

environ autant de nouveaux éléments qu'il s'est produit de noyaux; on n'a pas vu qu'une cellule fibro-plastique, par exemple, devienne de la sorte le point de départ d'un grand nombre d'éléments, semblables ou non, qui la remplaceraient, comme le font au contraire pour les cellules blastodermiques originelles du névraxe, les myélocytes, centres de génération des cellules nerveuses multipolaires (voy. plus loin le chapitre sur la provenance cellulaire des éléments nerveux).

Dans tous les cas, les noyaux et les cellules une fois individualisés par *segmentation* (ainsi que les cellules apparues par genèse, qui peuvent être aussi le siège d'une division par *segmentation* ou *scission*, ou par *gemmation*) ne se segmentent de nouveau que lorsqu'ils ont atteint ou dépassé leur entier développement, leurs dimensions les plus habituelles. Lors donc que des cellules et des noyaux en reproduisent un autre par suite de cette *segmentation* ou de cette *gemmation*, ce fait est un signe montrant que l'entier accroissement de ces éléments est atteint ou dépassé (1). En d'autres termes, ces derniers

(1) C'est ainsi que dans les *bourgeons charnus des plaies*, dans les *granulations tuberculeuses* ou *tubercules miliaires*, nul des noyaux embryoplastiques récemment nés, encore à l'état dit de *cytoblastion* (voyez ci-après le chapitre sur les éléments du tissu lamineux), nul de ces noyaux, dis-je, ne présente des phases de la *segmentation* ou de *gemmation* proliférantes, dont l'accomplissement reste encore à démontrer pour faire admettre qu'ils sont réellement le point de départ de la formation des nombreux noyaux sphériques de plus petit volume qui, accumulés avec une certaine quantité de matière amorphe, etc., constituent le tissu de ces productions. Nul enfin de ces petits noyaux également ne montre les phases d'une *scission* amenant leur propre multiplication. Aussi, en fait, les expressions de *noyaux en voie de prolifération active*, employées pour signaler l'accumulation dans quelque tissu morbide des éléments ayant forme de noyaux, indiquent simplement que l'auteur qui les emploie a eu sous les yeux la préparation d'un tissu contenant beaucoup d'éléments de cette forme, mêlés ou non de cellules. Mais de ce qu'on voit en quelque point d'un tissu, beaucoup plus de noyaux que dans les parties voisines, il faut se garder d'en conclure que la *scission* de noyaux tant préexistants que nouvellement individualisés eux-mêmes, vient de finir ou est en voie de s'accomplir. En effet, lorsque cette *scission* a lieu réellement, on rencontre des noyaux qui ont en quelque sorte été surpris à telle ou telle phase de leur *segmentation* (fig. 28, n, p. 219) et en montrent toutes les périodes. Or, ce sont toujours des noyaux embryoplastiques ou du tissu cellulaire ayant atteint un volume plus considérable que celui des autres, ovoïdes et plus ou moins allongés, qu'on voit se diviser de la sorte, aussi bien pendant la cicatrisation des parties profondes que dans les *bourgeons charnus* et dans les tumeurs, mais ce ne sont jamais les plus petits. De plus, ceux de ces noyaux, toujours en nombre restreint à côté des autres, qui viennent d'acquies ainsi leur individualité, par division de quelqu'un de ces éléments préalablement accrus outre mesure, ne sont pas

phénomènes (caractérisant ce qu'on a nommé la *prolifération* des cellules) ne s'observent que sur les noyaux et les cellules les plus gros, sur ceux de ces éléments qui, nés et doués de leur individualité propre depuis plus ou moins longtemps, dépassent en volume les limites du développement du plus grand nombre. Inversement, et contrairement à ce qu'admettent implicitement ou explicitement quelques hypothèses, on ne voit pas non plus des noyaux, adultes ou non, émettre par *scission* ou par *gemmation* des éléments, qui encore très-petits et avant d'atteindre leur développement complet, proliferaient abondamment de la même manière, soit pour rester tels, soit pour se transformer en individus doués d'attributs anatomiques et physiologiques différents de ceux qu'on dit avoir été leurs antécédents substantiels et le point de départ de leur multiplication ainsi admise.

