entre la bêtise de l'Oie et la pénétration du Faucon, entre la stupidité du Rhinocéros et l'intelligence de l'Éléphant : ils paraissent pourtant insignifiants, ces contrastes, comparés à ceux que nous offre l'activité psychique des différents insectes.

D'un côté, beaucoup d'insectes inférieurs, les Pucerons, les Cochenilles, les Punaises, et en général les insectes parasites de différents ordres, s'arrêtent à un très bas degré de développement psychique, qui ne dépasse point celui de la plupart des Vers : manger et boire, voilà leur seul besoin. Mais, d'autre part, les insectes supérieurs, et surtout les insectes sociables, les Abeilles et les Guêpes, les Fourmis et les Termites, qui forment des sociétés, s'élèvent à une hauteur d'activité spirituelle qui ne peut être comparée qu'à celle des peuples civilisés formant des États. La merveilleuse division du travail, surtout chez les Fourmis, conduit à la division de leur État en différentes classes, dont les membres se distinguent par des signes

et des caractères particuliers. Là, nous distinguons non seulement des mâles et des femelles, mais encore des soldats et des ouvriers, des paysans et des maçons, des maîtres et des esclaves. Leurs travaux d'agriculture et d'horticulture ne se bornent pas seulement à récolter soigneusement des provisions et à conserver des fruits : ils vont en réalité jusqu'à la culture des légumes, jusqu'à l'élevage de bêtes à lait, les pucerons, dont elles sucent le suc mielleux.

Non moins digne d'admiration est le talent d'architectes que déploient les Fourmis et les Termites dans la construction de leurs palais grandioses, pourvus de milliers de chambres, de corridors, d'escaliers, de portes et de fenêtres. Mais ces arts de la paix ne leur font pas oublier le rude métier de la guerre, et le talent stratégique avec lequel on voit de nos jours des armées de Fourmis chercher à se cerner et à s'envelopper témoigne assez que ces insectes sont, eux aussi, des enfants de ce siècle de fer. Chez quelques espèces de Fourmis de l'Amérique du Sud, il s'est même développé, par un usage exagéré des armes, un militarisme intempérant, qui leur a fait abandonner entièrement les occupations paisibles du passé et les a conduites à la vie de brigandage des hordes de Tscherkesses.

N'oublions pas enfin que l'institution de l'es-

clavage, qui fait partie de la civilisation humaine, a été pratiquée par les Fourmis bien plus longtemps que par notre espèce, arrivée à une civilisation supérieure et à une organisation féodale. Il y a des États de Fourmis qui s'adonnent formellement à l'élevage des esclaves, qui volent les petits d'autres espèces et qui les élèvent pour s'en faire de fidèles esclaves. Et ces esclaves, reniant tous les liens de la nature, préfèrent plus tard à l'avantage de leur propre race les succès de leurs maîtres cruels, et aident même ceux-ci à opérer de nouvelles razzias d'esclaves. Ces faits si intéressants de la vie intellectuelle des Fourmis ont été découverts, il y a plus de cent ans, par Huber et par d'autres entomologistes ; on les a pourtant tenus longtemps pour des fables et des productions de l'imagination ; ce n'est qu'à notre époque qu'ils ont été pleinement confirmés par de nombreuses recherches et de nouvelles découvertes.

A coup sûr, la distance intellectuelle qui sépare l'intelligence des Fourmis de la stupidité de leur bétail, les Pucerons, est plus considérable que l'énorme distance existant entre le divin génie d'un Goëthe ou d'un Shakespeare et la misérable âme animale d'un Hottentot ou d'un nègre australien. Et cependant, ici comme là, il y a entre les points extrêmes toute une

longue série de degrés intermédiaires. Tous ont une origine commune. De même que la plupart des hommes font descendre notre espèce d'un père commun de tous les hommes, presque tous les zoologistes s'accordent à admettre que tous ces différents groupes d'insectes descendent d'un ancêtre commun. Les facultés de l'âme si dissemblables de ces insectes se sont ainsi peu à peu développées par l'adaptation aux diverses conditions d'existence, et, grâce à la transmission héréditaire, ces fonctions sont devenues ce qu'on appelle des instincts.

Point de conception qui, plus que l'instinct, ait produit autant d'erreurs et de malentendus dans la psychologie comparée. En faisant naître par un acte surnaturel de création chaque espèce animale, avec ses qualités particulières, les anciens naturalistes devaient aussi admettre que l'activité psychique propre à chaque espèce avait été créée en même temps, et que, grâce à cette feuille de route, chaque pas dans la vie de l'animal avait été déterminé d'avance. Par conséquent, toutes ces impulsions instinctives, qui devaient invariablement et infailliblement déterminer les habitudes de l'espèce, et parmi lesquelles sont les instincts artistiques, comme on les appelle, des oiseaux constructeurs de nids, des abeilles, etc., on y voyait

l'œuvre d'un instinct créé à l'origine avec l'espèce. Cette idée, généralement répandue, est devenue de tous points insoutenable, depuis que Darwin nous a appris que les espèces animales n'ont pas été créées ainsi séparément et que leurs instincts particuliers ne sont pas invariables.

On sait aujourd'hui que toutes les espèces d'une classe d'animaux descendent à l'origine d'une seule souche commune, et que, comme les autres propriétés de ces animaux, leurs instincts sont soumis à des variations et à des transformations sous l'influence toute-puissante de la sélection naturelle. Placés dans de nouvelles conditions d'existence, les animaux s'y adaptent; il leur vient de nouvelles pensées; ils font de nouvelles découvertes et acquièrent de nouveaux instincts. Le besoin rend inventif, et en s'exerçant on devient habile. L'implacable lutte pour l'existence impose, partout et toujours, de si rudes efforts à l'instinct de conservation des animaux, qu'ils sont forcés d'apprendre et de travailler, aussi bien que l'homme.

