

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 Jungermanes 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, Onagariées, 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 Bailif 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. 255.) 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. 521).

On trouve les *Chara* dans les étangs et eaux limpides, et dans les portions tranquilles de l'eau de divers lacs. Les étangs de Villebon, de Meudon et de Ville-d'Avray, sont ceux des environs de Paris où vont en chercher les naturalistes.

Les espèces qu'on trouve ordinairement en France sont : 1° le *Chara fragilis* Desvaux (*Ch. vulgaris* L., *hirta* Meyen, *pulchella* Walh., etc.); 2° *Ch. aspera* Willd. (*Ch. hispida* Wahlenb.); 3° *Chara vulgaris* Wallroth (*Ch. fœtida* A. Braun, *decipiens* Desvaux); 4° *Chara hispida* L. (*Ch. tomentosa* Willd., *spinosa* Rupr.).

Pour emporter la plante recueillie, on la met dans un vase plein d'eau. On choisit ensuite les tiges les plus fortes, qu'on met à l'aise dans une grande terrine remplie de l'eau de l'étang où le *Chara* a été recueilli. Il faut éviter de ployer les tiges, car les entrenœuds froissés ne peuvent servir. On peut couper quelques entrenœuds, et on les suspend par un fil dans l'eau, où ils continuent à végéter. Dans la saison chaude, ce végétal se décompose facilement; au bout d'une quinzaine de jours, il passe du vert au jaune sale, et sa préparation devient quelquefois très-difficile.

Le *Chara* ne peut être soumis au microscope qu'après avoir subi certaines préparations. Il faut choisir un entre-nœud bien vert et ferme, et couper les verticilles en leur laissant environ 15 à 20 millimètres de longueur. On élague tous les petits jets et l'on place la tige principale dans une petite cuve de verre pleine d'eau, placée au foyer sous un grossissement de 50 à 150 diamètres.

On enlève par lanières, la pellicule superficielle incrustée avec la plus grande précaution, car la moindre blessure faite au tube intérieur arrêterait la circulation à l'instant même. Lorsqu'on est parvenu à décortiquer ce tube, il faut le racler légèrement en lui imprimant un mouvement de rotation sur lui-même. Cette opération est indispensable pour débarrasser le tube d'une couche de carbonate de chaux qui le recouvre; on doit la pratiquer avec un canif à fil couché, qu'on dirige de gauche à droite, sans jamais racler en sens contraire.

Le *mérithalle* sera parfaitement dénudé quand on n'apercevra plus aucun corps étranger avec la loupe. Le microscope fait alors distinguer des lignes parallèles formées par des globules verts régulièrement espacés, ainsi qu'une ligne où ces globules manquent constamment, et que Le Baillif nommait la *voie lactée* et Agardh la *ligne ou raie indifférente*.

On peut conserver cette préparation sous l'eau, mais au bout de

cinq à six jours la surface du tube se recouvrira de nouveau de cristaux de carbonate calcaire, qu'on pourra enlever encore, mais avec beaucoup plus de soin que la première fois. On place le mérithalle décortiqué dans une petite cuve ou auge à fond de verre pleine d'eau et recouverte d'une lame mince. Les variations de la température, la décortication déjà ancienne, et même des ligatures pratiquées sur le tube, n'ont aucune influence sur la circulation.

Si l'on examine l'un des courants, à droite ou à gauche de la ligne médiane, on verra qu'il suit toujours la même direction; mais si l'on place cette ligne de manière qu'elle occupe exactement le milieu du champ du microscope, on verra les molécules entraînées dans un double courant de droite à gauche et de gauche à droite. Au moyen d'une montre à secondes ou d'un pendule, on peut calculer le temps qu'un globule met à traverser le champ.

En prolongeant l'observation, il sera facile de s'assurer que les granules flottants peuvent passer d'un courant dans l'autre, et ce fait est important, car il prouve d'une manière évidente qu'il n'existe pas de diaphragme sur la ligne médiane. Si l'on trempe pendant un instant l'une des extrémités du tube dans de l'eau légèrement acidulée la gyration cesse au bout de quelques minutes.

La circulation ordinaire persiste pendant plusieurs jours et ne se ralentit pas pendant la nuit. Si l'on veut suivre la marche des granules, il faut, suivant la méthode de Corti, choisir un petit rejeton tenant encore à un des verticilles et dont la surface est peu chargée de carbonate calcaire, qui probablement ne s'amasse que sur la plante adulte. En observant ce petit rejeton vers son extrémité transparente, on reconnaîtra le mouvement gyroïde, et si l'on suit deux ou trois granules dans leur course, on les verra se contourner à l'extrémité du rejeton et revenir dans le sens opposé.

On rencontre quelquefois dans un mérithalle des sphères ou globes en assez grand nombre, qui se meuvent les uns par-dessus les autres, se dépriment, prennent une forme ovoïde, etc., selon la nature des pressions qu'ils éprouvent, et crèvent quelquefois en mêlant leur contenu au fluide circulatoire; plus tard, on voit de petits globes se reformer et voyager dans le liquide. Avec un bon éclairage, on distingue nettement l'épaisseur de la tunique de ces sphères, ainsi que les granules qu'elles renferment.

