

contenu (Schacht, p. 241); on les traitera successivement par la potasse caustique et par le chlorure de zinc iodé dans plusieurs sortes de plantes comparativement.

Quand la fécondation est accomplie, et que la cellule mère de l'embryon (vésicule embryonnaire) s'est ainsi segmentée, il se développe, en effet, dans le sac embryonnaire de la plupart des plantes des cellules constituant l'*albumen* ou *endosperme*. Par la multiplication des premières cellules de cet albumen, il se produit ainsi un tissu serré qui enveloppe la jeune plante. Dans le *Canna* et le *Tropæolum*, il ne se forme pas d'albumen, et dans le *Cheiranthus*, il ne se développe qu'une seule couche de cellules sur le pourtour interne du sac embryonnaire. Dans les Personées, les Labiées et beaucoup d'autres plantes, la partie supérieure et la partie inférieure du sac embryonnaire ne présentent pas d'endosperme; il existe donc là deux cavités, mais la cavité inférieure n'apparaît qu'après la destruction des antipodes.

Tandis que l'embryon cotylédoné se développe, le tissu cellulaire croît ainsi dans l'intérieur du sac embryonnaire; mais, plus tard, ce tissu qui sert à la nourriture de la plante peut disparaître en totalité ou en partie seulement. Aussi distingue-t-on les graines mûres en périspermées et apérispermées.

C'est en suivant les phases du développement des cellules de l'al-

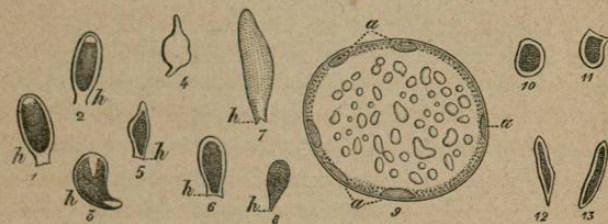


Fig. 275.

bumen et des cotylédons que l'on devra porter son attention sur le mode de production des gouttes huileuses, de l'aleurone, des grains de fécule, etc. (fig. 275).

1 à 8. Jeunes vésicules amylacées du *Phaseolus vulgaris*. — 9. Une cellule de l'embryon du *Vicia pisiformis*. — 10 à 13. Jeunes vésicules amylacées du *Vicia pisiformis*. Dans la figure 9, *a* désigne de jeunes grains d'amidon, de coloration verte non encore détachés de la face interne de la cellule dans laquelle ils naissent. Les autres figures représentent des formes diverses de jeunes grains devenus libres, entourés d'une pellicule incolore qui ne se teinte pas en bleu par l'iode. (Trécul, *Annales des sciences naturelles*, 1838.)

Dans les Conifères, la fécondation se distingue de ce que l'on voit dans les autres pharénogames : 1° par la formation du tube pollinique aux dépens d'une production cellulaire du grain de pollen; 2° par la génération de l'endosperme longtemps avant la fructification. Dans les Conifères et les Cycadées, qui, les unes comme les autres, sont dépourvues d'ovaires, la participation du grain de pollen et du sac embryonnaire est *indirecte* d'une double manière, tandis qu'elle est *directe* dans toutes les autres phanérogames. (Schacht, p. 234.)

CHAPITRE IV

De l'emploi du microscope dans l'étude de la génération et du développement des cellules végétales.