Il n'est pas vrai, quoiqu'on le prétende souvent, que les Castors construisent leurs palais aquatiques, les Hirondelles leurs nids, les Abeilles leurs rayons de miel, de tout temps et partout de la même manière, aujourd'hui

comme il y a deux mille, huit mille ans. Nous savons au contraire, par les observations les plus dignes de foi, que même ces instincts artistiques si hautement développés varient sensiblement et s'adaptent aux conditions avantageuses de chaque localité. Les derniers Mohicans de la race des Castors, qui vivent aujourd'hui encore en Allemagne, se sont adaptés aux sévères exigences de la civilisation et ne bâtissent plus de grands palais aquatiques comme leurs ancêtres d'il y a deux mille ans. Tandis qu'en Europe le Coucou dépose ses œufs dans les nids des autres oiseaux, en Amérique il n'a pas pris cette mauvaise habitude. Tout apiculteur de quelque expérience sait combien les mœurs particulières des Abeilles varient souvent d'une ruche à l'autre. Que les Rossignols, les Pinsons et autres oiseaux chanteurs apprennent de nouvelles mélodies, s'approprient de nouvelles gammes par imitation, et, par suite, modifient leur instinct musical, ce sont choses bien connues de tout le monde. Et ne voyons-nous pas avec évidence chez nos chiens domestiques, nos chiens de chasse, nos bassets, nos chiens de berger, etc., comment de nouveaux « instincts » fort divers se sont développés par l'éducation, par l'exercice, par l'habitude?

L'observation comparée et exempte de pré-

jugés établit donc que ce qu'on appelle « l'instinct » des animaux n'est qu'une somme d'actions psychiques qui, acquises à l'origine par l'*adaptation* et fortifiées par l'*habitude*, ont été transmises par l'*hérédité* de génération en génération. Exécutées d'abord avec conscience et réflexion, beaucoup d'actions instinctives des animaux sont devenues inconscientes avec le temps, comme il arrive tout à fait de la même manière pour les actes ordinaires de l'intelligence humaine. Ces actes aussi peuvent avec le même droit être considérés comme des manifestations d'un instinct inné, ainsi que c'est souvent le cas pour l'instinct de la conservation, l'amour maternel, l'instinct social, etc.

*Il suit que l'instinct n'est pas plus une propriété exclusive du cerveau de l'animal que la raison n'est un privilège spécial de l'homme.*

Ce qui résulte au contraire de ces faits pour la psychologie comparée, c'est qu'il existe une très longue série de degrés d'élaboration progressive et de formes évolutives de la vie psychique, descendant pas à pas de l'homme supérieur à l'homme inférieur, des animaux plus hautement doués aux moins développés, jusqu'à ce simple Ver dont le ganglion nerveux rudimentaire a été le point de départ de toutes les formes cérébrales de cette série d'êtres.

Comme il n'existe, en fait, aucune lacune dans cette échelle, et que le simple appareil psychique de notre Ver contient déjà tous les éléments morphologiques — nerfs, organes des sens et muscles — dont est construit l'admirable appareil psychique, si hautement développé, de la Fourmi et de l'Homme, les naturalistes admettent généralement aujourd'hui qu'il existe une vie psychique, ou une « âme », chez tous les animaux pourvus d'un système nerveux.

### III

VIE PSYCHIQUE DES POLYPES HYDRAIRES, DES MÉDUSES,  
DES SIPHONOPHORES, ETC. (ZOOPHYTES).

Mais en est-il ainsi pour ces animaux inférieurs, tels que les Coraux, les Polypes, les Éponges, auxquels, même sous la forme la plus rudimentaire, tout système nerveux fait défaut? L'absence d'un système nerveux marque-t-il ici la limite de la vie de l'âme? En d'autres termes, y a-t-il ici une *âme sans nerfs*? Des naturalistes éminents, par exemple Virchow et du Bois-Reymond, le nient, et soutiennent qu'on ne saurait parler d'une véritable vie psychique chez ces animaux sans nerfs. Nous

sommes d'un sentiment contraire, et nous nous fondons sur l'accord de tous les zoologistes qui n'ont cessé d'observer, durant de longues années, ces animaux dépourvus de nerfs. Nous sommes même convaincu que ces animaux sans nerfs, et pourtant *animés*, sont de l'intérêt le plus élevé pour la psychologie comparée et qu'ils nous livrent le secret, nous donnent le moyen de pénétrer dans l'intelligence véritable du développement de l'âme.

L'animalcule le plus instructif, le plus connu et le plus étudié de ce groupe remarquable d'animaux inférieurs, est le Polype commun d'eau douce, l'Hydre. Ce petit être mou, de quelques millimètres de longueur, est partout très répandu dans nos lacs et dans nos étangs, et il est facile de se le procurer en tout temps. Mais peu de personnes se doutent de la foule de renseignements importants que nous livre cet être, à peine visible, sur les plus graves mystères de la vie. Son corps, qui a la forme d'une coupe ronde et allongée, est tantôt gris ou vert, tantôt brun ou rouge. La cavité de la coupe est l'estomac de l'Hydre; son orifice en est la bouche. Autour de la bouche rayonne une couronne de quatre à huit minces filaments, qui servent aussi bien, comme tentacules, pour le tact, que, en manière de

filaments préhensiles, pour saisir la nourriture.

On cherche en vain chez l'Hydre des yeux et des oreilles, des muscles et des nerfs; pourtant, nous ne doutons pas que cet animal ne soit très sensible et très mobile. Touche-t-on légèrement, de la pointe d'une aiguille, son corps allongé, celui-ci se contracte aussitôt en une petite masse arrondie. Plaçons près de la fenêtre un verre d'eau contenant des Hydres : en quelques heures, tous les Polypes se trouvent rassemblés dans le vase du côté exposé à la lumière. Ainsi ils sentent la lumière, quoiqu'ils n'aient point d'yeux, et, sans muscles, se dirigent en rampant vers la lumière. La sensibilité et le mouvement volontaire, ces deux signes si importants de la vie psychique des animaux, existent donc sans aucun doute chez le Polype, et pourtant il lui manque les organes particuliers de l'âme, les muscles et les nerfs ! Comment expliquer cette énigme ? Y a-t-il ici une fonction sans organe, une âme sans appareil psychique ?