Ainsi l'apparition des individus nouveaux d'une même espèce d'éléments, tant par *scission* que par *gemmation* de noyaux et de cellules déjà individualisés, et d'une configuration déjà nettement déterminée, reste bornée à un nombre restreint de circonstances particulières en ce qui regarde ces formes élémentaires (1).

ARTICLE VII. — DE L'INDIVIDUALISATION DES CELLULES PAR GEMMATION.

Pour achever l'étude des modes de génération des cellules, signalons l'individualisation par *gemmation* de certaines d'entre

entièrement semblables à ceux qui, bien plus abondants, viennent au contraire d'apparaître par genèse. Ces derniers sont notablement plus petits, sphériques, finement granuleux, sans nucléole. Les autres sont pâles, peu granuleux (souvent pourvus d'un petit nucléole, avant même d'être détachés du noyau dont ils proviennent), plus gros que les premiers et de prime abord irrégulièrement ovoïdes; ils prennent cette dernière forme régulière, sans jamais passer par la configuration sphérique que présentent ceux qui apparaissent par genèse. En résumé, derrière les mots *prolifération active* et *hyperplasie* d'un tissu, on ne trouve que l'indication de la présence de beaucoup de noyaux dans ce tissu, mais nullement la preuve de l'existence des phénomènes de *scission* proliférante.

(1) La *segmentation* et la *gemmation* sont donc des cas particuliers des phénomènes d'évolution ou de développement d'une partie déjà existante, ayant pour résultat soit l'*individualisation* en éléments anatomiques figurés de substances déjà produites, soit la *reproduction* d'éléments déjà individualisés par *scission* ou nés par genèse; mais ils ne caractérisent nullement la *production* proprement dite.

elles sur les vertébrés et divers invertébrés, et d'un bien plus grand nombre tant sur les articulés que sur les plantes.

La production des cellules par gemmation commence par le développement préalable d'une saillie à la surface du vitellus dans l'ovule des vertébrés, des mollusques, etc., ou de la cellule qui va en reproduire une autre; bientôt la base de celle-ci se resserre graduellement jusqu'à séparation complète au niveau du point de sa continuité avec la substance dont elle dérive, comme dans le cas de la production des cellules ou globules polaires; dans d'autres circonstances elle se divise par un plan de segmentation à ce même niveau, après avoir subi ou non un léger rétrécissement, comme dans le cas de la production des cellules claires du blastoderme, des mollusques, des hirudinées, etc., par les premiers gros globes vitellins (1).

On peut voir des exemples de gemmation dans l'œuf de tous les animaux dont le vitellus se segmente; elle s'accomplit sur un seul point de ce dernier et avant cette segmentation; elle a pour résultat la production des *cellules* ou *globules polaires*.