910. Dans ces conditions, on voit apparaître un liquide incolore mucilagineux, comme une solution de gomme arabique, qui devient plus dense à certaines places que dans les autres, et là on aperçoit de petits points ou taches plus transparentes. Ce sont autant de très-petites cavités qui s'agrandissent peu à peu et semblent refouler, amincir la substance gélatineuse qui les entoure encore et paraît leur servir de paroi. (Mirbel, *Archives du Muséum d'hist. nat.* Paris. 1839, in-4°.) Dès leur apparition, ces cavités ont chacune leur paroi distincte formée de cellules (Unger, 1814), tapissée par un utricule primordial dans lequel le noyau apparaît de très-bonne heure et que l'iode fait voir avant que son opacité permette de l'apercevoir à l'œil nu. (H. Mohl.) Des coupes pratiquées successivement sur des parties de plus en plus âgées, montrent que cette paroi des cellules est d'abord molle et assez épaisse, et la ligne de contact de celles qui se pressent l'une contre l'autre n'est pas visible, quoiqu'on puisse les isoler et montrer que leurs enveloppes sont distinctes les unes des autres, dès leur origine. Ces parois deviennent plus minces, plus fermes, mieux limitées, à mesure que la cellule grandit; en même temps chaque cellule, de sphérique qu'elle était, devient polyédrique par suite de la compression qu'elles se font éprouver mutuellement. Plus tard apparaissent des granulations dans leur contenu qui d'abord est très-transparent et homogène.

C'est de la sorte que se produisent au contact du système fibro-

vasculaire, les bourgeons, les racines adventices ou autres, ainsi que nous l'avons vu (pages 868 à 869).

La genèse des cellules dans les plantes en voie de croissance a lieu d'une manière analogue à la précédente dans les circonstances que voici : « Au milieu d'une substance mucilagineuse, dit M. Trécul, que l'on a appelée *Cambium*, ou entre les cellules préexistantes dans le liquide mucilagineux qui les sépare quelquefois et qui a été nommé, pour cette raison, *matière intercellulaire*, se développent dans certains cas des utricules tout à fait indépendantes les unes des autres, ou de celles qui les environnent. » (Trécul, *Origine et développement des fibres ligneuses. Annales des sc. nat.* Paris, 1855, in-8, t. XIX, p. 68.)

811. La *genèse ou formation libre des cellules* est facile à suivre, ainsi que le montre Schacht dans le développement des premières cellules qui doivent constituer l'albumen dans le sac embryonnaire des ovules fécondés; par exemple chez les Onagrariées, Borraginées, Liliacées, ou encore dans les Conifères dans la première année de fructification, longtemps avant la fécondation. On doit pour cela isoler le sac embryonnaire, ce qui se fait facilement, sous le microscope simple, à l'aide de l'aiguille, quand toutefois on s'est procuré, au moyen de deux coupes, une lamelle longitudinale de l'ovule suffisamment épaisse. Une coupe longitudinale, modérément épaisse, à travers le sac embryonnaire, conduit même parfaitement au but quand la paroi protoplasmique de ce sac est formée par un liquide sirupeux. Dans cette paroi protoplasmique qui coule souvent au dehors, avec le jus des cellules, par la blessure faite au sac embryonnaire, on remarque alors des noyaux libres et des corpuscules brillants ressemblant aux corpuscules des noyaux cellulaires. On voit en outre des noyaux complètement entourés de protoplasma, et d'autres, qui sont logés ensemble dans un utricule transparent montrant seulement sur ses bords du protoplasma granuleux. Par l'emploi de l'eau sucrée, dans quelques cas, le contour de cet utricule plein de suc cellulaire se resserre tout ensemble; dans d'autres cas, au contraire, la membrane formant ce contour reste en place, le contenu granuleux seul se retire. Dans d'autres cas encore, la membrane est si mince, qu'elle se résout elle-même en quelques instants dans l'eau du porte-objet; alors il est très-bon de se servir comme véhicule du suc cellulaire du sac embryonnaire même. Cette méthode sera praticable avec les gros ovules de quelques Liliacées (*Fritillaires*, *Ornithogales*, *Lis*) parce que l'eau ou tout

autre liquide altérerait des productions si délicates. Cela explique pourquoi la formation libre (genèse) des cellules a été moins sûrement et moins complètement étudiée jusqu'ici que la division des cellules dans les Algues.

