

manifestations des précédentes. Il faut de plus passer de l'examen de ces propriétés à celui de l'état de la matière organisée qui en est douée, et de ce dernier même à celui des conditions extérieures dans lesquelles elle se trouve. C'est là ce qu'on nomme remonter à la cause des phénomènes biologiques. Mais dans les études de ce genre il ne suffit pas de se borner à l'étude du phénomène le plus apparent ou le plus modifié, s'il s'agit d'un cas accidentel, car ce qu'il y a de plus frappant n'est souvent qu'un effet, qu'une résultante d'une *dysharmonie* d'action. La dysharmonie entre les actes élémentaires, qui résulte de l'absence de solidarité amenée par le trouble de l'une d'entre elles, entraîne en effet des perturbations dont la nature réelle est insaisissable tant que les conditions de cette solidarité restent indéterminées. Or, cette solidarité entre toutes les parties constituantes d'une part, entre tous les actes de l'autre, est le problème fondamental de la biologie.

PREMIÈRE SECTION

DES PROPRIÉTÉS VÉGÉTATIVES DES CELLULES.

En fait, la manifestation des propriétés végétaives (p. 164) est simultanée dans l'organisme agissant; mais, comme pour les étudier il faut les examiner successivement, l'ordre le plus naturel est celui dans lequel on commence par la propriété la plus simple, la plus générale et la plus indépendante de toutes, pour arriver graduellement à la plus compliquée, la plus spéciale et qui est le plus sous la dépendance des autres. Nutrition (1), développement, puis naissance et reproduction, tel est,

(1) Le mot *nutrition* (*nutritio*, *nutricatio*) est très-ancien. Jusqu'au commencement de ce siècle, il a généralement eu le sens dans lequel il est pris ici. « *Nutritio est Actio naturalis quæ intercedentibus variis alterationibus subordinatis et segregationibus, beneficio caloris vitalis, succus nutricius partibus corporis universis ac singulis oblatus in substantiam nutriendi convertitur, et ita, quod antea deperditum est, reparatur* » (Charlton, *Exercitationes physico-medice, sive œconomia animalis novis in medicinâ hypothesibus superstructa et mecanice explicata*. Londini, 1658, in-12, exercitatio I, § II). « *Nutritio est continue effluentis materiæ redintegratio* » (Castelli, *Lexicum medicum*. Geneva,

par suite, l'ordre dans lequel doivent être étudiées les propriétés d'ordre organique dites végétatives.

Il semble qu'on devrait commencer par l'étude de la naissance, pour examiner ensuite les phénomènes du développement, et terminer enfin par celle de la propriété de nutritivité. C'est, en effet, l'ordre dans lequel ces propriétés se manifestent sur chaque élément anatomique observé individuellement. Il naît d'abord, puis se développe et se nourrit (1). Si cet ordre peut être suivi lorsqu'il s'agit de chaque espèce d'élément en particulier, il n'en est pas ainsi dans l'étude des actes eux-mêmes, c'est-à-dire des propriétés de la matière, non point brute, mais organisée. En effet, si l'élément anatomique ne se nourrit qu'après être né, on ne le voit jamais naître hors d'un individu vivant, aux dépens de matériaux qui ne vivent pas. Il naît, soit aux dépens d'autres cellules d'une manière directe, soit spontanément, mais toujours au sein d'une matière qui se nourrit. La nutrition est donc une condition de la naissance des éléments anatomiques, condition tellement nécessaire que cette dernière ne peut être étudiée si l'on ne connaît la première.