Le microscope donne à cette question une réponse décisive. Le corps cupuliforme de l'Hydre consiste en deux coupes de même forme emboîtées l'une dans l'autre et dont les parois se touchent partout étroitement. Il ressemble donc essentiellement à la gastrula (fig. 9, 10).

Si nous regardons, à un fort grossissement, de minces coupes transversales de la double paroi du corps creux de l'Hydre, nous voyons que chacune des deux coupes est composée d'une couche spéciale de cellules. Ces deux couches de cellules ont des propriétés et une valeur très différentes. Les cellules de la couche interne s'occupent exclusivement des tra-

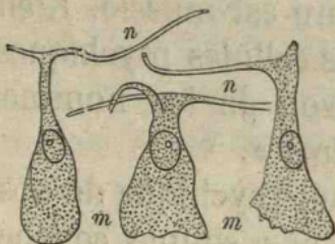


Fig. 17. — Trois cellules névro-musculaires de l'Hydre. La partie externe (contenant un noyau) est sensible, nerveuse (*n*); la partie interne (filiforme), mobile, musculaire, (*m*).

vaux végétatifs de la nutrition, de la digestion et des échanges de matières. Les cellules de la couche externe s'acquittent des fonctions animales de la sensibilité et du mouvement. En déchirant avec une aiguille cette couche cutanée, externe, on remarque sur un grand nombre de ces cellules isolées un ou plusieurs longs prolongements filiformes (fig. 17). Un examen attentif nous apprend que ces minces filaments forment comme un anneau entre les deux couches cellulaires du corps cupuliforme et, à la manière d'un muscle, lui permettent de se contracter, tandis que la partie externe,

arrondie, nucléée, des mêmes cellules est sensible. Nous sommes donc en présence de ce fait remarquable, capital, qu'une cellule seule accomplit les travaux les plus importants de l'âme. La partie externe, arrondie, de la cellule, a pour fonction la sensibilité ; la partie interne, filiforme, la volonté, le mouvement volontaire. La moitié extérieure de la cellule est nerf ; la moitié intérieure est muscle. Kleinenberg, qui a découvert ces cellules psychiques de l'Hydre, a donc eu raison de les nommer « cellules névro-musculaires ».

Tout l'appareil psychique de nos Polypes ne consiste qu'en une simple couche de ces cellules névro-musculaires, et chacune d'elles en particulier accomplit de la manière la plus simple ce que, sous une forme incomparablement plus parfaite, peut accomplir l'appareil psychique si complexe des animaux supérieurs, avec les cellules différentes des nerfs, des muscles, des sens, etc. Naturellement, il y a ici absence complète d'un appareil central, d'un cerveau ; à la place, toute la membrane externe de nos petits Polypes est le « siège de l'âme ». Nous n'admirerons donc plus cette étonnante propriété, bien connue depuis 1744 par les expériences de Trembley, qu'à l'Hydre de pouvoir être divisée. Si nous coupons aujourd'hui un Polype d'eau douce en cinquante petits mor-

ceux, ceux-ci se développeront en peu de semaines en autant de Polypes complets. Chaque particule du corps cyathiforme croit aussitôt et redevient un Polype. Les âmes cellulaires de toutes les cellules individuelles névro-musculaires sont absolument semblables.

Les cellules névro-musculaires de l'Hydre sont donc, comme disent les ménagères à Berlin, des « bonnes à tout faire ». Chacune d'elles s'acquitte, dans l'économie psychique de ce petit Polype, de tous les travaux différents qui sont répartis, chez les animaux supérieurs, aux cellules des muscles, des nerfs et des sens. Toutes ces espèces de cellules, qui diffèrent tant entre elles, sont nées, par la division du travail, de simples cellules névro-musculaires.

Le premier résultat de cette division du travail apparaît chez les Cloches de mer ombelliformes ou Méduses, qui sont apparentées de très près aux Hydropolypes, quoique déjà considérablement plus développées (fig. 18).

Quiconque a passé quelques semaines au bord de la mer a certainement vu parfois nager par bandes ces charmants animaux gélatineux, en forme de cloches; et celui qui, en prenant un bain de mer, a senti leur contact désagréable, se souviendra de la sensation de brûlure, comme celle que produit le contact

d'une ortie, qu'il a éprouvée. Voilà pourquoi le groupe étendu d'animaux auquel appartiennent les Méduses a reçu le nom d'animaux

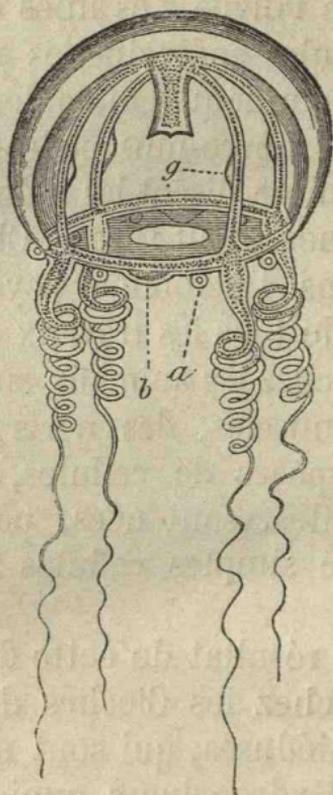


Fig. 18. — Méduse (*Eucope*). Du milieu du corps en forme de cloche pend la cavité digestive, l'estomac, d'où descendent au bord de la campanule quatre canaux de nutrition. Des œufs (*g*) sont au milieu des canaux. Du bord (*b*) pendent quatre filaments préhensiles; entre ceux-ci, on voit huit vésicules auditives (*a*).

