rale, dans celui d'une Cryptogame à racines, le microscope nous révélerait également une structure vasculaire.

Rien de semblable dans le corps d'une Mousse ou, en général, d'une Muscinée. Autour de l'axe de la tige on distingue bien, dans quelques grandes espèces de Mousses, une sorte de cordon plus résistant dans lequel on pourrait s'attendre à rencontrer des vaisseaux; souvent les feuilles des Mousses présentent, dans leur plan de symétrie, une sorte de nervure à laquelle on pourrait aussi être tenté d'attribuer une structure vasculaire; une observation plus approfondie de ces parties permet de s'assurer qu'elles ne contiennent, comme tout le reste de la plante, que des cellules ordinaires et nulle trace de vaisseaux. Le corps de la Mousse possède donc une structure que nous pouvons qualifier de *cellulaire*. Et cette observation nous amène à faire une remarque qui a son importance. Les Fougères, Cryptogames à racines, contiennent des vaisseaux; les Mousses, Cryptogames sans racines, n'en contiennent pas; la présence des vaisseaux semble donc liée à l'existence des racines. Cette relation ne doit pas nous étonner : anticipant sur l'étude de la physiologie des plantes vasculaires, nous pouvons admettre que les vaisseaux, éléments conducteurs des liquides puisés par la plante dans le sol, ne se développent que là où se sont formés des membres spéciaux, les racines, pour assurer l'absorption de ces liquides.

Le corps d'un Lichen, comme celui d'une Mousse, ou, pour parler plus généralement, le corps d'une Thallophyte, comme celui d'une Muscinée, possède une structure uniquement cellulaire.

Nous pouvons dès lors ajouter aux notions tirées de la morphologie externe celles que nous a fournies la morphologie interne et diviser ainsi qu'il suit l'ensemble du règne végétal :

				Exemple :
PLANTES	à racines ou vasculaires	à fleurs.	*Phanérogames.*	Renoncule.
		sans fleurs.	*Cryptogames vasculaires.*	Fougère.
	sans racines ou cellulaires	à feuilles.	*Muscinées.*	Mousse.
		sans feuilles.	*Thallophytes.*	Lichen.

On voit que cette façon de définir nos quatre embranchements creuse entre les Cryptogames vasculaires et les Muscinées un fossé beaucoup plus profond que celui qui sépare les Phanérogames des Cryptogames vasculaires ou les Muscinées des Thallophytes. Tout ce que nous apprendrons, par la suite, de l'organisation et du développement de chacun de ces groupes légitimera de plus en plus cette manière de voir.

A la Pag 238

QUATRIÈME LEÇON

Les Oomycètes.

Nous avons vu, à la fin de notre troisième leçon, que le règne végétal peut être divisé en quatre embranchements : les *Phanérogames*, les *Cryptogames vasculaires*, les *Muscinées*, les *Thallophytes*. Abordons aujourd'hui l'étude de ce dernier embranchement.

Thallophytes. — Nous savons déjà que les *Thallophytes* sont des plantes sans fleurs, cryptogames en un mot, dont l'appareil végétatif, ordinairement très simple, ne subit pas une différenciation qui permette d'y reconnaître un organe axile, la tige, supportant des appendices, les feuilles; à cet appareil végétatif réduit on donne le nom de *thalle*.

Algues et Champignons. — L'*embranchement* des Thallophytes peut être décomposé à son tour en deux *classes* : la classe des *Champignons* et celle des *Algues*. Les Algues sont des Thallophytes aquatiques, pourvus de cette matière verte qui communique aux feuilles des plantes supérieures leur coloration caractéristique et qu'on désigne du nom de *chlorophylle*; les Champignons en sont, au contraire, dépourvus. Différence capitale entre ces deux classes. Nous verrons, en effet, ultérieurement, et vous savez déjà sans doute que les plantes pourvues de chlorophylle sont capables, en pré-

sence de la lumière, de décomposer l'anhydride carbonique, d'en rejeter l'oxygène, d'en fixer le carbone et de l'utiliser pour la formation des substances carbonées nécessaires à leur alimentation et à leur développement. Les Champignons, étant dépourvus de chlorophylle, sont, par cela même, incapables de fixer directement le carbone de l'anhydride carbonique et d'élaborer de toutes pièces de semblables substances; il faut donc qu'ils les trouvent toutes formées dans le milieu où ils se développent, ce qui les condamne à vivre dans des substances organiques qu'ils transforment en se comportant comme des *ferments*, ou sur des corps organisés en décomposition, tels que des fragments d'écorce, des feuilles mortes, etc. (on dit alors qu'ils sont *saprophytes*), ou encore sur des êtres vivants, animaux ou végétaux (on dit alors qu'ils sont *parasites*).

Champignons. — Oomycètes. — Etudions, en premier lieu, la classe des *Champignons* et, dans cette *classe*, examinons, pour débuter, l'*ordre* des *Oomycètes*.

Type : Mucor mucedo. — C'est à l'ordre des *Oomycètes* qu'appartiennent un grand nombre des Moisissures qui se développent sur les matières animales ou végétales en décomposition : ces Moisissures forment la *famille* des *Mucorinées*.