(1) Ce mode d'individualisation des éléments anatomiques correspond en fait à ce que Burdach, parlant des organismes complexes en général, appelle *génération accrémentielle surculaire* ou *par gemmiparité* tenant de près à la fissiparité, mais en différant en ce que dans la formation des gemmes, il apparaît dès le principe une partie nouvelle affectant une direction qui lui est propre par rapport à l'organisme souche avant de s'en séparer par scission ou par resserrement graduel au point où elle fait corps avec le précédent (Burdach, *Physiologie*, trad. franç. Paris, 1837, in-8, t. I, p. 56). Ce mode de reproduction a été vu depuis longtemps sur les animaux et végétaux inférieurs entiers. Il semble avoir été observé sur des cellules végétales isolées d'abord par Treviranus (Treviranus, *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aerzte*, Göttingen, gr. in-8, 1805, t. III, p. 286); sur des Tremelles, et par Maerklin, sur des Oscillaires (Maerklin, *Betrachtungen über die Urformen der niedern Organismen*, Heidelberg, 1823, in-8, p. 11); Henle lui donne le nom de *génération exogène* (Henle, *loc. cit.*, 1843, t. I, p. 172); mais elle n'avait été vue que sur des plantes, ainsi qu'il le dit. A côté de ce mode de génération, Burdach place encore celui qu'il appelle *génération propagulaire* ou *par bourgeonnement*, dans lequel un appendice, une partie de l'organisme simple ou composé, organiquement lié avec l'organisme souche, se développe en un nouvel individu qui tôt ou tard se divise et se sépare du précédent (Burdach, *loc. cit.*, 1837, t. I, p. 60). Sur les plantes, surtout les algues, les hépatiques, les embryons de Fougères, etc., le bourgeon est représenté par une saillie conique ou tubulaire d'une cellule dont la cavité communique avec celle de la cellule souche, puis s'en sépare tôt ou tard par cloisonnement. C'est ce mode que Mirbel avait décrit et figuré sous le nom de *développement super-utriculaire* (Mirbel, *loc. cit.*, 1831-1832, in-4, p. 33 et pl. III, fig. 21 à 29).

Ce phénomène débute par le retrait des granules du vitellus sur une portion circulaire de la surface (fig. 30 A, *a*, et 31, *a*),

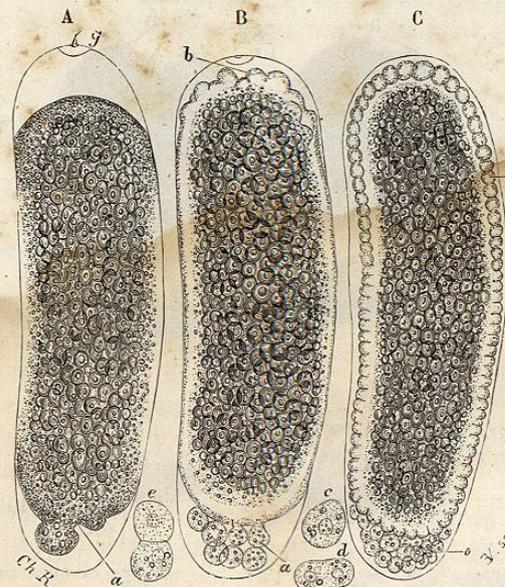
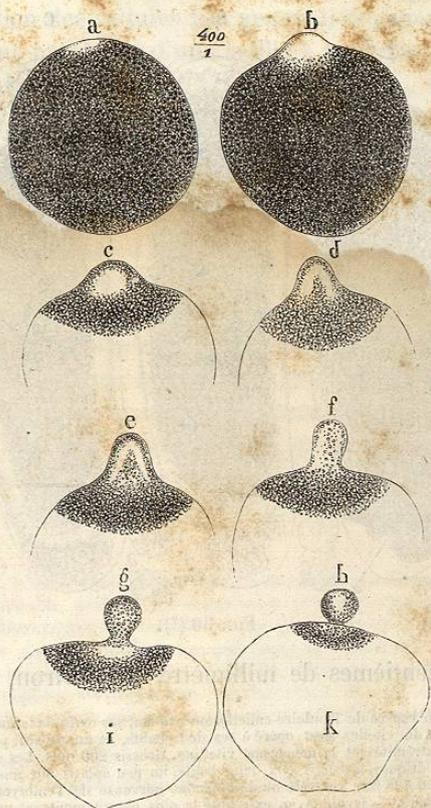


Fig. 30 (*).