Dans la formation des cellules, le principal est d'observer les changements successifs de la paroi cellulaire aux dépens du protoplasma et les modifications chimiques qui s'y rattachent. Ainsi on trouve d'abord une membrane encore peu différente des dernières couches, soluble dans l'eau. Celle qui suit, possède une plus grande consistance et se comporte autrement vis-à-vis des réactifs chimiques, et ainsi de suite. Soluble au début dans l'acide acétique, plus tard elle ne l'est plus. D'abord elle ne se colorait pas en bleu par la dissolution iodée du chlorure de zinc, plus tard elle ne prend plus que cette couleur; elle passe par le rouge et le violet au bleu de la cellulose. (Schacht, p. 106.)

La genèse de cellules dans d'autres cellules peut encore avoir lieu dans les conditions suivantes, observables sur des coupes de différentes parties des plantes en voie de croissance. Quand le nucléus sert à la multiplication des cellules, c'est sa *membrane vésiculaire propre qui devient la membrane cellulaire*, en sorte que le nucléus vésiculaire n'est point un centre d'attraction pour le plasma. Ainsi dans l'albumen du *Sparganium ramosum* en voie de développement, on observe toutes les phases de l'évolution des nucléus, depuis l'état de nucléole homogène jusqu'à celui de cellules parfaites. Il existe entre les cellules internes de cet albumen, un liquide tenant des granules en suspension, et parmi ces granules de très-petites cellules munies d'un nucléus, qui a lui-même un nucléole. Ces cellules sont d'abord si petites qu'elles ressemblent aux nucléus des cellules plus grandes. Parmi ces jeunes cellules, on en voit qui montrent dans leur intérieur deux, trois, quatre petites cellules d'inégale grandeur (les plus petites ressemblant aux nucléus des plus âgées). M. Trécul a compté, dans le même utricule, jusqu'à cinq générations, et il a trouvé des cellules mères en voie de résorption et n'entourant plus qu'en partie leur postérité nucléaire ou les jeunes cellules.

Il est une autre sorte de vésicules qui jouent un rôle non moins important que le nucléus dans l'organisation végétale. M. Trécul les appelle *vésicules fausses vacuoles*, parce que longtemps elles furent confondues par la plupart des anatomistes avec les vacuoles qui se forment souvent dans le contenu des cellules. Leur existence n'est

ordinairement que temporaire, mais fréquemment aussi partie seulement de vésicules sont résorbées; celles qui restent concourent à la génération utriculaire, et seules ou presque seules l'accomplissent dans certains cas. M. Trécul dit presque seules, parce que souvent le même tissu cellulaire est engendré à la fois par deux modes différents de génération des utricules, ce qui était tout à fait inconnu avant ses observations. Ce mode de production des cellules par les *vésicules fausses vacuoles* s'unit, en effet, dans divers albumens et dans certains embryons, à celui qui a lieu par les vésicules nucléaires, et de plus ce dernier mode se combine quelquefois dans les mêmes cellules à celui qui résulte de la *division* ou *segmentation* des cellules.

A côté de la génération des cellules par les vésicules fausses vacuoles se place un autre mode, qui est dû à la production de vacuoles véritables. Le voici. Pendant l'extension des jeunes cellules, le contenu demi-liquide (dit protoplasma) qui les remplit, ne pouvant suivre cette extension, reste en partie adhérent au pourtour de la cellule, et se retire sur un ou plusieurs points de celle-ci. Il en résulte souvent deux ou plusieurs vacuoles qui s'étendent à mesure que la cellule grandit; elles sont séparées par des amas ou des cloisons de protoplasma plus ou moins épaisses, qui produisent les membranes qui doivent diviser la cellule primitive. Si la couche de ce plasma partageant la cellule en deux parties est mince, une seule membrane transversale est formée. Cette membrane se dédouble plus tard. Si la couche transversale de protoplasma est très-épaisse, une membrane est produite à chaque face de cette couche protoplasmique. Ce qui de ce dernier liquide reste entre ces deux membranes de cellulose est peu à peu résorbé avec les parties correspondantes des membranes latérales de la cellule mère, laissant ainsi en liberté les nouvelles cellules. Ces faits sont observables dans le *Joliffia africana*, etc. (Voy. Trécul, *Sur les formations vésiculaires dans les cellules végétales*, in *Ann. des Sciences nat.* 1858.)