Qu'on dispose des confitures, des fruits cuits, de la colle de pâte, du pain mouillé, des excréments d'animaux, comme du crottin de cheval, etc., sur des assiettes recouvertes de cloches destinées à y maintenir une humidité suffisante, et qu'on abandonne le tout, pendant quelques jours, à une température convenable, on ne tardera pas à voir paraître à la surface de ces matières toute une flore de Moisissures, de couleurs et d'aspects divers, parmi lesquelles il sera facile de trouver plusieurs espèces du groupe que nous voulons étudier. Prenons pour type la Moisissure blanche ordinaire (*Mucor mucedo*) qui se développe communément sur le pain moisi.

Mycélium. — Elle se présente sous la forme d'un lacis floconneux de filaments blancs qui s'étalent à la surface du

milieu nutritif et pénètrent dans sa profondeur. Détachons, avec une pince fine, quelques-uns de ces filaments; portons-les dans une goutte d'eau, sur le porte-objet du microscope, et utilisons les réactifs dont nous connaissons maintenant l'emploi. Nous constaterons que ces filaments sont ramifiés à l'infini et d'une façon assez irrégulière, bien qu'on puisse reconnaître une certaine ressemblance entre leur ramification et celle d'une plume d'oiseau, dont les barbes sont fixées symétriquement de part et d'autre d'un axe, une ramification *pennée*, en un mot. Nous aidant d'un grossissement plus considérable (*fig.* 26), nous pourrons voir que chaque filament est enveloppé par une membrane de cellulose, bleuissant au chloroiodure de zinc. Les extrémités des filaments, terminées en doigt de gant, renferment un protoplasme; les parties plus larges et plus éloignées des extrémités en sont dépourvues : il est remplacé par un liquide clair et hyalin. De nombreux noyaux se remarquent, assez difficilement d'ailleurs, au sein du protoplasme. Nulle part ce dernier ne se montre coupé transversalement par un système régulier de cloisons; on observe cependant parfois, entre la partie du tube qui contient le protoplasme et celle qui en est dépourvue, une cloison séparatrice, de nature cellulosique; on peut apercevoir aussi une série de semblables cloisons dans les parties mortes des filaments.

Fig. 26. — Un fragment de mycélium de *Mucor mucedo*, très grossi (schéma).

Les filaments ainsi constitués représentent l'appareil végétatif, le *thalle* du Champignon; quand il se présente avec l'aspect filamenteux que nous venons de décrire, on donne aussi au thalle le nom de *mycélium*.

Multiplication par simple division. — Comment se multiplie la Moisissure blanche? Un fragment du mycélium, détaché mécaniquement et transporté sur un milieu nutritif favorable, continue à s'y développer, formant un nouveau mycélium, semblable au premier. Cette séparation,

qu'il est aisé de reproduire artificiellement, se réalise souvent dans la nature : c'est une *multiplication par simple division*. Mais la Moisissure possède aussi des moyens plus parfaits de reproduction.

Reproduction par spores.—Sporanges. — Quand le mycélium a acquis une certaine vigueur et si le milieu où il se développe est suffisamment aéré, on voit se former de distance en distance des organes différenciés dont chacun se présente avec l'aspect d'une très petite épingle qui serait fixée par sa pointe au mycélium et dont la tête globuleuse s'élèverait au-dessus de la surface générale de la Moisissure; ces organes, visibles facilement à la loupe, souvent même à l'œil nu, ont reçu le nom de *sporanges*. Etudions de plus près leur mode de formation.

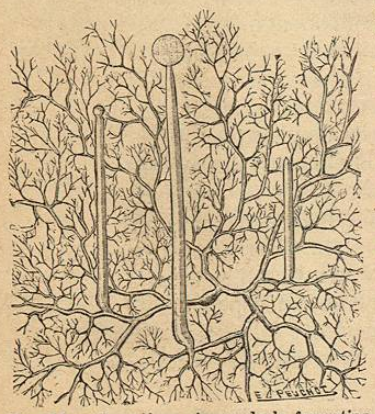

Fig. 27. — Premières phases de la formation du sporange de *Mucor mucedo* (la figure montre trois sporanges inégalement avancés).

Leur formation.— Un rameau différencié du mycélium, riche en protoplasme, se dresse et s'allonge, à un moment donné, perpendiculairement au support de la Moisissure (*fig.* 27). Quand il a cessé de s'allonger par son extrémité, celle-ci se renfle légèrement en forme de bouton; puis le protoplasme qui occupe ce renflement se sépare, à l'aide d'une cloison transversale, du reste du mycélium et, dès lors, l'extrémité du rameau constitue une cellule isolée : cette cellule est le *sporange*; le rameau qui la supporte est le *pédicelle* de ce sporange.

