

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 *genèse* 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*

La génération du noyau vitellin a lieu de la manière suivante :

Un quart d'heure ou vingt minutes après l'achèvement du troisième globule polaire, on peut, bien qu'avec difficulté, saisir au milieu de la partie centrale du vitellus, devenue plus foncée, un petit espace clair circulaire, large d'un centième de millimètre environ. Il se dessine de mieux en mieux et atteint une largeur de cinq centièmes de millimètre environ au bout d'une heure environ; ses contours deviennent peu à peu saisissables par demi-transparence, bien que parfois avec quelque difficulté.

On peut alors constater qu'il s'agit là d'un corps solide, bien que facile à aplatir et isolable de la substance ambiante qui est moins consistante que lui. Il n'est pas vésiculeux comme la vésicule germinative; il est albuminoïde et non gras. Quelques heures après, un *nucléole* se produit (quoique non toujours) de la même manière dans son centre. Plus tard, ce noyau, en se divisant avec le vitellus même, forme les noyaux des cellules blastodermiques, qui, ainsi qu'on le voit, ne sauraient être regardés comme dérivant de la vésicule germinative. En naissant de toutes pièces, molécule à molécule (voy. p. 15), longtemps après la disparition complète de la vésicule germinative, il ne représente plus, quand il existe, le noyau de l'ovule,

noyau vitellin (Ibid., 1862, p. 309). Depuis le moment où de l'état de cellule l'ovule, organe premier unicellulaire spécial, doué d'une vie indépendante, est arrivé à maturité, jusqu'à celle où débute les phénomènes de la segmentation, dont le résultat final est la production du blastoderme, il est le siège de phénomènes physiologiques assez nombreux. Ce sont : 1° Le retrait du vitellus, c'est-à-dire sa diminution de volume amenant son écartement de la membrane vitelline, avec ou sans agrandissement de celle-ci en même temps; 2° la pénétration des spermatozoïdes et la fécondation; 3° les changements survenant dans la structure intime du vitellus après la fécondation et avant la segmentation, changements très-marqués dans divers Mollusques et dont l'accomplissement indique d'une manière certaine l'existence d'une active rénovation moléculaire continue ou nutritive de leur substance; 4° les mouvements propres et la déformation du vitellus que causent ceux-ci, se continuant pendant la durée des phénomènes suivants; ils ont lieu même pendant la segmentation, sur les sphères ou globes vitellins dont celle-ci amène la production; ces mouvements sont très-différents des diverses sortes de gyration de l'embryon dans l'œuf; 5° la production des globules polaires (il en sera question plus loin); 6° la genèse du noyau vitellin qui précède immédiatement le début de la segmentation; genèse qui se rattache aux changements de structure intime (3°) du vitellus après la fécondation et qui marque la fin de ces divers phénomènes. La connaissance de ceux-ci est importante, parce que l'accomplissement de chacun d'eux est la condition nécessaire de l'effectuation du suivant.

mais bien celui du vitellus qui, par la fécondation, vient d'acquérir les qualités d'un nouvel être embryonnaire; qui vient d'acquérir une indépendance qui lui est propre, une indépendance par rapport à la membrane vitelline en particulier, dont auparavant il était solidaire.

Notons ici que cette acquisition d'une individualité nouvelle consécutive à la fécondation est précisément manifestée par un phénomène de *genèse*, celle du *noyau vitellin* avec ou sans génération consécutive de son nucléole. C'est là une véritable génération spontanée, mais elle a lieu seulement dans un milieu formé de substance organisée en voie de nutrition, ou rénovation moléculaire continue, et non dans un milieu minéral naturel ou artificiel; c'est là ce qui la distingue de l'*hétérogénie*, qui, quelles que soient les très-grandes probabilités en sa faveur, n'est pas encore appuyée, sous ce rapport, sur des preuves expérimentales absolument péremptoires.