large de 5 centièmes de millimètre ou environ, de manière à

(*) Ovules d'une espèce de Tipulaire culiciforme pondant ses œufs dans un nidamentum cylindrique. Le retrait du vitellus s'est opéré à ses deux bouts, et un espace plein de liquide clair existe entre ces extrémités et la membrane vitelline. Grossis 200 fois. Les œufs de cette espèce sont presque cylindriques, arrondis aux deux bouts, un peu aplatis sur une de leurs faces, qui plus tard correspond à la face ventrale ou de la chaîne nerveuse de l'embryon, et un peu courbés ou concaves de ce côté. — Ovule A. *g*, extrémité la plus obtuse montrant un pore ou micropyle entouré d'un cercle pâle. Dans ce petit orifice se trouve engagé un spermatozoïde. Dessiné une heure et demie après la ponte. Il montre à la petite extrémité du vitellus (*a*) une cellule polaire dont la gemmation est déjà assez avancée, et dont la base se rétrécit; un autre à côté est au début de sa formation. Les globules huileux se sont retirés dans une petite épaisseur de la surface du vitellus, et laissent presque seule une mince couche de substance hyaline finement granuleuse. — Ovule B. L'œuf précédent dessiné une demi-heure plus tard, c'est-à-dire deux heures à deux heures heures un quart après la ponte; *a*, cinq globules polaires libres et deux en voie de gemmation remplissent à peu près l'espace clair de la petite extrémité de l'œuf; *b*, la grosse extrémité du vitellus tend à combler l'espace clair de ce côté de l'œuf, et porte des saillies arrondies, en voie de gemmation, de sa substance hyaline; *c*, globule polaire vu à 500 diamètres et montrant un noyau pâle, arrondi, produit dans son intérieur, soit quelques instants avant sa séparation du vitellus, soit un peu après. Il est à peine apercevable au grossissement de 200 diamètres; son apparition donne à chaque *globule polaire* les caractères d'une cellule; *d*, cellule polaire dont le noyau s'est divisé en deux, s'allongeant transversalement et se rétrécissant un peu vers le milieu de sa longueur; *e*, globule ou cellule polaire venant de se diviser en deux par un plan de segmentation passant par sa partie la plus rétrécie. — Ovule C. Le même œuf une heure plus tard; *a*, Les cellules polaires, devenues plus nombreuses et plus petites, ne s'allongent plus transversalement, et ayant cessé de se segmenter; *b*, les saillies de la substance hyaline se sont séparées complètement du vitellus sous forme de cellules claires, sphériques, autour de la grosse extrémité de celui-ci; elles sont encore en voie de gemmation dans tout le reste de la périphérie du vitellus qui se trouve ainsi peu à peu circonscrit totalement par une rangée de cellules, première couche du blastoderme.

laisser la substance hyaline complètement seule et translucide. Au bout de quelques minutes, cette portion transparente forme



Ch.R.

FIG. 31 (*).

une saillie hémisphérique, puis conoïde (fig. 31, b, c, d, e). Sa

(*) Phases de la production par gemmation du premier globule polaire de l'œuf de la *Limnaea stagnalis*. a, production d'un espace clair par retrait des granules vitellins quinze minutes avant la ponte; b, le même vitellus six à huit minutes plus tard, se déformant et montrant le début de la saillie de la substance hyaline et tenace du vitellus; c, état de la saillie trois à quatre minutes plus tard; d, la même, trois minutes plus tard, les granules vitellins s'avancent vers son centre en suivant son arc; e, la même, trois minutes plus tard; elle est devenue cylindroïde et les granules s'avancent davantage vers son centre; f, la même, deux à trois minutes plus tard; la base de la saillie commence à se resserrer; g, esquisse du vitellus se déformant incessamment, de trois à cinq minutes plus tard, le globule polaire (g) se dessine par suite de réduction à un mince pédicule de la base du prolongement vitellin; h, le même vitellus esquissé trois minutes plus tard (quinze à dix-huit minutes après le début du phénomène en a), se déformant davantage encore et montrant le pédicule du prolongement tout à fait segmenté, ce qui achève la production et l'isolement de la cellule polaire (h).

base se resserre, ce qui lui donne momentanément la forme d'un cylindre large de 2 centièmes de millimètre environ sur une longueur double (f); mais bientôt ce resserrement cause un véritable étranglement de cette saillie devenue ainsi pyriforme (g); au niveau de sa jonction avec le vitellus, elle achève de se séparer rapidement de ce dernier par une division transversale (h), tout en lui restant contiguë, ou parce que le rétrécissement progresse jusqu'à séparation complète au niveau de leur continuité (1). Ces phases de l'individualisation de chacun de ces globules par gemmation durent d'une espèce animale à l'autre, de vingt-cinq à quarante minutes pour chacun d'eux.