Plus tard (*fig.* 28), les noyaux contenus dans le protoplasme du sporange se multiplient abondamment. Entre

les noyaux ainsi formés paraissent simultanément des cloisons qui divisent le protoplasme en un grand nombre de cellules. Bientôt la lamelle moyenne de chaque cloison se gonfle et se dissout de manière à isoler les deux cellules qu'elle sépare : c'est le phénomène de la *gélification*, dont nous observerons de nombreux exemples dans le règne végétal. De cette gélification résulte une dissociation des cellules filles du sporange, qui imprègnent complètement de cellulose

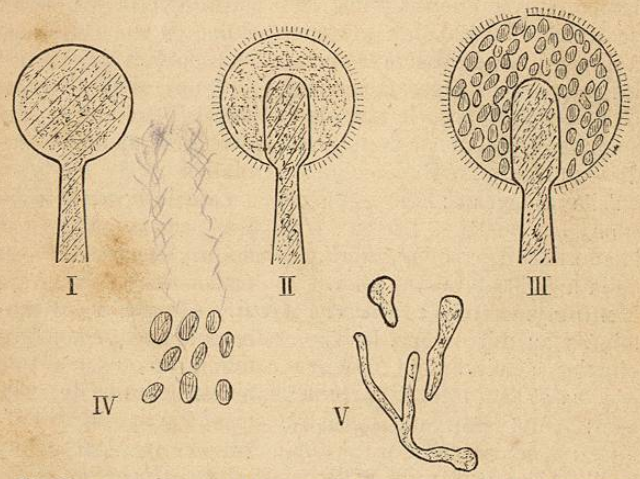

Fig. 28. — I, II, III, suite de la formation du sporange de *Mucor mucedo*; — IV, spores isolées; — V, germination de quelques spores.

leurs membranes d'enveloppe, s'arrondissent et distendent la paroi du sporange : chacune des cellules ainsi constituées est ce que l'on appelle une *spore*; le sporange, ainsi que l'indique l'étymologie, est la cavité qui contient les spores.

Pendant que ces phénomènes se passent à l'intérieur du sporange, dont les dimensions se sont accrues considérablement, sa membrane d'enveloppe s'est incrustée extérieurement d'une multitude de petits cristaux d'oxalate de chaux qui lui donnent un aspect hérissé; le pédicelle s'est vidé de

son contenu protoplasmique, qui s'était peu à peu creusé de vacuoles; enfin la cloison qui séparait le pédicelle du sporange, distendue par le liquide contenu dans le pédicelle, s'est bombée vers l'intérieur du sporange, de manière à former, dans l'axe de cet organe, une sorte de colonnette, dite *columelle*, autour de laquelle se sont groupées les spores. Le sporange a, dès lors, atteint sa maturité.

Déhiscence des sporanges. — Au bout d'un certain temps, la cellulose qui constitue la membrane du sporange se transforme en une substance soluble dans l'eau, c'est-à-dire qu'elle se gélifie, comme s'étaient gélifiées auparavant les membranes séparatrices des spores; si alors le pédicelle, gorgé d'eau, en laisse sortir une gouttelette ou si le sporange est humecté de toute autre façon, la membrane se dissout dans toute son étendue, mettant en liberté les spores qu'elle protégeait : c'est le phénomène de la *déhiscence du sporange*. Quelques cristaux d'oxalate de chaux nagent dans la gouttelette qui a déterminé la déhiscence, derniers vestiges de la membrane sporangiale.

Spores mûres; leur fragilité. — Recueillies et examinées au microscope, les spores se manifestent comme de simples cellules, dont chacune contient un ou plusieurs noyaux et est protégée par une membrane très fine de cellulose : ce sont des organismes extrêmement fragiles. Et, de fait, quand la déhiscence d'un certain nombre de sporanges a mis en liberté quelques milliers de spores, l'expérience prouve que le plus grand nombre de ces éléments succombe aux conditions défavorables qu'ils rencontrent dans le milieu extérieur.

Leur germination. — Semons, au contraire, quelques spores issues d'un sporange, une seule si nous le pouvons, pour simplifier l'observation, sur un liquide nutritif, par exemple un jus sucré tel que du jus de pruneaux cuits, et plaçons le semis dans un lieu où la température se maintienne au voisinage de 20°. La spore se nourrit aux dépens des substances alimentaires qu'elle trouve dans le milieu extérieur; elle ne tarde pas à s'accroître, et bientôt son protoplasme, repoussant la membrane cellulosique qui l'enveloppe, forme dans le jus sucré une sorte de hernie qui s'allonge progressivement : nous avons assisté au phénomène de la *germination de la spore*.

Vie ralentie. — Si nous avions recueilli, en quantité un peu considérable, des spores mûres et si nous les avions conservées pendant quelque temps dans un flacon bien sec et bien bouché, maintenu dans un lieu également sec et à une température moyenne, la poussière formée par les spores nous aurait paru absolument inerte; et cependant si, après ce séjour peu prolongé, nous avions replacé les spores dans les conditions favorables que nous indiquions tout à l'heure, nous en aurions vu au moins un certain nombre germer comme au sortir du sporange. Malgré leur aspect inerte, les spores n'étaient donc pas mortes, puisqu'elles avaient conservé la faculté de se nourrir et de s'accroître, à condition d'être placées dans des conditions favorables, puisqu'elles avaient, en un mot, conservé leur *pouvoir germinatif*. On dit quelquefois, pour exprimer cet état particulier dans lequel se trouvent les spores mûres, qu'elles sont à l'état de « vie cachée » ou *vie latente*, qu'on oppose à l'état de *vie manifestée*, qui est celui des spores germant. Des expériences précises, sur lesquelles le moment n'est pas venu d'insister, ont montré que cet état, par lequel passent beaucoup d'organes végétaux et, en particulier, d'organes reproducteurs, doit être plutôt qualifié de *vie ralentie* : les phénomènes biologiques, la respiration par exemple, ne sont pas absolument suspendus, comme on avait pu le croire; leur intensité n'est que diminuée dans un rapport souvent considérable.