Les faits de génération de ce genre, concernant les noyaux spécialement, sont aujourd'hui nombreux dans la science et ne sont plus mis en doute par les bons observateurs (1). Bien que je les aie décrits depuis 1852 et 1855, à propos de la production des cellules épithéliales, ils n'ont été acceptés, en ce qui touche la physiologie animale, que depuis l'époque où ils ont été constatés chez les Hirudinées, les Mollusques, les Culicidés et les Muscidés, tant dans le vitellus ou à sa surface, que dans les globules polaires et dans les cellules claires produites par gemmation, puis segmentation, à la surface des premières sphères vitellines, lors de la formation du blastoderme des Gastéropodes, des Clepsines et des Glossiphonies (2). Ces faits ont été confirmés d'abord par Weissman sur les Muscidés (3) et par d'autres ensuite.

Cette genèse d'un noyau dans un corps cellulaire en ayant manqué jusque-là, se constate d'une manière très-évidente

(1) Voy. Kölliker, *Histologie humaine*, trad. franç., de la 5^e édit. Paris, 1868, p. 15 et 34.

(2) Ch. Robin, *loc. cit.*, 1862, p. 311 et 318; *Sur la production du blastoderme chez les articulés* (Ibid., 1862, p. 365 et 270); *Production des petits globes vitellins qui forment le blastoderme des mollusques*, etc. (Journ. d'anat. et de physiol., 1865, p. 256). Voyez ci-après le chapitre sur la segmentation.

(3) Weissmann, *Entwicklung der Musciden* (Zeitsch. für wissenschaft. Zoologie, 1864, in-8, p. 187).

encore dans les animaux unicellulaires, aussi bien que dans le vitellus; elle constitue un fait commun, non par le nombre des cellules qui le présentent sur un même individu, mais par celui des espèces animales, depuis les plus simples jusqu'à l'homme, qui en offrent des exemples sur telle ou telle des sortes de cellules qui les constituent. C'est ainsi qu'on peut suivre les phases de la naissance d'un noyau sur divers infusoires, et en particulier durant la période du premier développement des Grégarines, où cette genèse leur fait perdre l'état de cellule sans noyau ni paroi cellulaire (*phase monérienne*. E. Van Beneden, 1871 et 1872). A un autre point de vue, il suffit d'avoir constaté les différences de réactions chimiques entre le noyau, dès son apparition, et le reste du corps de la cellule, au contact de l'acide acétique d'une part, de la potasse, de l'ammoniaque, du carmin, etc., d'autre part, pour reconnaître qu'il y a dans le fait de la production du noyau bien autre chose qu'un simple *épaississement, durcissement ou condensation* de la substance cellulaire, comme le veulent admettre quelques auteurs; il y a manifestement au delà toute la série des actes moléculaires dont nous avons parlé page 15 (1).

Depuis longtemps, du reste, des phénomènes de genèse tout à fait semblables aux précédents ont été décrits dans les plantes par Ch. Müller, Hofmeister (2), Tulasne, etc.

De la génération du noyau des cellules végétales. — Avant la fécondation des plantes, le noyau (quand il existe) que renferme quelquefois le *sac embryonnaire* ou *ovule végétal*, disparaît. Avant la fécondation aussi, soit avant, pendant ou après la disparition de ce noyau, il naît dans ce sac des noyaux libres,

(1) De ce que certaines cellules comme les globules polaires, certaines cellules blastodermiques et protozoaires de divers mollusques et insectes, celles de quelques rayonnés commencent par être : 1° une masse sphéroïdale ou sphérique sans noyau ni paroi, 2° dans laquelle souvent se forme ensuite un noyau, et qui 3° est entourée plus tard d'une paroi cellulaire réelle, dans quelques-unes du moins, il faut se garder d'adopter l'hypothèse de ceux qui, considérant comme général ce fait restreint aux circonstances rappelées ici, supposent que toute cellule est une *masse de protoplasma* qui offre successivement ces transitions du simple au composé. C'est ce que montrent les données qui vont être exposées touchant l'individualisation des cellules.