Ces cellules, comme les prolongements limpides dont elles dérivent, sont d'abord pleines, sans paroi distincte de leur cavité, et le petit nombre de granules vitellins qui passe dans leur épaisseur n'y montre aucune trace de mouvement brownien (e, f).

Pendant la production de la gemme ou saillie de substance vitelline, qui bientôt se sépare sous forme de globule polaire, il n'apparaît pas de noyau chez ceux de ces animaux dont le vitellus se segmente, tels que les vertébrés, les mollusques, les hirudinées, etc. Mais il est des mollusques, des annélides et des vertébrés sur lesquels on peut voir naître un noyau (ou même 2 ou 3) central ou latéral et même une paroi périphérique qui font passer ainsi à l'état de cellules ces globules polaires un ou deux jours après leur individualisation.

Chez tous les vertébrés et beaucoup d'invertébrés, l'apparition de ces cellules est suivie de la segmentation du vitellus, qui a pour conséquence la formation du blastoderme, sur les côtés duquel le globule polaire reste comme un corps étranger à l'évolution fœtale. Mais pour les *Insectes* et les *Aranéides*, le vitellus ne se segmente pas, et toutes les cellules de leur blastoderme naissent par gemmation, à la manière des globules polaires chez les autres animaux (fig. 30, b, b). De telle sorte que ce mode d'individualisation des cellules embryonnaires, qui est limité à un seul point du vitellus sur le plus

(1) Voy. Ch. Robin, *Journ. de physiol.*, 1862, et Trinchese, *Annali del Museo di Genova*, 1872, in-8, p. 118.

grand nombre des êtres, devient chez les insectes le mode général d'apparition des éléments du blastoderme; par suite, la segmentation du vitellus, considérée comme un phénomène sans exception dans le règne animal, est remplacée dans ces articulés par un autre mode d'individualisation de la substance du vitellus en cellules.

Il est des insectes, tels que les *Tipulaires culiciformes*, chez lesquels, pendant la gemmation des cellules blastodermiques à la surface de leur vitellus, il ne se produit pas de noyau au centre de chaque gemme, et par suite leurs cellules blastodermiques se trouvent dépourvues de noyau (fig. 30, B et C, b, b). Il en est d'autres, tels que les muscides, chez lesquels, au début de la gemmation au centre de chaque saillie, un noyau apparaît par genèse de la même manière que le noyau central du vitellus dont il a été fait mention plus haut, chez les animaux dont cette partie de l'œuf se segmente.

Ainsi la gemmation s'observe encore sur l'ovule des insectes et des aranéides dont le vitellus ne se segmente pas; c'est même là que ce phénomène offre le plus haut degré de diffusion connu, si l'on peut ainsi dire; car dans l'ovule de ces articulés elle s'étend à toute la surface du vitellus et a pour résultat la production des cellules juxtaposées qui forment le blastoderme.

La gemmation s'observe encore dans l'ovule de certains animaux dans des conditions fort remarquables en ce qu'elle s'associe en quelque sorte à la segmentation pour l'individualisation du vitellus en cellules. Sur les mollusques gastéropodes, par exemple, et chez les hirudinées, lorsque la segmentation a conduit à la production de quatre globes vitellins (fig. 32, a, b, c, d), ceux-ci donnent naissance sur un point de leur surface à un prolongement conoïde à sommet plus ou moins mousse (h). Sur quelques espèces, cette saillie est aussi foncée que les globes vitellins; sur d'autres, elle est beaucoup moins granuleuse et, par suite, est bien plus transparente. Pendant que ce prolongement s'allonge, on voit apparaître vers son milieu un noyau de même aspect que le noyau vitellin dont il a été question plus haut, et se produisant de la même manière. Une fois ce noyau bien limité, la base de la saillie se