Définition plus précise de la germination. — Nous pouvons dire que le phénomène de la germination de la spore consiste essentiellement en un *passage de la spore de l'état de vie ralentie à l'état de vie active*. Trois conditions sont généralement nécessaires pour ce passage, ainsi que nous aurons l'occasion de le dire plus tard : il faut que la spore reçoive, en quantité convenable, de l'*humidité*, de l'*air* et de la *chaleur*.

Ratégorie

Reconstitution du mycélium. — Revenons maintenant au phénomène de la germination. Le tube germinatif, issu de la spore, continue à s'allonger dans le milieu nutritif; bientôt il se ramifie plus ou moins régulièrement dans toutes les directions, de manière à former une tache circulaire à la surface du liquide. En même temps que se modifie la forme extérieure du tube, le protoplasme se déplace à l'intérieur de son enveloppe cellulosique, de manière à se porter toujours vers les extrémités du tube principal ou de ses ramifications successives. Le noyau ou les noyaux de la spore n'ont pas tardé à se multiplier; puis les noyaux nombreux provenant de ces bipartitions successives se sont logés dans les masses protoplasmiques voisines des extrémités en voie d'allongement, où ils ont continué à se multiplier. Chaque fois que le protoplasme, dans son déplacement, a cessé d'occuper une portion de tube cellulosique, il forme derrière lui une sorte de cloison de cicatrisation qui isole la partie vivante de la partie morte. Bref, le lacis compliqué qui est sorti de la spore après la germination a bientôt reconstitué un mycélium absolument semblable à celui qui l'avait produite.

Signification morphologique du mycélium de Mucor mucedo. — Avant de pousser plus loin notre étude, une question se pose. Quel rôle joue la cellule, élément anatomique du corps des plantes, dans la constitution du mycélium de *Mucor mucedo*? Ce mycélium est-il pluricellulaire? Non, puisque son protoplasme n'est pas cloisonné. Est-il donc unicellulaire? La présence de noyaux multiples dans les parties vivantes du thalle doit au moins nous inspirer quelque hésitation à répondre affirmativement : ces noyaux proviennent, en effet, des bipartitions successives d'un noyau initial, et nous sommes habitués à considérer une cellule simple comme pourvue d'un simple noyau. Nous dirons que le mycélium de *Mucor mucedo* est un corps protoplasmique continu, enveloppé de cellulose, dans lequel un noyau initial s'est multiplié par bipartitions successives, sans que ces bipartitions aient été suivies de cloisonnement; un

tel organisme est désigné, pour abréger le langage, du nom d'*article*.

Définition générale d'une spore. — Nous pouvons aussi, dès maintenant, nous faire une idée générale de ce qu'est une *spore*. Nous venons de voir que c'est un élément microscopique, unicellulaire dans le cas actuel et aussi dans la plupart des cas, qui s'est formé par un simple morcellement du corps de la plante et qui, mis en liberté dans des conditions favorables, a pu, à lui seul, la reproduire.

Dissémination naturelle de la Moisissure. — Dans les conditions naturelles, la Moisissure, à mesure qu'elle s'étend, produit continuellement des spores. Celles-ci sont entraînées par l'air, par l'eau qui circule à la surface du sol, et la plupart d'entre elles périssent avant d'avoir rencontré des conditions favorables à leur développement. Quelques-unes, au contraire, rencontrent ces conditions avant d'avoir perdu leur pouvoir germinatif; chacune d'elles devient alors le point de départ d'un thalle nouveau. Ainsi s'explique la forme circulaire des premières taches à la surface d'une substance organique qui moisit : le centre de chacune de ces taches n'est pas autre chose que le point où s'est fixée la spore qui lui a donné naissance.

Reproduction par œufs. — Notre Moisissure possède un autre procédé de reproduction que la formation des spores, je veux parler de la formation des œufs.

Formation de l'œuf. — Quand *Mucor mucedo* va former un œuf (*fig.* 29), deux branches voisines du mycélium envoient l'une vers l'autre des rameaux qui ne tardent pas à entrer en contact par leurs extrémités arrondies et renflées. Bientôt le protoplasme qui occupe chaque extrémité s'isole du mycélium par une cloison transversale, et ainsi se détache de chaque rameau une cellule avec son protoplasme, ses noyaux et son enveloppe de cellulose; ces deux cellules sont séparées l'une de l'autre par une double membrane. Les deux corps protoplasmiques, mis en présence, continuent à s'accroître; puis la double membrane de séparation se gélifie, ouvrant