urticants ou *Acalèphes*. Si nous prenons avec beaucoup de précautions, au moyen d'un grand vaisseau de verre, une de ces Méduses dans la mer, et que nous examinions la structure de son corps, nous y découvrons déjà des organes

psychiques spéciaux. Au bord du corps ombelliforme veillent comme des sentinelles de vrais yeux de l'espèce la plus simple et des vésicules auditives; des nerfs permettent aux

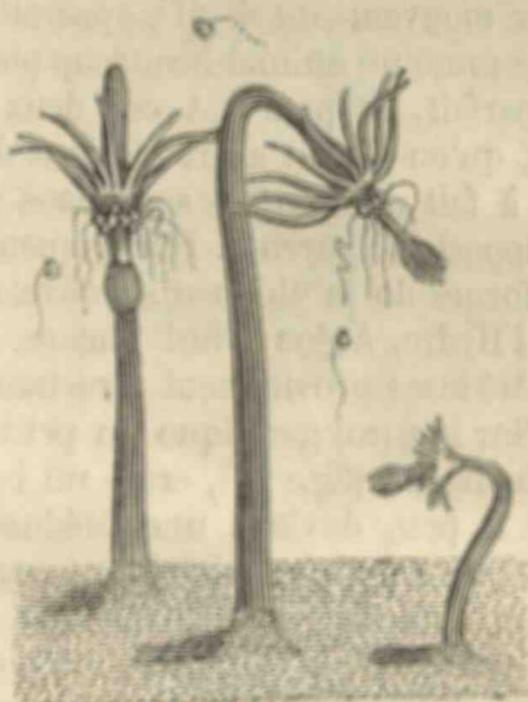


Fig. 18. — Trois *Polysa hydroides* (*Caryomorpha*) saisis au fond de la mer. Deux de ces Polysas ont pu avoir des homologues de Méduses (*Acomonotrypa*), dont trois se sont déjà détachés.

cellules des sens de communiquer avec les cellules des muscles, qui accomplissent les puissants mouvements natatoires des Méduses. Mais ici encore les nerfs et les muscles sont dans le plus étroit rapport avec leur lieu d'origine, la membrane cutanée externe; quant à un cerveau proprement dit, quant à un organe

central unique de tout l'appareil psychique, les Méduses n'en possèdent pas encore.

Comparée aux simples Polypes hydroïdes, minuscules et fixés, la grande et charmante Méduse, aux mouvements si vifs, apparaît certainement comme un animal beaucoup plus élevé et plus parfait. Et pourtant ces deux formes animales, qu'on plaçait autrefois dans des classes tout à fait différentes, sont dans les plus étroits rapports de parenté. Historiquement, en effet, la forme de la Méduse se développe de celle de l'Hydre. Aujourd'hui encore, la plupart des Méduses proviennent directement des Polypes. Sur la paroi gastrique du petit Polype de mer hydroïde (fig. 19), croît un bourgeon qui, peu à peu, devient une Méduse, puis, comme un fruit mûr, se détache et nage librement. Des œufs de cette Méduse (fig. 20) ne naissent pas d'autres Méduses, mais des Polypes, des germes, qui se fixent et prennent en croissant la forme cupuliforme de l'Hydre.

Dans cette *génération alternante*, bien connue, deux formes animales fort diverses naissent donc alternativement l'une de l'autre : la bisaïeule ressemble à la mère, l'aïeule à la petite fille ; mais les deux séries sont au plus haut point dissemblables. Les première, troisième, cinquième, septième générations sont de petits Polypes inférieurs fixés (fig. 19) ; les

deuxième, quatrième, sixième, huitième générations sont représentées, au contraire, par

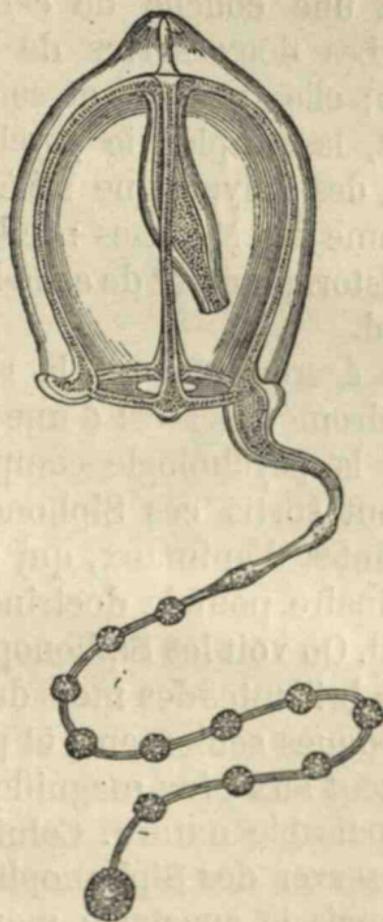


Fig. 20. — Méduse (*Stenstrupia*) née par bourgeonnement du Polype de la figure 19. — Du milieu de la cloche pend l'estomac, d'où quatre canaux descendent au bord du disque ombelliforme. Sur cette marge sont quatre yeux, mais seulement un long filament préhensile.

de grandes Méduses supérieures qui nagent librement (fig. 20). Et, ce qui nous intéresse surtout ici, celles-ci ont des nerfs, des mus-

clés et des organes des sens; ceux-là n'ont à la place qu'une mince membrane cutanée, consistant en une couche de cellules névro-musculaires. Les deux sortes de générations ont des âmes; elles veulent et sentent. Mais, naturellement, la simple vie psychique, toute rudimentaire, des Polypes, ne s'élève pas à la hauteur de l'âme des Méduses : celle-ci ne s'est développée historiquement de celle-là que beaucoup plus tard.