1746, in-4, art. *NUTRITIO*, p. 530). Le sens adopté dans ce livre est celui dans lequel Buffon et Haller l'avaient pris, mais avec plus de précision et d'exactitude encore (Haller, *Elementa physiologie*. Lausannæ, 1766, t. VIII, pars II, lib. XXX, sectio 2, *Status hominis et nutritio*, p. 48 et suiv.). Cependant quelques auteurs, Charlton en particulier, confondaient la nutrition avec la génération. « *Nutritio nihil aliud quàm singulis momentis renovata generatio*. » Cette erreur a souvent été commise depuis. Buffon (*Histoire naturelle des animaux*. Paris, 1749, in-4, t. II, p. 18 et suiv., 41-48), distingue nettement la *nutrition*, le *développement* et la *reproduction* comme propriétés essentielles des êtres organisés et dominant tous les autres actes. Depuis lors on a peu ajouté à ce qu'il dit de la nature élémentaire de ces actes et de leur subordination. Le sens du mot *nutrition*, ou pénétration avec incorporation intime de matière venue du dehors dans celle de l'être vivant, suivie d'une expulsion continue de ce qui est devenu superflu, n'a que rarement été aussi exactement saisi. Bien que Bichat ait très-clairement distingué le *double mouvement* qui caractérise la nutrition (*Anatomie générale*, 1801, §§ III, IV et VIII), au lieu de la ranger dans les propriétés d'ordre organique ou vital, que le premier il avait distinguées des fonctions, il l'a classée parmi les fonctions (§ VIII). Cette erreur a été généralement copiée depuis, et a été la source de nombreuses confusions (voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4, Avertissement). Beaucoup d'auteurs ont également considéré la nutrition comme une sécrétion, tandis que le premier de ces actes est la condition d'existence du second. Cette confusion, qui est des plus singulières est aussi des plus contraires à l'exacte interprétation des autres actes de l'économie, tant à l'état normal qu'à l'état pathologique.

(1) Voy. Aug. Comte, *Philosophie positive*. Paris, 1^{re} édit., 1838, in-8°, et 3^e édit., t. III, *Biologie*.

En second lieu, le développement reconnaît pour condition d'existence une prédominance de l'acte d'assimilation, qui est l'un des côtés de la nutrition, sur l'autre acte, dit de désassimilation, qui lorsqu'il prédomine sur le premier, entraîne l'atrophie ou évolution en sens inverse du premier, soit normale, soit pathologique. Le développement est donc subordonné à la nutrition par laquelle s'accomplit l'apport des matériaux sans l'assimilation desquels n'a pas lieu l'augmentation de dimensions et les changements intimes qui caractérisent le développement. L'étude de la propriété de nutritivité doit donc être faite avant d'aborder celle de la propriété d'évolutivité, sans quoi celle-ci reste incompréhensible. Elle doit en un mot être faite la première et précéder celle de la naissance, comme celle du développement.

Nous venons de voir que l'étude de la nutrition doit logiquement précéder celle des deux autres propriétés végétatives sans lesquelles toutes deux restent incompréhensibles. Il semble d'abord, que tout au moins l'étude de la natalité doit précéder celle de l'évolutivité. Mais, d'une part, le développement suit d'une manière si immédiate la naissance des éléments anatomiques qu'en adoptant cette marche on se trouve involontairement conduit à confondre la naissance avec l'évolution, c'est-à-dire deux choses essentiellement différentes. Cette grave erreur est même si fréquemment commise que presque partout le mot *développement* est pris comme synonyme de reproduction. Il y a une raison plus importante encore qui doit faire étudier la propriété du développement avant celle de la reproduction. C'est que : 1° les éléments anatomiques qui en produisent d'autres directement, aux dépens de leur propre substance, ne le font qu'autant qu'ils ont atteint un certain développement, parcouru certaines périodes d'évolution dont le phénomène de reproduction marque en quelque sorte une phase extrême ; or, celle-ci serait incompréhensible si les phénomènes antérieurs de développement n'étaient déjà connus ; 2° c'est qu'enfin, les éléments qui naissent spontanément, de toutes pièces, entre d'autres éléments, à l'aide et aux dépens d'un blastème fourni par ceux-ci, ne se produisent qu'autant que ces derniers ont déjà un certain développement. Celui-ci

doit donc être connu si l'on veut pouvoir se rendre compte de la manière dont ce degré d'évolution devient la condition de la genèse d'éléments semblables ou analogues (1).