une large communication entre les deux cavités cellulaires; les deux corps protoplasmiques, se détachant de leurs enveloppes cellulosiques, entrent en contact, se fondent l'un dans l'autre et forment une masse unique. De cette combinaison, protoplasme à protoplasme, de deux éléments anatomiques, résulte un élément nouveau, de forme sphérique, auquel on donne le nom d'*œuf*. Chose remarquable : le volume total de l'œuf ainsi formé paraît sensiblement inférieur à la somme des volumes des corps composants; la formation de l'œuf a été accompagnée d'une contraction protoplasmique. Les corps composants, détachés de leur enveloppe cellulosique, étaient des protoplasmes nus: l'œuf s'enveloppe immédiatement d'une membrane de cellulose, indépendante de celle qui limite la cavité à l'intérieur de laquelle s'est opérée la fusion. En résumé, l'œuf provient de la *combinaison intime de deux protoplasmes différents, accompagnée d'une contraction générale de l'élément résultant et de l'apparition d'une membrane cellulosique.*

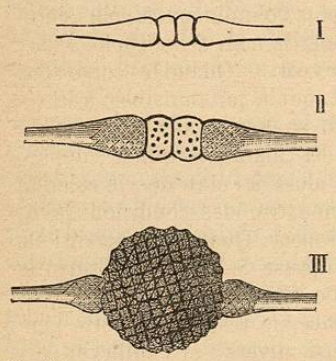

Fig. 29. — Formation et germination de l'œuf de *Mucor mucedo* (trois phases successives) (schéma).

On donne le nom de *gamètes* aux deux éléments qui ont contribué à la formation de l'œuf; dans le cas qui vient de nous occuper, les deux gamètes sont absolument identiques, ce qu'on exprime en disant que l'œuf a été formé par *isogamie* ou encore par *conjugaison égale*.

Développement de l'œuf en embryon. — L'œuf ainsi formé reste fixé vers le milieu du filament mycélien résultant du rapprochement des gamètes. Bientôt il s'accroît, puisant l'aliment nécessaire à son accroissement dans les parties voisines du mycélium, qui se gonflent et se gorgent de matières nutritives; ses noyaux se divisent de

proche en proche un grand nombre de fois; son protoplasme met, à son tour, en réserve les éléments nutritifs; plus tard, la membrane cellulosique, qui appartient en propre à l'œuf, épaissit et cutinise sa zone la plus externe, tandis que la membrane qui limite la cavité dans laquelle a eu lieu la fécondation subit une modification analogue : l'œuf se développe donc en un organisme plus volumineux et plus complexe auquel il convient de donner le nom d'*embryon*.

Germination de l'embryon. — Quand les conditions du milieu extérieur deviennent tout à fait nuisibles à la vie de la Moisissure, son mycélium se flétrit, puis finit par disparaître; l'embryon, détaché des filaments qui le supportaient jusque-là, se maintient alors à l'état de vie ralentie jusqu'à ce qu'il rencontre de nouveau des conditions favorables au développement de l'espèce. Quand ces conditions se trouvent réalisées, l'embryon passe de l'état de vie ralentie à celui de vie active : il germe. Suivant la nature du milieu dans lequel il se trouve placé, le résultat de cette germination peut offrir des aspects divers : si l'embryon est placé dans un milieu très nutritif, comme un jus sucré, le tube germinatif, auquel il donne naissance, se développe en un mycélium nouveau, qui, au bout d'un certain temps, peut former des sporanges et se multiplier par spores; si l'embryon est exposé simplement à l'air humide, le tube germinatif se dresse verticalement et forme immédiatement un sporange à son extrémité.

Rôle de l'œuf. — C'est la faculté de produire des œufs qui a valu à l'ordre de Champignons qui nous occupe le nom d'*Oomycètes*. On voit que, chez ces végétaux, la spore se manifeste comme un organe de dissémination; c'est à l'œuf qu'appartient le rôle de conserver l'espèce dans les conditions les plus défavorables.

Mucorinées. — Nous connaissons l'organisation générale et le développement d'une espèce de Mucorinées qui peut nous servir de type. Nous devons maintenant passer en revue les modifications principales que subit ce type dans les autres espèces ou genres de la famille des Mucorinées.

Ces modifications peuvent porter sur l'organisation du mycélium, sur celle de l'appareil sporifère ou encore sur le mode de formation de l'œuf.

Certaines espèces du genre *Mucor* sont susceptibles de se développer à l'abri de l'air, dans la profondeur du liquide nutritif qui les alimente. Dans cette végétation étouffée, le mycélium prend un aspect nouveau (*fig.* 30) : le filament indéfiniment ramifié qui le constitue, au lieu de demeurer continu, s'étrangle vers son extrémité, de manière à isoler un court segment arrondi à ses deux bouts ; puis, le même phénomène se renouvelant un grand nombre de fois, les extrémités des rameaux mycéliens prennent l'aspect de chapelets à grains légèrement allongés. Cette forme bourgeonnante du thalle rappelle l'aspect que présente normalement le thalle des Levures, celui de la Levure de bière par exemple. Or, nous verrons très prochainement qu'une des propriétés essentielles de la Levure de bière, quand elle est soustraite au contact de l'air, est de décomposer le jus sucré dans lequel elle vit, en formant de l'alcool et en dégageant de l'anhydride carbonique : c'est le phénomène de la *fermentation alcoolique*. Eh bien, si l'on fournit du sucre de glucose au *Mucor* dont la végétation est étouffée, il se comporte de la même façon que la Levure de bière et produit, lui aussi, le phénomène de la fermentation alcoolique. Ainsi se manifeste à nous la relation étroite qui existe souvent entre la forme d'un organisme et les phénomènes physiologiques dont il est le siège : quand la végétation d'un *Mucor* est étouffée, au lieu de respirer à la façon d'une plante supérieure, il se comporte comme un ferment, et cette modification importante de sa biologie imprime à son corps une déformation spéciale ; il s'adapte à la fermentation en prenant la forme bourgeonnante ; la fonction a directement modifié l'organe.