912. La *reproduction des cellules* une fois nées, amenant leur multiplication par scission ou segmentation, a lieu de la manière suivante. On voit peu à peu dans le contenu de telle ou telle cellule apparaître deux, ou rarement quatre noyaux, sous forme d'une petite masse granuleuse ou au contraire transparente, à contours généralement limités d'une manière nette, quoiqu'ils soient souvent très-pâles, ou quelquefois masqués par les granulations voisines. Un peu après l'apparition de chaque noyau, autour de chacun

d'eux s'amasse une portion du contenu granuleux. En même temps, un sillon plus transparent que le reste de la masse sépare chacune de ces accumulations granuleuses. La formation de cet intervalle plus clair ayant l'aspect d'un sillon résulte de ce que les granulations concentrées autour du noyau laissent entre chacun des amas qu'elles forment une portion du liquide qui les tient en suspension, presque dépourvue de particules solides.

C'est aussi par cette *segmentation* qu'on voit s'individualiser en cellules la vésicule préembryonnaire et le filet suspenseur des phanérogames, le contenu des sporanges des cryptogames, de leurs anthéridies, ainsi que des vésicules mères des grains de pollen. Au sillon apparu en même temps entre les deux ou quatre amas granuleux ci-dessus succède une mince cloison de cellulose qui se produit de toutes pièces; d'abord commune aux deux amas, elle est adhérente et confondue par sa circonférence avec la paroi de la cellule mère, dont l'utricule primitif azoté s'est résorbé à ce niveau en même temps que se formait le sillon, résorption qui peut simuler un étranglement de cet utricule. La mince cloison de cellulose dont nous avons parlé, qui remplace le sillon et s'interpose entre les deux portions d'utricules primordiaux nouvellement produits (*reproduction par scission ou cloisonnement*) à la surface des deux sphères granuleuses contiguës, est d'abord simple et commune aux deux nouvelles cellules; mais peu à peu la paroi de la cellule mère s'étrangle au niveau de la cloison nouvelle, de manière à amener ici une formation de méats intercellulaires. Souvent le phénomène se borne là, et la cloison reste commune aux deux cellules nouvelles. Alors elles ne peuvent être isolées de toutes parts, séparées l'une de l'autre; ou bien une ligne placée au milieu de la cloison indique sa division en deux feuillettes; dans ce cas, on peut isoler tout à fait chaque cellule de ses voisines.

Des phénomènes entièrement semblables s'observent aussi sur la longueur ou à l'extrémité des cellules pileuses, etc., de beaucoup de plantes. Sur les phanérogames adultes ou non, les cellules ligneuses qui amènent la formation des couches, des faisceaux fibreux, etc., sont également engendrées par des cellules qui se divisent en plusieurs autres.

Les cellules corticales les plus internes s'étendent horizontalement et se divisent par des cloisons verticales, de manière à former des séries rayonnantes de cellules rectangulaires (*reproduction méristématique* ou *scission par cloisonnement*). Ces dernières, d'abord

intimement unies entre elles, s'isolent peu à peu, et s'allongent alors en pointe par leurs extrémités.