(2) Wilhem Hofmeister, *Die Entstehung des Embryo; eine Reihe mikroskopischer Untersuchungen*, in-4. Leipzig, 1849. — Ch. Müller, *Ann. des sc. nat.*, Botanique, 1848. — Tulasne, *ibid.*, 1849.

qui sont rarement moins de trois. Ces noyaux se placent principalement à l'extrémité supérieure ou micropylaire du sac ou ovule; il s'en place aussi ordinairement à l'extrémité opposée ou *chalazique*. Autour de ces noyaux s'accumulent des granulations, dont chaque amas périnucléaire est séparé de l'amas voisin par un espace ou sillon plus clair, plus transparent que le reste, parce que cet espace est plus dépourvu de granules moléculaires. La substance liquide qui maintient réunies les granulations les unes aux autres et autour du noyau devient un peu plus dense à la périphérie qu'au centre, et amène ainsi la formation de véritables cellules qui sont sphériques et libres. Parmi ces cellules, les trois qui, en général, se placent à l'extrémité micropylaire du sac embryonnaire ou ovule, sont appelées *vésicules embryonnaires*, parce que l'une d'elles devient le point de départ de la génération des cellules qui formeront l'embryon.

La genèse de noyaux dans diverses sortes de cellules des phanérogames et des cryptogames, précédant la segmentation de leur contenu et s'accomplissant comme il vient d'être dit, a été décrite trop souvent pour qu'il soit possible de citer ici tous les observateurs qui l'ont vue. Il en est encore de même pour ce qui concerne la formation libre de cellules véritables, à contenu coloré ou non, ayant lieu dans d'autres cellules à l'aide et aux dépens de leur contenu ou protoplasma (1).

Ainsi, quoi qu'on puisse supposer, d'après telle ou telle hypothèse, que ce soit le fait de la genèse intra-cellulaire des noyaux surtout et même les cellules, ne saurait être mise en doute aujourd'hui, et toutes les phases peuvent en être aisément suivies, que ce fait ait lieu dans d'autres éléments anatomiques ou qu'il soit extra-cellulaire.

Tous ces faits concernant la genèse des éléments anatomiques, sont de même ordre que ceux qui, les confirmant en tous points, ont été constatés par M. Trécul (2). A part les différences qui séparent les conditions dans lesquelles s'accomplit le phénomène, il n'y a pas de dissemblance essentielle, d'une

(1) Voy. Trécul, *Des formations vésiculaires dans les cellules végétales* (Ann. des sc. nat., Botanique, 1858, t. X).

(2) Trécul, *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sciences*, 1865, t. LXXI, p. 432.

part, entre la *genèse* de noyaux, de cellules, etc., soit dans la cavité d'autres cellules, soit dans les interstices d'éléments divers, et, d'autre part, l'apparition de végétaux microscopiques dans des *cellules fermées* de la moelle, du liber, etc., et, dans les *méats intercellulaires*, sur des fragments de plantes placées dans certaines conditions de fermentation; *corps vivants* appelés Amylobacter (Nylander; Trécul) *de nature très-différente des cellules dans le contenu ou dans les interstices desquelles ils sont nés*. Ces plantules sont remarquables par la constance avec laquelle elles offrent des formes de *têtard*, de fuseau ou de cylindre lorsque les conditions dans lesquelles elles apparaissent sont semblables, puis par les différences constantes qu'offre en même temps leur constitution intime d'une de ces formes à l'autre. Comme pour les éléments anatomiques proprement dits des tissus, on peut suivre toutes les phases de leur apparition, jusqu'à leur entier développement, dans le contenu parfaitement homogène de cellules occupant leur siège naturel au milieu des autres dans tels ou tels tissus.

La question seule de l'existence de la *genèse extra ou intracellulaire*, pourrait être discutée; mais nous avons vu que dès l'instant où celle-ci s'accomplit au sein de la substance organisée en voie de nutrition, le fait est le même que lorsqu'il se passe dans la substance organisée intracellulaire (1).