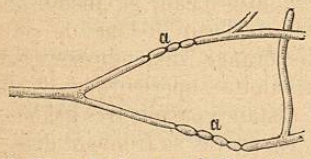

Fig. 30. — Un fragment de *Mucor* dont certaines parties (*a*) ont pris la forme bourgeonnante.

Les variations que subit l'appareil sporifère chez les Mucorinées peuvent intéresser le mode de déhiscence du sporange. C'est ainsi que, dans le genre *Pilobolus*, la moitié supérieure du sporange mûr se cutinise, tandis que la membrane subit, au-dessous de cette calotte terminale et le long d'une ligne circulaire, le phénomène de la gélification ; quand le sporange reçoit une goutte d'eau, sa membrane se gonfle et se laisse pénétrer par l'eau le long de cette ligne circulaire ; le contenu du sporange, distendu par l'eau de pénétration, fait éclater la calotte supérieure qui peut être projetée violemment à une distance parfois très grande ; entraînées par cette projection, les spores se trouvent disséminées.

Certaines Mucorinées possèdent deux sortes de sporanges : les uns, de grande taille, contiennent un grand nombre de spores ; les autres, beaucoup plus petits, en renferment un petit nombre ; toutes ces spores sont d'ailleurs identiques entre elles ; c'est ce qu'on observe, par exemple, dans le genre *Helicostylum*.

Le polymorphisme de l'appareil sporifère est poussé plus loin chez les Mortiérelles (genre *Mortierella*). Ces Moisissures possèdent des sporanges qui se développent comme ceux des *Mucors*, forment et mettent en liberté leurs spores par des procédés analogues. Mais elles possèdent aussi une seconde forme de spores qui naissent isolément en différents points du mycélium (*fig.* 31). Un rameau mycélien se dresse verticalement, puis il s'étrangle vers son extrémité, de manière à en détacher une sorte de corpuscule arrondi qui se sépare bientôt de son support par une cloison transversale. Ce corpuscule s'accroît, épaissit et cutinise la couche externe de sa membrane, qui se hérisse parfois de saillies comparables à des piquants ; ainsi se trouve constituée une spore

Fig. 31. — Trois phases successives de la formation d'une conidie de *Mortierella* (schéma).

qui se détache plus tard par la rupture du filament qui la supporte. Cette spore se distingue essentiellement de celles que produisent les sporanges par son origine exogène. Les spores qui ont une telle origine reçoivent le nom général de *conidies*. On peut donc dire que certaines Mucorinées ajoutent à leurs spores endogènes, formées à l'intérieur d'un sporange, des spores exogènes ou conidies formées isolément aux extrémités de filaments mycéliens.

C'est sur le mode de formation de l'œuf que portent les variations les plus importantes, auxquelles nous devons nous arrêter quelques instants.

Chez une Moisissure connue sous le nom de *Phycomyces nitens* (*fig.* 32), les deux filaments mycéliens, dont les extrémités vont former les gamètes, s'entre-croisent à la façon de deux mors de pince; puis deux gamètes identiques se diffé-

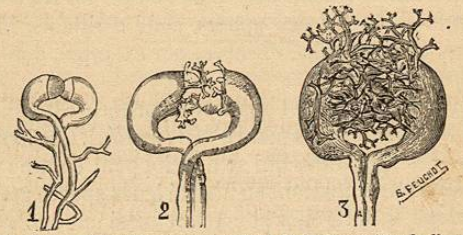

Fig. 32. — Trois phases successives de la formation de l'œuf de *Phycomyces nitens*.

rencient à leurs extrémités, entrent en contact et se fondent pour constituer l'œuf. Jusqu'ici l'isogamie semble parfaite, comme dans le genre *Mucor*. Mais, pendant que l'œuf se transforme en embryon, il ne tarde pas à s'envelopper d'une sorte de buisson rameux et noirâtre qui lui forme une nouvelle enveloppe protectrice. Or les premiers rameaux de ce buisson se forment de part et d'autre de l'embryon, au niveau des cloisons cellulosiques qui ont isolé les gamètes du mycélium, et, si l'on observe de près le début de cette formation, on voit qu'elle se manifeste plus tôt du côté d'un des gamètes que de l'autre. Ainsi se trouve indiquée, — postérieu-

rement à la formation de l'œuf, il est vrai, — une légère différence entre les deux gamètes.