A l'aide du microscope on suit très-bien la division des cellules en deux autres dans les algues filiformes à longues cellules (Spirogyres, Cladophores et Conferves). On choisira surtout avec avantage, d'après Pringsheim¹, les rameaux les plus jeunes des Cladophores, parce que le phénomène s'y produit plus fréquemment et d'une manière plus régulière que dans les autres branches. Là, comme dans les Conferves, on ne voit pas de noyaux cellulaires; on cherchera donc, pour suivre la division, des cellules présentant dans le milieu de leur longueur un certain étranglement du contenu verdâtre. Quand on place au foyer du microscope la surface de telles cellules, on reconnaît, à l'endroit indiqué, une ligne transversale mince à double contour; elle manque au milieu de l'étranglement, c'est-à-dire qu'elle ne représente que le commencement de la paroi de séparation qui doit se former. Quand on prend soin d'entretenir l'eau sur le verre et qu'on attache soigneusement la préparation sur la table, on peut observer de quart d'heure en quart d'heure les progrès de l'étranglement; la paroi de séparation s'avance peu à peu jusqu'à séparer d'une manière complète le contenu de la cellule mère en deux moitiés. Pour faire une étude aussi complète que possible du phénomène, on commence par dessiner de temps en temps ce qu'on voit, avec la chambre claire ou non, en ayant soin de noter l'époque précise où l'observation est faite; on soumet ensuite une préparation dans chacun de ces états de division aux réactifs chimiques. On emploiera particulièrement pour cela les dissolutions étendues de sucre ou de sel de cuisine. Ces substances séparent de la paroi cellulaire la couche du protoplasma; alors la cloison de séparation, encore incomplète, sera libre et dressée comme une lame extrêmement délicate au centre de la cellule. Emploie-t-on, au contraire, de l'acide acétique, il se produit aussitôt une contraction de la couche extérieure en même temps qu'une dissolution de la jeune paroi.

Dans les Spirogyres on rencontre un phénomène non moins intéressant. Dans le milieu de chaque cellule se trouve un noyau entouré d'une zone de protoplasma contre laquelle il envoie un courant. Il se divise en deux moitiés qui s'éloignent lentement l'une de l'autre. Quand on trouve dans une cellule de Spirogyre un noyau

¹ Pringsheim, *Structure et formation des cellules végétales*. Berlin, 1854.

qui semble se dédoubler, on peut être sûr que la division de la cellule ne tardera pas à arriver.

Avec les jeunes feuilles de Mousses et d'Hépatiques, de même avec les calices des Jungermannes en voie de développement, qui se composent aussi d'une seule couche de cellules, on peut encore constater ce phénomène, mais il serait difficile de suivre avec le microscope les progrès de la division comme chez les Algues filiformes. Dans tous les points où il se forme de nouvelles cellules végétales, on rendra manifeste le procédé de division par des coupes longitudinales et transversales; mais ici encore l'observation complète ne résultera que d'un ensemble de coupes faites à différentes époques de la formation.

On observe la segmentation dans la formation du pollen et dans celle des spores de cryptogames supérieurs. Au premier cas répondent les Malvacées, Onagrarées, Liliacées, le Gui, et la plupart des plantes dont le pollen n'est pas trop petit, à condition de choisir des boutons très-jeunes. En faisant des sections transversales à travers tout le bouton, on obtient d'excellentes coupes à travers les anthères, qui montrent souvent déjà les cellules mères dans différents états de division; on doit du reste se servir, pour les isoler, de l'aiguille et du microscope simple. (Voy. Schacht, pages 103-104.)

CHAPITRE V

De l'emploi du microscope pour l'étude des mouvements du contenu des cellules végétales.

915. Les procédés suivis dans l'étude des phénomènes de la gyration des liquides dans les cellules des *Chara* découverts par Corti, en 1774, sont toujours ceux que Le Baillif a fait connaître¹. C'est, à peu de chose près, celui qu'ont suivi Amici, Dutrochet, Donné, Robert Brown, Schultz, etc.

¹ Peu après Corti, Fontana vérifia ses observations; elles furent répétées ensuite par Treviranus (1811 et 1817), Gozzi (1818) et Amici (1822). Agardh publia un travail étendu sur le même sujet, en 1825. (*Bulletin universel des sciences*; par Férussac, *Sciences naturelles*. Paris 1827, in-8°, t. XI, p. 253.) Voyez aussi Raspail. *Expériences chimiques et physiologiques sur les Chara* (ibid. 1827, in-8°, t. XII, p. 74) et surtout Lebaillif, *Observations sur la circulation des Chara* (ibid. 1827 t. XII p. 321).