Ainsi nutritivité, évolutivité et natalité des éléments anatomiques, tel est l'ordre logique dans lequel doivent être étudiées leurs propriétés.

Néanmoins, pour lier l'exposé anatomique composant les deux premières parties de ce livre aux données physiologiques dont il va être question, l'étude de ces trois propriétés de la vie végétative sera faite ici dans l'ordre inverse de l'énumération qui précède.

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRATION DES CELLULES ET DÉTERMINATION DE LA NATURE DE LEURS PARTIES.

Pour les anciens, les mots naissance (voy. p. 164), *nativitas*, *generatio*, *genesis*, signifiaient entre autres choses : *Ortus rerum naturalium ex præexistente materia*. Le mot *formatio* n'avait pas le même sens, il s'appliquait au fait de donner une forme à un objet ou à celui de l'acquisition d'une forme comme résultat de la procréation, et c'est dans ce sens qu'on disait *formatio factus* (2). Les expressions *naissance*, *génération* et *reproduction* ont généralement été adoptées pour désigner le phénomène dont il est ici question, même en parlant des éléments anatomiques, comme par exemple dans les phrases suivantes : « Ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire des plantes se produit, mais par la *force génératrice* d'un premier utricule, qui en *engendre* d'autres doués de la *même propriété* » (Mirbel) (3); et encore : « l'en-

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur la substance organisée et l'état d'organisation* (Journ. de physiol.; Paris, 1862, in-8, p. 501); *Note sur la manière de déterminer si une substance d'origine organique doit être considérée comme substance organisée* (Ibid., 1868, p. 5) et *Mémoire sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général, et des éléments anatomiques en particulier* (Journ. d'anat. et de physiol.; Paris, 1864, in-8, t. 1, p. 26).

(2) Castelli, *loc. cit.*, 1746.

(3) Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha*. Paris, 1831, in-4, p. 13.

semble de faits tend à prouver que cet abondant résidu (de *cambium* des plantes), élaboré derechef et devenu soluble par l'effet de procédés chimiques qui nous sont inconnus, se rend où l'appellent les besoins de la végétation et sert à la fois à la *création*, à la *génération* de nouveaux utricules et à la *nutrition* des anciens » (Mirbel) (1). Depuis Schleiden (2) et Schwann (3), ces expressions ont été remplacées par celle de *formation* de cellules (*Zellenbildung*). Mais c'est à tort, et cet exemple ne doit pas être suivi, car les mots *formation* et *naissance* désignent deux phénomènes très-différents. Le premier sert à faire connaître qu'on obtient et qu'on peut obtenir quelque *composé chimique*, qui n'existait pas l'instant d'avant ; ou bien il désigne le fait chimique de combinaison ou de décomposition, soit directe, soit indirecte, qui a pour résultat la formation d'un composé chimique. Il s'applique, comme on voit, aux *corps bruts*, ou à l'un de leurs phénomènes, mais non aux corps vivants. La *naissance* est ce fait que caractérise la production, dans un être vivant (c'est-à-dire se nourrissant), à l'aide de principes immédiats variés, d'un élément anatomique, noyau, cellule, etc., qui, dès leur apparition, offrent une structure et un volume déterminés différents selon les individus ; qui naissent ayant de prime abord certaines dimensions, et qui peuvent ensuite se développer ou rester tels, plus ou moins longtemps, à moins qu'ils ne s'atrophient et ne soient résorbés. Dès la naissance, la substance des éléments anatomiques est vivante elle-même, participe aux actes de rénovation moléculaire de l'être dans lequel elle est née. Le terme *naissance*, dans le sens le plus général, en un mot, ne s'applique qu'au fait de l'apparition des *corps organisés* en un point où ils n'existaient pas, et le terme *formation* n'est applicable qu'au fait de l'apparition d'une ou de plusieurs espèces de corps bruts, de composés chimiques.

On observe la naissance des cellules dans deux ordres de conditions qu'il faut bien distinguer :

(1) Mirbel, *Nouvelles notes sur le cambium*, lues à l'Académie des sciences, le 29 avril 1839 (Mém. de l'Acad. des sc. Paris, in-4, t. XVIII, p. 19).