A d'autres égards encore, la remarquable classe des Hydroméduses est d'une importance capitale pour la psychologie comparée. C'est d'elle que sont sortis ces Siphonophores, ces colonies flottantes d'animaux, qui ont une valeur extraordinaire pour la doctrine de la division du travail. On voit les Siphonophores nager sur les vagues brillantes des mers du Midi, mais à certaines époques seulement, et pas souvent; ils appartiennent aux plus magnifiques productions de l'inépuisable nature. Celui qui a eu le bonheur d'observer des Siphonophores vivants n'oubliera jamais le spectacle merveilleux de leurs formes et de leurs mouvements. On ne saurait mieux comparer ces Siphonophores qu'à une plante aquatique, dont les feuilles, les fleurs et les fruits aux couleurs variées et délicates, aux formes élégantes, paraissent taillées dans du cristal (fig. 21). Chaque appendice particulier,

ressemblant à une fleur ou à un fruit de la colo-

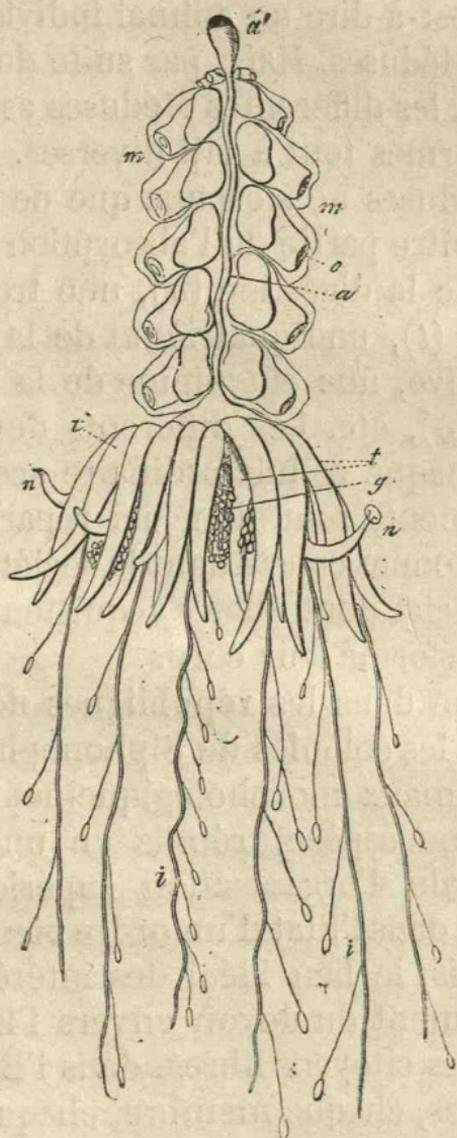


Fig. 24. — Siphonophore (*Physophora*) nageant dans la mer. *a*, vésicule d'air ou vésicule natatoire à l'extrémité supérieure. *m*, individus nageants ou cloches natatoires. *o*, ouverture ombelliforme de celles-ci. *t*, individus sentants ou Polypes tactiles. *g*, individus produisant des œufs, ou individus femelles; *n*, individus s'acquittant de l'office de la nutrition.

nie flottante, est en réalité une Méduse individuelle, c'est-à-dire un animal individuel de l'espèce des Méduses. Mais, par suite de la division du travail, les différentes Méduses associées ont pris des formes tout à fait diverses. Une partie de ces Méduses ne s'occupe que de la natation (*m*), une autre partie de l'absorption de la nourriture et de la digestion (*n*), une troisième des sensations (*t*), une quatrième de la défense et de l'offensive, une cinquième de la production des œufs (*g*), etc. Les différents devoirs de la vie, que chaque cellule ordinaire accomplit individuellement, sont donc ici répartis aux diverses personnes constituant la société, et, selon l'office spécial dont elles s'acquittent, elles ont toutes transformé leur corps.

Ainsi que dans les républiques de Fourmis, il y a dans les colonies de Siphonophores beaucoup d'animaux morphologiquement différents d'une même espèce, réunis en une communauté sociale d'organisation supérieure. Mais, tandis que, dans l'Etat d'un ordre bien plus élevé des Fourmis, le lien idéal des intérêts sociaux et du sentiment du devoir envers l'Etat retient ensemble les citoyens libres, dans l'Etat des Siphonophores, chaque membre, chaque individu de la communauté est, comme un esclave, rivé par un lien corporel à la chaîne de l'Etat. Chaque individu possède bien ici aussi son âme in-

dividuelle; séparé du corme, il peut se mouvoir volontairement et sentir pour son propre compte. Mais la colonie entière possède en outre une volonté unique et centralisée, de laquelle dépendent les individus associés, ainsi qu'une sensibilité commune qui communique immédiatement à tous les membres de la colonie chaque perception individuelle. Chacune des Méduses ainsi réunies d'un Siphonophore peut donc dire d'elle-même, avec Faust : « Deux âmes, hélas! habitent dans ma poitrine! » L'âme égoïste de chaque individu vit en compromis avec l'âme sociale du corme entier ou de l'Etat.

Malheur aux Méduses d'un Siphonophore qui, par un aveugle égoïsme, veulent se séparer de la communauté et mener à leur guise une libre existence! Incapables d'accomplir tous les offices spéciaux, nécessaires à leur conservation, et que leurs différentes concitoyennes accomplissaient pour elles, ces Méduses, ainsi isolées, périssent rapidement. Parmi les Méduses d'un corme, l'une, en effet, ne peut que nager, la seconde sentir, la troisième manger, la quatrième saisir des proies et repousser l'ennemi, etc. Seules, l'action réciproque et réglée, l'assistance mutuelle de tous les membres de ces sociétés flottantes, la communauté de sentiment, l'âme centralisée, en un mot, qui les

unit, peuvent assurer aux individus comme à la colonie tout entière une existence durable. C'est ainsi que l'accomplissement loyal des devoirs, civiques et sociaux, de la part des citoyens, permet seul aux Etats de s'affermir et de durer.