Dans les genres *Syncephalis* (*fig.* 33) et *Rhizopus*, une inégalité constante se manifeste entre les deux gamètes : l'un d'eux est toujours sensiblement plus petit que l'autre; mais, à cela près, la constitution des deux gamètes paraît

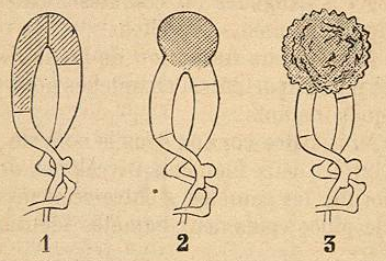

Fig. 33. — Trois phases successives de la formation de l'œuf d'un *Syncephalis* (schéma).

absolument identique et l'œuf qui résulte de leur fusion occupe une position intermédiaire entre leurs deux positions initiales. On n'en doit pas moins retenir la différence de volume que nous venons de signaler : elle accuse une tendance à l'*hétérogamie*, mode de formation de l'œuf dans lequel les deux gamètes se présentent avec des caractères distincts.

C'est surtout en dehors de la famille des Mucorinées, en étudiant sommairement une autre famille appartenant à l'ordre des Oomycètes, que nous verrons se modifier le procédé de formation de l'œuf.

Péronosporées. — Les *Péronosporées* sont des Champignons à thalle continu qui vivent en parasites dans le parenchyme des Phanérogames vivants et y provoquent de redoutables maladies. Citons : la maladie de la Pomme de terre produite par le développement, à l'intérieur des feuilles, de *Phytophthora infestans*; — le *mildiou* de la Vigne, causé par *Peronospora viticola*; — la *rouille blanche* des Cruci-

fères, et plus spécialement du Chou, causée par *Cystopus candidus*; — le *meunier* de la Laitue, causé par *Bremia lactucæ*.

Le mycélium de *Bremia lactucæ*, par exemple, se compose d'un tube indéfiniment ramifié, dépourvu de cloisons, qui étend ses rameaux dans tous les espaces intercellulaires et enfonce, de distance en distance, à l'intérieur des cellules, de petits suçoirs renflés en boules à leurs extrémités.

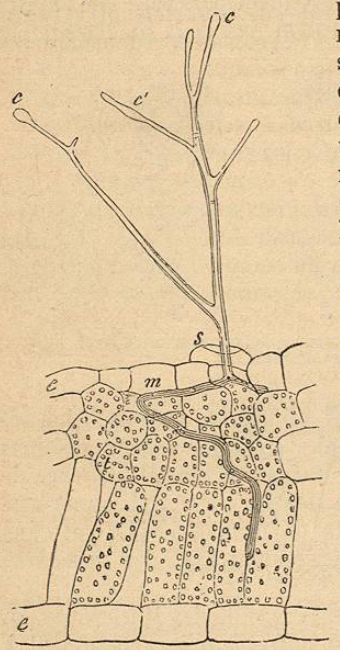

Fig. 34. — Appareil conidien de *Phytophthora infestans*.— *m*, mycélium; *c*, *c'*, appareil conidien; *e*, épiderme de la feuille attaquée; *s*, stomate. (La feuille attaquée est renversée, la face inférieure en haut.)

Quand le thalle a acquis une certaine vigueur, il envoie vers l'extérieur un rameau qui s'échappe par l'ouverture d'un stomate, se dresse perpendiculairement à la surface épidermique, se ramifie par dichotomies successives et, après quelques complications, se termine par des rameaux sporifères : chacun de ces rameaux porte une spore exogène à son extrémité. La spore, détachée du rameau qui l'a produite et tombant sur une feuille d'un pied de l'espèce hospitalière, germe en poussant directement un filament qui pénètre dans le parenchyme et propage la maladie.

La formation de l'œuf a été aussi observée chez les Péronosporées (*fig.* 35). Ce phénomène se produit toujours à l'intérieur du corps de la plante hospitalière. Une branche du thalle se renfle en sphère à son extrémité qui se sépare, à

l'aide d'une cloison transversale, du reste du filament et devient un *oogone*. Puis la portion centrale du protoplasme de l'oogone se condense et forme une petite masse sphérique foncée, appelée *oosphère*, qu'entoure une portion plus claire et finement granuleuse : c'est l'élément femelle. D'autre part, de la branche qui supporte l'oogone, ou d'une branche voisine, se détache un rameau qui renfle son extrémité en forme de massue, l'isole de lui-même par une cloison transversale et vient l'appliquer contre l'oogone; une *anthéridie* est ainsi formée : c'est l'élément mâle. Bientôt l'anthéridie pousse, à travers la paroi et la partie claire du protoplasme de l'oogone, un fin ramuscule qui rencontre l'oosphère; ce ramuscule se perce à son sommet et déverse dans l'oosphère une portion du protoplasme de l'anthéridie. Ce protoplasme mâle et celui de l'oosphère se combinent intimement en se contractant et s'enveloppant d'une membrane de cellulose : l'œuf est constitué. On voit qu'ici l'hétérogamie est manifeste; un des gamètes reste absolument immobile : c'est le gamète *femelle*; l'autre se déplace pour féconder le premier : c'est le gamète *mâle*.