(2) Schleiden, *Beiträge zur Phytogenese* (Archiv für Anat. und Physiologie. Berlin, 1838, in-8, p. 138 et suiv.).

(3) Schwann, *loc. cit.*, 183, p. 1958.

1° Dans l'*ovule fécondé*, devenu par là un individu nouveau : c'est cet ovule qui en fournit les matériaux ou mieux les principes immédiats, c'est à l'aide et aux dépens du *vitellus* qu'ils naissent ;

2° Dans le *corps de l'être déjà formé*, soit encore à l'état d'embryon, ou à l'état fœtal, soit devenu adulte. C'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'ovule qu'a lieu la génération de l'organisme ; c'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'être dérivant de l'ovule, combinée avec le développement de tous ces éléments, qu'a lieu l'accroissement de l'organisme entier.

Que l'on se figure, au moment de la fécondation, un ovule composé de son vitellus que protège la membrane vitelline ; représentez-vous, d'autre part, le *jeune* au moment de sa naissance ou la graine au moment de sa maturité. Cet être est composé d'éléments anatomiques bien constitués, et pourtant rien de visible n'est entré dans cet organisme, nul élément anatomique n'y a pénétré du dehors et tout formé ; ce n'est que molécule à molécule que sont arrivés à l'ovule au travers de ses membranes d'enveloppe des principes immédiats nutritifs venus de la mère, ou du dehors si l'être est ovipare.

Puisque dans cet être nul élément n'est entré de toutes pièces et préformé, et que pourtant le fœtus a grandi beaucoup, ne faisant que dilater ses enveloppes sans en sortir, tout est donc né dans l'œuf : 1° soit directement à l'aide et aux dépens du vitellus dont la substance s'individualise en cellules diverses ; 2° soit par génération de toutes pièces à l'aide de principes immédiats entrés molécule à molécule et provenant du dehors.

Lorsque l'être quitte ses parents, ou sort de ses enveloppes, il est bien plus grand que l'ovule dont il dérive, et dans lequel rien n'a pénétré qu'à l'état fluide, par endosmose ; donc tous les éléments n'ont pu dériver du vitellus même.

Une fois la substance du vitellus épuisée, il a dû naître des éléments à l'aide d'autres matériaux ; donc au mode de provenance des cellules à l'aide et aux dépens de la substance du vitellus directement, quel que soit son accroissement propre, a dû succéder un autre mode de naissance différent du premier. C'est là en effet ce que l'on observe.

Ces phénomènes, du reste, ne se suivent pas avec des alternatives de brusque cessation de l'un et de subite apparition de l'autre (1).

L'organisme étant composé d'éléments anatomiques, on voit que sa naissance est caractérisée par une génération d'éléments anatomiques. C'est ainsi que l'apparition de ceux-ci et celle de l'être nouveau se confondent en un point ; c'est ainsi que dans les actes élémentaires de l'économie, nous trouvons à l'état d'ébauche et de simplicité la plus grande et la plus facile à saisir, les phénomènes les plus complexes qu'il faut étudier à l'autre extrémité de la physiologie ; c'est ainsi enfin que dans l'examen des phénomènes de naissance des éléments anatomiques, il faut répéter un certain nombre des faits qui concernent l'origine de l'embryon ; ou en sens inverse, en traitant de ce dernier phénomène, on est conduit à reproduire certaines des