resserre vers le niveau de la continuité de sa substance avec le globe vitellin qui la porte, et bientôt ce rétrécissement va jusqu'à séparer complètement la première (e) du second (a). On compte de 30 à 45 minutes entre le début et la fin de cette gemmation. Il en résulte l'individualisation de quatre nouveaux globes vitellins plus petits que ceux dont il s'agit et remplissant un rôle différent dans l'évolution embryonnaire. Une fois individualisés par gemmation, ils se segmentent eux-mêmes, comme le vitellus, et les petits globes vitellins qui en résultent constituent directement des cellules blastodermiques, aussi denses au centre qu'à la périphérie, dans quelques espèces; mais pourtant dans plusieurs il se produit, à l'aide et aux dépens de la substance même de leur superficie, une mince paroi pelliculaire séparable du reste de la masse, devenue un contenu.

Sur les mollusques et les *hirudinées*, ce sont les *cellules claires* ainsi individualisées (fig. 32, e), plus transparentes que les globes vitellins (a, b, c, d), qui en se multipliant par segmentation finissent par former une couche, le blastoderme, qui enveloppe ces derniers. Les organes essentiels de l'embryon dérivent de ces cellules, tandis que les globes vitellins, foncés, granuleux, ne représentent plus qu'un amas de matériaux nutritifs graduellement résorbés et utilisés de la sorte. Il est remarquable de voir que sur les insectes c'est aussi par gemmation que le vitellus produit les cellules du blastoderme (fig. 30, C, b), par la portion superficielle claire de sa substance. Or, l'amas granuleux central qui ne s'individualise pas en cellules et reste comme résidu enveloppé par cette couche

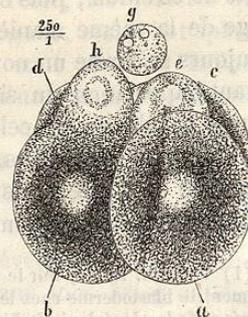


FIG. 32 (*).

(*) Œuf de *Nephelis octoculata*, dessiné vingt-cinq heures après la ponte. La membrane vitelline n'est pas représentée. a, b, les deux premiers formés des globes vitellins (masquant les deux autres c, d), produisant par segmentation (e, h) les cellules blastodermiques claires. Dans celles-ci un noyau hyalin est en voie de genèse. L'expansion produisant ces cellules s'est déjà séparée du globe vitellin dont elle dérive pour l'une d'elles (e). L'autre expansion ou gemme (h) est encore en continuité de substance avec le globe vitellin; g, le globule polaire, près de la circonférence duquel se sont produits deux petits noyaux hyalins (Ch. Robin).

cellulaire, est également utilisée graduellement comme masse nutritive par l'embryon de ces animaux et disparaît ainsi peu à peu (1).

ARTICLE VIII. — DE LA SEGMENTATION ET DE LA GEMMATION CELLULAIRES DES PLANTES.

Des phénomènes de même ordre que les précédents s'observent en effet aussi dans les plantes de tous les embranchements, savoir : 1° l'*individualisation* en cellules par segmentation du contenu des ovules (sac embryonnaire, sporanges, vésicules mères polliniques, anthéridies, etc.); la 2° *reproduction* (d'où *multiplication*) de ces cellules par continuation sur elles du fait primitif, soit de *segmentation*, soit de *gemmation*.