#### IV

VIE PSYCHIQUE DES PROTISTES, DES INFUSOIRES (PROTOZOAIRES),  
DES CELLULES DE LA LYMPHE ET DU SANG, DES CELLULES  
OVULAIRES, DES CELLULES ORGANIQUES DES PLANTES ET DES  
ANIMAUX, DU PROTOPLASMA ET DES PLASTIDULES.

L'enseignement le plus important que nous retirons pour notre sujet de l'observation attentive des Siphonophores, c'est la conviction que l'âme unique d'un animal, qui paraît simple, peut être en réalité composée d'un grand nombre d'âmes différentes. L'*unité de l'âme* se manifeste avec tant d'apparence dans la délicatesse des sensations et la vivacité des mouvements des Siphonophores, que les zoologistes n'hésitèrent point d'abord à considérer le corne entier comme un seul et unique individu, comme un seul être, et que, même aujourd'hui encore, cette idée erronée trouve des défenseurs distingués. Mais l'anatomie et l'observation sans

parti pris du développement de ces êtres nous persuadent sans peine que ce qui semble être ici une seule âme, est en réalité la somme résultant de l'union d'âmes individuelles.

Quelque étrange que le fait paraisse, on découvre quelque chose d'analogue chez tous les animaux vivant en société, et, partant, chez l'Homme. Ne parle-t-on pas de l'esprit d'un peuple, du sentiment public, de la volonté nationale? Et ne voit-on pas, par des milliers d'exemples historiques, que cette âme du peuple, que cet esprit national sent et pense, veut et agit avec autant d'unité que chaque homme pris individuellement? Un peuple entier se lève comme un seul homme contre l'oppression d'un despote et brise le trône des tyrans. Comme un seul homme, une nation offensée ressent l'injure faite à son honneur et se venge sur l'offenseur. Quand, il y a quatorze cents ans, le flot irrésistible de l'invasion germanique inonda l'Europe entière; quand, en 1848, avec une force non moins invincible, toutes les nations de l'Europe s'ouvrirent de nouvelles et libres voies pour leur développement politique, — dans ces événements de l'histoire du monde apparaît en toute sa grandeur la puissante unité de l'idée, c'est-à-dire d'une certaine forme de la pensée et de la volonté. Et pourtant cette apparente unité de l'idée est en réa-

lité la somme de millions d'idées individuelles, qui, dans les âmes de tous les citoyens, — ou du moins de la majorité, — se portent dans une même direction, tendent à un même but.

Ce que la vie psychique des nations fait apparaître en grand, la vie intellectuelle de tout homme et celle des animaux supérieurs nous le font voir en petit. Là aussi, pour le regard pénétrant du zoologiste, l'unité apparente de l'âme se résout dans la somme des âmes cellulaires individuelles, dans les fonctions psychiques particulières des cellules sans nombre dont se compose tout organisme polycellulaire. On peut, certes, chez l'homme et chez les animaux supérieurs, désigner d'une façon spéciale les cellules du cerveau par le nom de *cellules psychiques*, parce qu'elles représentent bien, d'une façon éminente, l'unité de l'Etat cellulaire, et centralisent le gouvernement de cet Etat. Mais nous ne devons pourtant pas oublier que cette haute souveraineté des cellules psychiques directrices n'est que le fruit de l'excessive division du travail et de la centralisation, et que, malgré tout, la vie psychique propre à chaque cellule de tous les autres tissus de l'organisme persiste et subsiste encore. Chaque cellule individuelle du sang, des os, de la peau, etc., conserve jusqu'à un certain degré sa propre sensibilité indé-

pendante et sa propre volonté, quelque subordonnée qu'elle soit au fond à la toute-puissante influence des cellules dominatrices du cerveau.

L'âme cellulaire est donc un phénomène tout à fait général de la vie organique; la cellule psychique, au contraire, un phénomène particulier. Bref, toute cellule vivante, nous devons l'admettre, a une âme cellulaire; mais les cellules psychiques proprement dites ne se rencontrent que chez les animaux supérieurs, dans le système nerveux central, et elles accomplissent simplement ici, sous une forme plus élevée, les fonctions psychiques qui, sous une forme plus humble, ont été accomplies à l'origine par toutes les cellules. Oui, ces cellules psychiques si hautement développées, ces cellules aristocratiques, descendent originairement de simples cellules du plus bas état, qui étaient douées d'une âme psychique tout à fait ordinaire.

Notre manière de voir au sujet de l'âme cellulaire n'est pas encore généralement adoptée; elle est même énergiquement combattue par des savants considérables, tels que Virchow<sup>1</sup>. Mais, appuyé sur le solide fondement de la théorie actuelle de l'évolution réformée par

1. V. *les Preuves du transformisme*, ch. IV.

Darwin, nous devons soutenir que notre théorie de l'âme cellulaire est une conséquence aussi nécessaire qu'importante de la conception moniste de la nature. Qu'il nous soit permis, en finissant, de jeter encore un rapide regard sur ce groupe inférieur d'êtres qui semblent surtout témoigner de la vérité de cette théorie, d'une portée si étendue.