(1) Le mode de naissance dit de *genèse*, opposé aux phénomènes d'*individuation* et de *reproduction* par segmentation, scission ou cloisonnement, est celui que Mirbel a décrit dans les plantes et a nommé *génération intertrriculaire* (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha*, Paris, 1831-32, in-4, p. 30, 31 et 33; et surtout *Nouvelles notes sur le Cambium*, (dans *Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc. Paris*, 1839, in-4, t. VIII, p. 646-647, et *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, t. VIII, p. 4, et 50 à 53 du tirage à part, pl. V, fig. 25, 26, 27 et 29; pl. VI, fig. 34 à 36), sous le nom de *formation libre des cellules* dans les régions où abonde le *cambium*. Il a été appelé *naissance* ou *formation isolée des éléments des tissus* (nach Gesetz der isolirten Entstehung), par Valentin (art. GEWEBE, dans *Handwörterbuch der Physiologie*, von R. Wagner, Braunschweig, 1852, in-8, t. I, p. 632), *Formation libre des cellules* (freie Zellbildung), par Hugo Mohl (art. VEGETABILISCHE ZELLE, dans *Handwörterbuch der Physiologie* von R. Wagner, Braunschweig, t. IV, 1^{re} livraison, parue en 1840, in-8, p. 118). Depuis lors, ces dénominations ont été adoptées par la plupart des anatomistes. Du reste, en ce qui concerne les cellules animales, Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 196-201), sans donner de nom à ce mode de naissance, l'avait considérée comme le plus habituel. Il a encore été nommé *formation*, *génération spontanée* ou de *toutes pièces des éléments* ou par *substitution* (Ch. Robin, *Sur le développement des spermatozoïdes des*

ARTICLE II. — DE LA GENÈSE DES CELLULES EN GÉNÉRAL.

Pour se rendre exactement compte de l'importance des faits qui viennent d'être mentionnés et de la nature de ceux qui seront traités par la suite, il importe de se reporter à ce qui a déjà été dit sur ce sujet, pages 13 à 16.

Ces données, jointes à celles que renferme l'article précédent, montrent que la *génération spontanée* des éléments anatomiques est un fait constant, en ce qu'elle consiste en une apparition de particules formées de substance organisée, alors qu'elles n'existaient pas là quelques instants auparavant; mais on voit aussi que par les conditions dans lesquelles a lieu cette apparition, aujourd'hui bien connues, elle est nettement distincte de ce qui touche au fait de la génération d'êtres dans des milieux cosmologiques, ou non organisés (*hétérogénie*).

Que le phénomène se passe dans l'intérieur d'une cellule, à l'aide et aux dépens de son contenu pouvant jouer le rôle de blastème (1), ainsi qu'on en voit de fréquents exemples sur

cellules et des éléments anatomiques des tissus végétaux et des animaux, dans l'Institut, Paris, 1848, in-4, vol. XVI, p. 214 et *Extrait des procès-verbaux de la Société philomatique*, Paris, 1848, in-8, p. 52 et 93). Il a aussi été appelé *formation et développement spontané des cellules* (Kölliker, *Éléments d'histologie humaine*, trad. franç. Paris, 1856, in-8, p. 20).

(1) Nous avons vu, p. 43, ce qu'on entend par le terme *blastème*. Pour éviter toute confusion, il faut rappeler que ce mot est dû à de Mirbel (1815), qui désignait ainsi dans l'embryon végétal la partie représentée par tout ce qui n'est pas cotylédon, savoir : tigelle, gemmule et radicule. Wallroth (1832) l'a ensuite employé pour désigner le *thalle* des Lichens. Burdach (*Physiologie*, Paris, 1838, trad. française, t. III, p. 371) semble être le premier qui s'en soit servi en physiologie et en anatomie animale. Il appelle *blastème* ou *masse organique primordiale*, la *masse molle qui tient le milieu entre les solides et les liquides, dont le liquide semble être la partie à proprement parler primitive, dans laquelle se multiplient des granulations, jusqu'à ce qu'enfin on y voie apparaître une configuration organique embryonnaire*. Depuis lors il a été employé dans le sens que je viens d'indiquer, mais cependant d'une manière plus ou moins vague, selon les idées de chaque auteur touchant le mode de naissance des éléments anatomiques, etc. Gerber surtout en a usé dans le sens qui lui est donné ici (*Handbuch der allgemeinen Anatomie*; Bern, 1840, in-8°, p. 16) sous le nom de *substance de formation* (Bildungstoff), *substance embryonnaire* (Keimstoff), et de *blastème* que produisent les liquides du sang et de la lymphe. Dans les écrits de beaucoup d'embryogénistes anciens et même modernes, on trouve souvent l'expression de *blastème général* et celle d'*amas de blastème granuleux* pour désigner particulièrement l'aspect sous lequel se présente tel ou tel organe au moment de son apparition embryonnaire. En