Ces derniers sont diaphanes, de formes très-variées, et sujets à des transpositions produites par la compression et le mouvement imprimé aux sphères.

Si l'on suspend un tube de *Chara* dans l'eau par une de ses extrémités, les sphères tombent à la partie inférieure, et elles suivent encore la même direction lorsqu'on retourne le tube. On peut examiner le phénomène avec une loupe ordinaire. Quand on veut observer isolément les sphères, il faut couper l'entre-nœud qui les contient et exprimer le fluide sur une lame de verre; alors les sphères se montrent comme autant de gouttes parfaitement distinctes.

Pour étudier la circulation sur de jeunes pousses de *Chara*, on en renferme une dans une cellule (p. 253) sur un porte-objet et remplie d'eau. La lamelle supérieure est percée sur le côté d'une petite ouverture. Le *Chara* continue à végéter jusqu'à ce qu'il remplisse toute la cavité. L'ouverture de la plaque supérieure permet de renouveler le liquide à mesure qu'il s'évapore. On pose sur ce petit trou un fragment de verre mince qui le ferme exactement et retarde l'évaporation. (Holland.)

914. D'après Schultz, on observe la circulation de la sève dans plusieurs végétaux, entre autres dans les stipules du *Ficus elastica*, en rendant ces stipules transparentes, en enlevant la couche superficielle qui laisse à nu une partie blanche, fibreuse, transparente, dans laquelle on voit alors la circulation de la sève. La feuille de la *Chélidoine* présente le même phénomène sans exiger autant de préparation; il suffit de la placer sur le porte-objet et de l'observer au soleil, mais on ne réussit pas toujours.

Le Baillif observa également cette cyclose dans le figuier commun. Pour ces expériences, il faut toujours employer des végétaux non fanés. Schultz a donné à le Baillif une liste des plantes dans lesquelles il a observé le plus facilement la marche de la sève. Ce sont les : *Chélidoine* (foliole du calice), *Salsifis* (feuille), *Pissenlit* (feuille), *Alisma plantago* (plantain d'eau), *Ficus elastica* (stipules), *Figuier ordinaire*, *Platane*, *Stipules d'érable*, *Mûrier blanc*, *Aloès* (tige et étamines), *Angélique*, *Impératoire* et presque toutes les *Ombellifères* qui ont des sucs colorés, *Bryone blanche*, *Euphorbe* (moelle), *Asclépiade*, *Arroche*, *Laitue ordinaire*, *Chiendent*, *Tragopogon des prés* et presque toutes les *Chicoracées*. (Van Heurck, dans A. Chevalier, *loc. cit.*, p. 468, etc.)

La *Rotation ou circulation intra-cellulaire* se voit dans les poils des *Oenothera*, *Clarkia*, *Tradescantia*, mais surtout dans les *Nitella*. On met un morceau de *Nitella* dans une cuvette de verre ou dans un verre de montre, de telle façon que le fragment de plante présente quelques cellules entières et soit légèrement re-

couvert d'eau. En examinant alors avec un grossissement de 50 à 100 diamètres, on verra un courant ascendant sur l'une des parois de la cellule et descendant de l'autre (*cyclose*).

915. La lame plane, formée d'une seule couche de cellules, dépourvue d'épiderme, qui constitue les feuilles des mousses, permet de constater, sur les mêmes cellules (Famitzin) que, pendant le jour, les grains de chlorophylle sont disséminés sur les faces correspondant à la superficie de la feuille qu'on peut appeler les *faces superficielles*; que la nuit, au contraire, ces grains sont réunis sur les parois latérales, les faces superficielles en étant dépourvues. Ce changement de position s'opère assez rapidement, soit à la lumière solaire, soit à la lumière d'une lampe. Les rayons bleus ont la même action que la lumière blanche, et, au contraire, sous l'influence des rayons jaunes, ainsi que Bœhm l'a observé pour les rayons rouges les grains de chlorophylle occupent leur position nocturne.

Les observations publiées en 1869 par Borodine étendraient l'existence de ces phénomènes à diverses plantes phanérogames sur lesquelles les observations ont pu être faites avec la même précision que sur la Mousse étudiée par Famitzin. Les résultats sont les mêmes quant à l'influence de l'obscurité ou de la lumière sur la position des grains de chlorophylle. Ce n'est que dans les cellules où les grains de chlorophylle sont écartés les uns des autres qu'on peut espérer observer ces phénomènes, toutes les plantes à coloration verte intense et à grains de chlorophylle contigus ne paraissant pas pouvoir y donner lieu. Famitzin, comme Bœhm (1857), pense, sans l'établir d'une manière positive, que les grains de chlorophylle se meuvent par eux-mêmes, rampent sur la paroi de la cellule et se répandent sur la partie la plus éclairée, comme certains animaux infusoires et les Zoospores se dirigent vers la lumière. Les observations de MM. Roze et Prilleux, en montrant que, dans ces Mousses, les grains de chlorophylle sont unis entre eux par des filets très-ténus de protoplasma, peuvent faire penser que ces filets sont la cause des changements de position des grains de chlorophylle; mais il ne faudrait pas confondre ces changements de position de certains éléments constitutifs de la cellule, sous l'influence du passage de l'obscurité à la lumière ou de la lumière à l'obscurité, suivis de l'immobilité de ses parties, tant que les conditions physiques extérieures ne changent pas, avec les mouvements de circulation intra-cellulaires continus, ayant lieu la nuit et le jour, sans que la lumière paraisse avoir d'influence marquée sur eux. Dans