(1) La naissance, y compris la reproduction et la régénération ne saurait être confondue sans erreur grave avec la rénovation moléculaire continue ou nutrition ; définir celle-ci par la première comme on l'a fait si souvent depuis Harvey et Leibnitz (Voy. *Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibnitz* ; Paris, 1857, in-8, *Introduction*, par M. Foucher de Careil, p. LXXVI et suivantes et p. 412-435) n'est qu'une manière de reculer une difficulté faute de pouvoir la résoudre. Dans la nutrition, les éléments anatomiques sans cesser d'être les mêmes individuellement, sans disparaître de l'économie, sont le siège d'un remplacement matériel, molécule à molécule, de la matière devenue inapte à servir davantage et qui se désassimile ; remplacement qui est opéré par des principes immédiats qui n'ont pas encore été utilisés. Dans la génération, c'est l'apparition de substance organisée, amorphe ou à l'état d'éléments anatomiques figurés qui n'existait pas, ou qui ayant existé n'existe accidentellement plus (comme dans le cas de la régénération ou cicatrisation). Si ces deux phénomènes n'en faisaient qu'un, l'économie durerait toujours, car, dans le cas où la nutrition serait réellement une *génération continue*, il y aurait remplacement incessant de toutes pièces, par *néogenèse* de parties n'ayant pas encore servi ; ou bien en cas d'identité de celle-ci avec la nutrition, ces parties supposées préexistantes et apparues on ne sait comment, ne feraient que renouveler leurs principes immédiats, sans qu'il y eût possibilité de *régénération* des parties enlevées (comme dans le cas de la cicatrisation des brûlures, etc.), autrement que par allongement des éléments restants, ce qui n'est pas. La nutrition seule exprime réellement dans l'économie ce que Leibnitz entend sous le nom de *loi de continuité*, et cela par la série de phénomènes rigoureusement de même ordre qu'elle représente tant que persistent certaines conditions de composition immédiate de la substance organisée et relatives aux circonstances extérieures à cette dernière. Le développement qui fait suite en quelque sorte à la nutrition présente à un moment donné un temps d'arrêt qui interrompt cette continuité ; si la naissance par *reproduction* n'a lieu que lorsqu'un certain degré du développement des éléments qui se reproduisent est atteint, elle interrompt cette continuité du développement par son fait même ; quant à la naissance par *génération* elle n'est en rien continue à la nutrition des éléments qui précèdent ceux dont l'apparition a lieu à un moment donné.

données relatives à la génération des cellules. Mais ce n'est pas là une répétition, c'est un rappel de faits déjà connus sur lesquels on s'appuie.

ARTICLE PREMIER. — DE LA GENÈSE DU NOYAU VITELLIN.

On sait que la *vésicule germinative* n'est autre que le noyau de la cellule par laquelle débute l'évolution première de l'ovule dans l'ovisac ou dans les tubes ovariens ; ce noyau, devenu vésiculeux, disparaît spontanément par rupture ou par liquéfaction de sa paroi, lorsque cette évolution de l'œuf en tant qu'élément anatomique est achevée, lorsque celui-ci est devenu un organe distinct, séparable du lieu où il est né et apte à subir une évolution individuelle propre. Cette disparition, à tort mise en doute par quelques auteurs, est le signe même par lequel se manifeste cette aptitude, dite *maturité de l'œuf*. C'est avant et non après la fécondation qu'elle s'accomplit.

Une fois survenue, que la fécondation ait eu lieu ou non, les globules polaires se produisent, mais rien de plus ne survient. Si, au contraire, les spermatozoïdes ont pénétré dans l'œuf, et ont en se liquéfiant mélangé leur substance, qui est celle du mâle, au vitellus qui est formé par de la substance de la femelle, celui-ci, devenu ainsi différent de l'ovule proprement dit, présente une série de phénomènes ultérieurs.

Parmi eux comptent d'abord les changements dans la constitution intime et le groupement des granules du vitellus et la production de son noyau central ou *noyau vitellin*. Le noyau vitellin n'apparaît que dans l'ovule fécondé, plusieurs heures après la disparition de la *vésicule germinative*, c'est-à-dire du noyau de la cellule que l'ovule représentait avant son état de maturité.

Ces deux faits de disparition de l'un de ces noyaux suivi après la fécondation de l'apparition d'un autre, caractérisent nettement la succession directe d'une individualité nouvelle, à une autre, représentée jusque-là seulement par un élément anatomique plus ou moins développé en un organe premier particulier (1).

(1) Ch. Robin, *Mémoire sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation* (Journ. de physiol. Paris, 1862, p. 67) ; *Sur la production du*