Dans le contenu granuleux des sporanges et les spores des algues, etc., apparaît un noyau analogue au noyau vitellin et presque en même temps se montre un sillon qui partage en deux ce contenu, et de plus un autre noyau apparaît de l'autre côté de ce sillon; puis ensuite chacune de ces sphères se partage de la même manière en deux, quatre sphères, etc., et toujours se forme un noyau central en même temps ou un peu avant l'apparition du sillon. Plus tard survient la production d'une enveloppe de cellulose qui, de cette sphère granuleuse (*protoplasma* de divers auteurs modernes), forme une cellule végétale ordinaire. Tels sont les phénomènes de l'individualisation des éléments primitifs de l'embryon des plantes aux dé-

(1) Voy. Ch. Robin, Sur le mode de production de petits globes vitellins qui forment le blastoderme chez les Mollusques et les Hirudinées (*Journal de l'anatomie et de la physiologie de l'homme et des animaux*, Paris, 1865, in-8, p. 256), et Sur la production du blastoderme des articulés (*Journal de la physiologie*, Paris, 1862, p. 348, pl. VII). Sur les œufs de Néphélis, d'Hirudo, de Glossiphonies, d'Ancyles, de Limnées, de *Turbo minimus* et de *Purpura lapillus* et autres gastéropodes, on peut bien constater que les cellules blastodermiques appelées sphères vitellines secondaires ou transparentes, naissent par gemmation sous forme de prolongement conique de la substance visqueuse, tenace, transparente des globes vitellins qui entraîne une quantité plus ou moins considérable de leurs granules. Tel est le mode de *scission* partielle, d'après lequel une partie de la substance des premiers globes vitellins se sépare du reste de leur masse pour continuer à se *segmenter* à part. La portion de substance qui se détache d'une manière analogue pour former les cellules polaires, reste au contraire improductive (les insectes exceptés) pendant toute la durée de l'évolution intra-ovulaire, et à peu près telle qu'elle a été produite.

pens du vitellus ou contenu des spores et autres corps reproducteurs très-variés des cryptogames. Sur beaucoup d'entre eux, tels que les *Myxomycètes*, etc., les sphères de segmentation ou masses de protoplasma, devenues libres, se meuvent par des expansions de leur substance, à la manière des autres, pour s'enkyster ultérieurement sous forme de cellules sporoides, etc., ou se charger de cils vibratiles, et devenir plus tard le siège de l'évolution définitive par segmentation.

Le fait le plus remarquable de cet ensemble de phénomènes, c'est l'apparition dans le contenu du sporange, etc., d'un point central plus clair, le noyau, analogue au noyau vitellin de l'ovule animal fécondé, qui est le siège d'une scission, d'où résulte la production de deux noyaux. Puis a lieu la formation presque simultanée d'un sillon résultant de la concentration du contenu ou vitellus autour de chacun des deux noyaux, sillon qui indique la division prochaine de la masse granuleuse *vitelline*. C'est incontestablement là un phénomène du même ordre que celui déjà signalé dans le vitellus de l'œuf animal, quelles que soient, du reste, les variétés du phénomène, selon que le sporange, l'oogone, etc., sont sphériques, cylindriques, etc. Les cellules sont plus ou moins grandes dans chaque plante, suivant qu'une partie seulement ou tout le contenu du sac embryonnaire ou ovule, concourt à la formation directe des cellules primitives de l'embryon, avec ou sans formation d'un endosperme. Ce dernier fait trouve son analogue chez les animaux (oiseaux, etc.), où pas plus que dans les plantes, les phénomènes du développement ne présentent rien d'absolument identique dans tous les groupes, mais où cependant ils ne cessent jamais d'être comparables.

Lorsque la segmentation a lieu dans des cellules ou des sporanges de forme allongée, on voit naître ainsi plusieurs noyaux à une certaine distance l'un de l'autre, dans toute l'étendue du contenu granuleux (*protoplasma*) de ces parties. Ces noyaux se présentent d'abord sous forme d'une tache globuleuse transparente, à contour généralement net, quoiqu'ils soient souvent très-pâles, ou quelquefois masqués par les granulations voisines, qu'il repousse en quelque sorte. Un peu après l'apparition de chaque noyau et autour de chacun d'eux,