ces mouvements comme ceux qui se présentent dans les tubes des Chara, dans les cellules du Vallisneria et du Nayas, dans les cellules des poils corollins, etc., des grains de chlorophylle peuvent être entraînés par le courant général du suc cellulaire, ou dans les trajets particuliers du protoplasma, mais ils n'occupent pas de position fixe diurne et nocturne.

CHAPITRE VI

De l'emploi du microscope dans l'étude des Cryptogames vasculaires, des mousses et des hépatiques.

916. L'étude de la structure des souches, des pédoncules ou pétioles, des organes foliacés, se fait sur des coupes qu'on exécute de la même manière que celles des organes correspondants des plantes phanérogames.

On fera en sorte que ces coupes portent sur les sores et autres organes renfermant les spores des fougères, sur les fruits capsulaires des équisétacées. Les spores de ces organes arrivés à maturité s'étudient en suivant les procédés indiqués plus haut d'une manière générale (p. 831) et pour les grains de pollen en particulier.

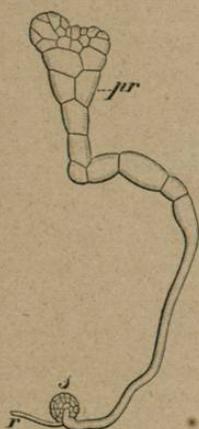


Fig. 276.

Hépatiques, Équisétacées, Lycopodiacées, Rhizocarpées.)
On peut suivre la germination des Fougères, etc., en les semant

* Proembryon (pr) d'un *Asplenium*. s. Spore germée. r. Filament de mycélium produit du côté opposé à celui où s'est formé le proembryon. (Hofmeister.)

sur de la tourbe humide que l'on met dans un plat recouvert d'une lame de verre. Si l'on a besoin de maintenir ces spores dans un lieu ombragé et frais, on les voit germer ordinairement au bout de trois ou quatre semaines; l'apparition d'une légère couche verdâtre sur la tourbe est le premier indice de leur germination. La meilleure manière de faire cette expérience consiste à répandre sur la tourbe quelques morceaux de fronde fraîche portant des fruits; en semant des spores desséchés, on s'exposerait à ne pas avoir de germination. En enlevant avec soin un petit morceau de la couche verte, et le lavant avec de l'eau sur le porte-objet, on peut étudier très-facilement les premiers degrés de la germination et constater la formation des *Anthéridies* (voy. p. 860) sur les proembryons très-jeunes. L'anthéridie est l'organe mâle de tous les cryptogames, moins les algues les plus simples, les champignons élevés et les lichens. Tantôt il se développe sur la plante adulte (algues, rhizocarpées, etc.), tantôt sur le *prothallium* ou *proembryon* (hépatiques, mousses, fougères, équisétacées, etc.), qui, provenant de la germination des spores, donne naissance ensuite aux *Archégonés* (fig. 277), d'où naîtront après la fécondation les individus qui doivent porter les spores. L'anthéridie précède l'apparition des archégonés, et c'est dans sa cavité, aux dépens de son contenu, que naissent des cellules dont chacune produit un *spermatozoïde* des cryptogames; ceux-ci, devenus libres par rupture ou liquéfaction de la cellule, s'échappent par rupture de l'*Anthéridie*. Cet organe est généralement ovoïde ou sphérique, à paroi transparente et homogène. Quelquefois, comme dans quelques algues, il est représenté par certaines cellules du parenchyme, sans changement de la forme ordinaire. Son volume et sa situation varient selon les ordres des plantes; il peut ou non être protégé d'une enveloppe de tissu cellulaire ou de filaments paraphysaires dans les algues. Lorsque le proembryon, a pris quelque développement, on aperçoit des anthéridies (fig. 278) nombreuses, non pédiculées, puis des sortes de bourrelets qui portent à leur partie inférieure les organes femelles (*Archégonés*); ces derniers organes ressemblent assez bien au pistil des mousses, mais ils sont plus courts (fig. 277). En faisant des coupes longitudinales, à main libre, ou entre la moelle de sureau, au travers du proembryon, on acquiert des notions précises sur le développement de cet organe. Les anthéridies, lorsqu'elles sont mûres, éclatent souvent dans l'eau du porte-objet, et laissent échapper un à un leurs spermatozoïdes; ceux-ci présentent une