Aux profondeurs de la vie, au degré le plus bas de l'organisation, entre les extrêmes limites du règne animal et du règne végétal, et reliant étroitement les deux grands règnes, vit et s'agite ce monde étrange d'organismes microscopiques invisibles à l'œil nu, qu'on nomme d'ordinaire Infusoires, Protozoaires ou PROTISTES <sup>1</sup>. Le plus grand nombre de ces protistes demeurent toute la vie au degré morphologique d'une simple cellule, et pourtant cette cellule possède incontestablement aussi bien la sensibilité que le mouvement volontaire. Chez les Ciliés (fig. 21), aux mouvements si animés, ces fonctions psychiques se manifestent avec une énergie si étonnante que le célèbre Ehrenberg, qui s'est illustré par ses recherches sur les infusoires, soutenait inébranlablement, avec la plus grande assurance, qu'il devait aussi exister chez ces

1. V. *Le Règne des Protistes. Aperçu sur la morphologie des êtres vivants les plus inférieurs, suivi de la classification des Protistes*, par E. Hæckel. Trad. de l'allemand et précédé d'une préface par Jules Soury (Reinwald, 1880).

êtres des nerfs et des muscles, un cerveau et des organes des sens.

Or la vérité est qu'il n'y en a aucune trace. Le protoplasma du corps de la cellule, la ma-

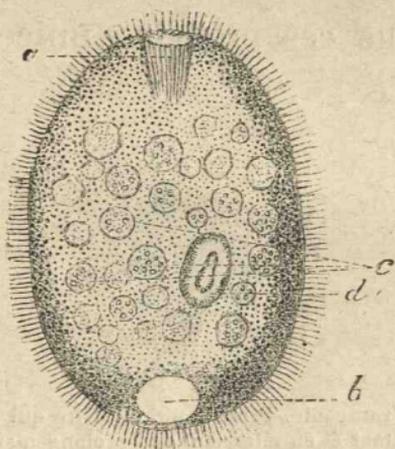


Fig. 22. — Infusoire unicellulaire de la classe des Ciliés (*Prorodon*). *a*, ouverture buccale de la cellule avec un entonnoir pharyngien en forme de nasse. *b*, vésicule contractile. *c*, particules nutritives absorbées dans le corps protoplasmique de la cellule. *d*, noyau de la cellule. Sur toute la surface de la cellule sont de fins cils qui servent tant à la sensation qu'au mouvement volontaire.

tière nucléaire du noyau cellulaire qui y est contenu, sont ici les seuls supports matériels de la vie psychique et forment un appareil psychique de la plus grande simplicité. Quand on acquiert la conviction que, déjà chez ces infusoires unicellulaires, il existe des caractères et des tempéraments très-différents, des individus intelligents et insensés, forts et faibles, vifs et lourds, aimant la lumière ou la fuyant,

on ne peut s'expliquer les nombreux degrés de la vie psychique chez ces petites créatures que par l'hypothèse de différences très-déli- cates dans la composition de leurs corps protoplas- miques.

Parmi tous ces protistes unicellulaires, les

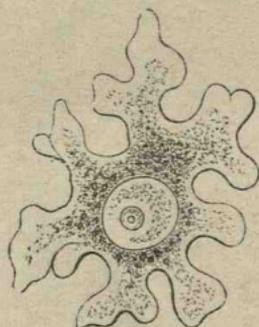


Fig. 23. — Amibe rampante. Protiste unicellulaire qui modifie constamment sa forme en émettant et en rétractant des prolongements de son corps protoplasmique. Au milieu, le noyau cellulaire avec nucléole.

Amibes nous intéressent particulièrement ; on les rencontre partout dans les eaux douces ou dans la mer ; on les voit au microscope (fig. 23). Leur corps cellulaire entièrement nu et simple n'a aucune forme déterminée : il modifie constamment celle-ci *volontairement*, en émettant tantôt sur un point de sa surface, tantôt sur un autre, des prolongements digitiformes. Ces pseudopodes protéiformes, qui paraissent et disparaissent sans cesse alternativement, servent à la fois de pieds pour la locomotion volontaire et de tentacules pour la sensation à l'Amibe rampante. Non essentiellement diffé-

rentes de ces Amibes sont encore un grand nombre de cellules indépendantes dans le corps des animaux supérieurs, en particulier beaucoup de cellules migratrices, qui vaguent çà et là. A ces cellules nomades amiboïdes appartient, par exemple, les cellules de la

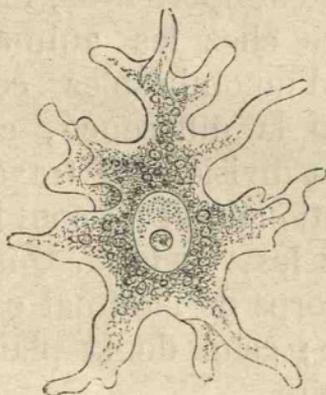


Fig. 24. — Cellule ovulaire d'une Éponge calcaire (*Olynthus*), qui sent et se meut volontairement comme une Amibe, et, partant, a une âme.

lymphe, qui circulent dans nos vaisseaux lymphatiques, et les leucocytes du sang, qui, par milliards, circulent sans relâche dans les parties les plus diverses du corps. Les cellules ovulaires des animaux sont également douées de mouvement volontaire et de sensibilité; chez beaucoup d'Éponges, ces « esprits » voyagent sans repos et librement dans le corps de l'animal (fig. 24). Ces *cellules ovulaires animées* sont surtout importantes parce que toutes les autres cellules de l'organisme en dérivent.

L'activité psychique, au sens étendu du mot, est donc bien une propriété générale de toutes les cellules organiques. Mais, s'il en est ainsi, le moyen de refuser entièrement aux PLANTES une vie psychique? Les plantes inférieures sont, elles aussi, de simples cellules, et, chez toutes les plantes supérieures, le corps est constitué, comme chez les animaux du même ordre, par d'innombrables cellules individuelles. Toute la différence, c'est que chez les animaux la division du travail des cellules et la centralisation de l'Etat sont bien plus avancées que chez les végétaux. Quant à la forme politique, le corps de l'animal est une monarchie cellulaire; celui de la plante, une république cellulaire.