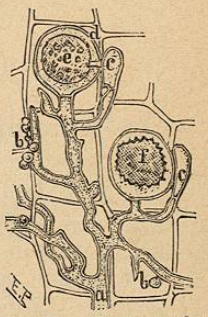

Fig. 35. — Formation de l'œuf d'une Péronosporée. — *a*, mycélium; *b*, suçoirs; *c*, anthéridie; *d*, oogone; *e*, oosphère; *f*, œuf.

La membrane de l'œuf ne tarde pas à s'épaissir et à se différencier en une couche externe, rugueuse, d'un brun sombre, et une couche interne, incolore; celle-ci se décompose elle-même en une zone interne très mince et une zone externe plus épaisse. Le protoplasme granuleux de l'œuf contient un abondant dépôt de matières nutritives. Ainsi protégé et pourvu pour la résistance aux conditions défavorables, l'œuf, mis en liberté par la destruction du parenchyme foliaire de la plante infestée, passe l'hiver à l'état de vie ralentie et germe au printemps suivant. Le mode de germination de l'œuf est très variable, dans une même espèce, suivant les conditions extérieures : dans le cas le plus simple,

les deux couches externes se rompent et la couche interne se développe en un tube; celui-ci s'allonge en un thalle rameux qui pénètre directement dans le corps d'une plante de l'espèce hospitalière.

CINQUIÈME LEÇON

Les Myxomycètes et les Ascomycètes.

Nous avons étudié, dans notre dernière leçon, un ordre de Champignons essentiellement caractérisés par la faculté qu'ils possèdent de produire des œufs; c'est en raison même de ce caractère que ces Champignons ont reçu le nom d'*Oomycètes*. Disons tout de suite qu'il n'existe pas, en dehors de cet ordre, de Champignons chez lesquels la formation des œufs ait été incontestablement reconnue.

Parmi les ordres qui, avec celui-là, composent la classe des Champignons, il en est un qui offre une organisation inférieure : c'est l'ordre des *Myxomycètes*. Bien que l'absence des œufs constitue, au point de vue de la reproduction, une notable infériorité, les autres ordres manifestent, au contraire, à tout prendre, une organisation supérieure : ce sont les ordres des *Ascomycètes* et des *Basidiomycètes*.

Myxomycètes. — Les *Myxomycètes*, dont nous avons eu déjà l'occasion de parler, sont caractérisés à l'état adulte par l'organisation fort simple de leur thalle : c'est une masse protoplasmique, dépourvue de membrane cellulosique, contenant de nombreux noyaux et douée de mouvements amiboïdes, qu'on désigne du nom de *plasmode*. L'étude que nous avons faite du plasmode de *Fuligo septica*, espèce qui produit ce qu'on appelle communément la *fleur de tan*, nous a donné une idée suffisante de cette organisation. Nous devons maintenant étudier la reproduction et le développement

des Myxomycètes : nous nous bornerons, pour cela, à l'examen d'un type simple appartenant au genre *Arcyria*, *Arcyria incarnata* par exemple, dont la couleur rouge attire facilement les regards.

Quand le plasmode s'apprête à fructifier, on le voit gagner, en général, quelque partie élevée du support sur lequel il s'est développé, puis se ramasser sur un point en une sorte de boule reliée au reste du plasmode par un pédicelle rétréci et très court (*fig.* 36) : cette boule n'est pas autre chose qu'un *sporange* en voie de formation.

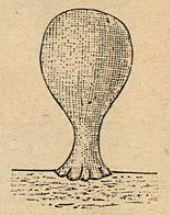

Fig. 36. — Sporange de Myxomycète, très grossi.

La couche superficielle du pédicelle, puis du sporange, ne tarde pas à s'épaissir et à durcir de bas en haut, leur formant à tous deux une enveloppe résistante dont la nature cellulosique est au moins douteuse.

Plus tard (*fig.* 37), le contenu protoplasmique du sporange se segmente en autant de corpuscules qu'il renferme de noyaux; chacun de ces corpuscules s'arrondit, s'entoure d'une membrane de cellulose, bleuissant au chloroiodure de zinc, et forme une *spore*. Remarquons, en passant, la présence de la cellulose autour de la spore : nous savons déjà qu'elle nous permet d'affirmer le caractère végétal du Myxomycète.

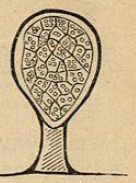

Fig. 37. — Coupe longitudinale du même (schéma). — Le réseau enfermé dans le sporange est le *capillitium*; les corpuscules arrondis, emprisonnés dans ce réseau, sont les spores.

Cependant tout le protoplasme n'a pas été employé à la formation des spores : certaines portions se sont séparées de la masse générale et se sont condensées en filaments résistants, dont l'ensemble, intercalé entre les spores, constitue ce qu'on appelle le *capillitium*; c'est, dans l'espèce qui nous occupe, une sorte de réseau, formé de tubes ramifiés, anastomosés et hérissés de verrues sur leurs surfaces externes; les mailles du réseau sont occupées par les spores. La constitution chimique, l'aspect, la couleur du capillitium le rapprochent tout à fait de la membrane enveloppante