Toutes les cellules individuelles demeurant chez la plante beaucoup plus indépendantes que chez l'animal, l'unité de l'âme nous apparaît beaucoup moins dans celle-là que dans celui-ci. Seules, quelques plantes d'une importance particulière, telles que les délicates Sensitives, les Dionées gobe-mouches, y font exception. C'est pourquoi la vie psychique des plantes a été beaucoup moins étudiée que celle des animaux; quelques naturalistes seulement s'en sont occupés. Parmi eux, citons le pénétrant fondateur de la psychophysique, le professeur Fechner, de Leipzig, qui, dans une

série d'écrits ingénieux, a exposé la théorie de l'âme des plantes. Aussi bien, ce qui justifie déjà suffisamment l'hypothèse nécessaire d'une âme de la plante, c'est qu'on ne saurait tracer une limite précise entre le règne animal et le règne végétal. Les infusoires unicellulaires ou protistes forment le pont qui réunit en une unité générale les deux grands règnes de la vie organique. Les divers degrés de l'activité psychique sont seulement très variés et très différents dans les deux règnes.

C'est un des plus grands mérites de la théorie cellulaire de nous avoir appris que la substance la plus importante de la cellule, le protoplasma possède partout et essentiellement les mêmes propriétés fondamentales, qu'il s'agisse d'un infusoire unicellulaire, d'une cellule végétale isolée ou de n'importe quelle cellule d'un animal. La plus importante de ces propriétés fondamentales, c'est la vie psychique, la faculté qu'a le protoplasma de sentir les excitations de diverse sorte et de réagir contre ces excitations par des mouvements déterminés. Que cette propriété appartienne au protoplasma de toutes les cellules sans exception, l'observation microscopique nous en fournit la preuve immédiate. Cette unité du protoplasma *animé* nous permet donc d'émettre l'hypothèse que les derniers facteurs de la vie psychique sont les

plastidules, c'est-à-dire, nous le répétons, les particules élémentaires, les molécules invisibles, homogènes, du protoplasma, dont l'infinie variété compose toutes les innombrables cellules différentes.

Il n'est point de reproche qu'on fasse plus souvent aux sciences naturelles de nos jours, — et, en particulier, à celle d'entre ces disciplines qui promet le plus, à la théorie de l'évolution, — que celui de rabaisser la nature vivante à un mécanisme sans âme, de bannir tout idéal du monde réel et de détruire toute poésie. Notre étude comparée et génétique de la vie psychique met à néant, croyons-nous, ce reproche peu justifié. Car, d'après notre conception moniste de la nature, toute matière vivante au contraire est animée, a une âme, et le plus merveilleux de tous les phénomènes naturels, que nous désignons d'ordinaire par les mots « âme » ou « esprit », se trouve être précisément une propriété générale de tout ce qui vit.

Bien loin de croire, comme nos adversaires, à une matière grossière et inanimée, nous devons plutôt admettre qu'il y a dans toute matière vivante, dans tout protoplasma, les premiers éléments de toute vie psychique, je veux dire la sensation rudimentaire de plaisir et de déplaisir, le mouvement élémentaire d'at-

traction et de répulsion. Seuls, les degrés d'élaboration et de complexité de cette âme diffèrent chez les différents êtres vivants et nous mènent progressivement, par une longue série de transitions ascendantes, de l'âme obtuse de la cellule à l'âme consciente et rationnelle de l'homme.

Nous pouvons encore moins accorder que, par notre théorie moniste de l'évolution, la conception poétique et idéale du monde soit en péril ou même anéantie. Assurément nous n'avons plus les nymphes et les naïades, les dryades et les oréades, qui, pour les anciens Grecs, animaient les sources et les fleuves, peuplaient les bois et les montagnes : elles se sont évanouies, depuis longtemps, avec les dieux de l'Olympe. Mais les innombrables esprits élémentaires des cellules remplacent ces demi-dieux conçus à l'image de l'homme.

S'il y a jamais eu une idée au plus haut point poétique et vraie en même temps, n'est-ce pas de savoir que dans le plus petit vermisseau, comme dans la plus imperceptible plante, vivent des millions d'âmes indépendantes ; que, chez tout infusoire microscopique unicellulaire, il existe aussi bien une âme agissante, individuelle, que dans les cellules du sang, qui circulent sans relâche en ce liquide, ou dans les cellules cérébrales, qui s'élèvent à la plus haute de toutes les fonctions psychiques, à la

claire conscience ? A ce point de vue, la théorie de l'âme cellulaire nous semble être le progrès le plus décisif qu'on ait fait pour réconcilier l'étude idéale et réelle de la nature, l'ancienne et la nouvelle conception du monde.



FIN



# TABLE DES MATIÈRES

---

PRÉFACE DU TRADUCTEUR..... V-XXIX

## PREMIER ESSAI

### LA PÉRIGENÈSE DES PLASTIDULES

I. — Essai d'explication mécanique des processus élémentaires du développement organique.....	1
II. — La pangenèse de Darwin et la périgenèse des plastidules.....	9
III. — La théorie cellulaire et la théorie des plastides.....	15
IV. — Théorie du plasson.....	32
V. — Reproduction, hérédité, adaptation, sélection et division du travail des plastidules et des plastides (cystodes et cellules), ramenées aux lois de la mécanique moléculaire.....	47
VI. — La périgenèse des plastidules.....	69
CONCLUSION.....	88

## DEUXIÈME ESSAI

### PSYCHOLOGIE CELLULAIRE

I. — Les âmes cellulaires et les cellules psychiques.....	95
II. — Vie psychique des insectes (arthropodes); l'instinct..	124
III. — Vie psychique des polypes hydriques, des méduses, des siphonophores, etc. (zoophytes).....	132
IV. — Vie psychique des protistes, des infusoires (protozoaires), des cellules de la lymphe et du sang, des cellules ovulaires, des cellules organiques des plantes et des animaux, du protoplasma et des plastidules.....	146

---

Coulommiers. Imp. Paul BRODARD

