taché du corps de la plante-mère, l'œuf attend, à l'état de vie ralentie, des conditions favorables à son développement. Quand ces conditions sont réunies, il germe. De cette germination résulte d'abord un appareil végétatif très simple, dont l'organisation se complique peu à peu pour reconstituer enfin un corps semblable à celui qui a fourni l'œuf.

Place des Characées dans la classification. — Quelle place convient-il de donner aux Characées dans la classification végétale? Par la simplicité de sa structure, leur appareil végétatif les rapproche évidemment des Thallophytes et, puisque ce sont des plantes pourvues de chlorophylle, vivant, par suite, d'une existence libre, il semble assez naturel de les placer au voisinage des Algues. Mais, si l'appareil végétatif des Characées reste simple dans sa structure anatomique, il l'est beaucoup moins dans son architecture générale, et nous avons vu que le corps d'un *Nitella* peut être considéré comme formé d'une tige qui porte des feuilles insérées suivant une loi régulière; par là les Characées semblent se rapprocher des Muscinées. Il faut remarquer, d'ailleurs, que leur mode de développement ne manifeste en aucune façon cette succession régulière de formes, si caractéristique des Muscinées et dont nous avons retrouvé l'équivalent chez les Algues de la famille des Floridées. Il paraît donc difficile de détacher les Characées de la classe des Algues pour les placer au niveau des Muscinées, et il semble préférable de les considérer comme des Algues vertes d'organisation très élevée.

TREIZIÈME LEÇON

Les Muscinées.

Les Muscinées. — L'embranchement des *Muscinées* tire son nom des Mousses (en latin *Musci*), qui en forment la classe principale.

Les Mousses. — Les Mousses vivent parfois dans les eaux courantes ou marécageuses, parfois aussi dans des lieux très secs (à la surface de rochers dénudés par exemple); mais elles habitent le plus souvent les lieux humides, soit à la surface du sol, soit sur l'écorce des arbres.

Etude d'un type : Funaria hygrometrica. — Dans l'étude des Mousses, nous prendrons pour type une espèce qui se développe communément dans les bois, à la surface des aires circulaires sur lesquelles on a fabriqué du charbon de bois (*ronds de charbonniers*); c'est la Funaire hygrométrique (*Funaria hygrometrica*).

Appareil végétatif. — L'appareil végétatif de la plante, coloré en vert, se réduit à une tige qui porte à sa surface des feuilles nombreuses, isolées et régulièrement espacées, mais assez étroitement serrées les unes contre les autres, par suite de la brièveté des entre-nœuds qui les séparent (*fig.* 136).

Fig. 136. — Mousse avec sporogones.

Tantôt la tige des Mousses est simple et courte : elle est

alors entièrement verticale; tantôt elle est très ramifiée, et parmi ses ramifications, qui peuvent s'étendre sur une longueur considérable, il en est qui courent horizontalement à la surface du sol. A l'extrémité inférieure ou base des tiges verticales et, de distance en distance, à la surface des tiges horizontales, sont fixés des poils, simples ou ramifiés, toujours incolores, qui s'enfoncent à l'intérieur du sol comme des racines et tirent de cette ressemblance leur nom de *rhizoïdes*.

Courte ou longue, simple ou ramifiée, la tige est toujours très grêle : son diamètre ne dépasse guère un millimètre dans les espèces les plus volumineuses.

Deux coupes, l'une transversale (*fig.* 137), l'autre longitudinale, pratiquées dans la tige d'une Mousse, permettent de reconnaître qu'elle est formée par un massif de cellules dont aucune ne se différencie de manière à constituer un vaisseau. Il arrive fréquemment, dans les espèces où la tige atteint sa plus grande complication de structure, et en particulier dans la Funaire hygrométrique, que les cellules voisines de l'axe, plus petites que les cellules périphériques, s'allongent dans la même direction que la tige tout entière et s'ajustent bout à bout; mais jamais les protoplasmes et les membranes de ces cellules ne subissent la différenciation qui caractérise les éléments vasculaires.

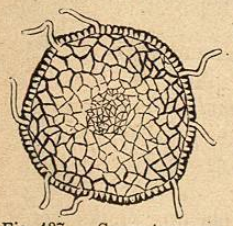


Fig. 137. — Coupe transversale d'une tige de Mousse.

Au microscope, les rhizoïdes se montrent formés par des filaments pluricellulaires, dont la structure simple rappelle celle d'un thalle : en un mot, ce ne sont pas de véritables racines.

Largement insérée par sa base à la surface de la tige, la feuille possède ordinairement une structure très simple : dans presque toute son étendue, elle est constituée par une seule assise de cellules; mais cette assise se multiplie généralement, et en particulier chez la Funaire, suivant une ligne

correspondant au plan de symétrie de la feuille, de manière à former une sorte de nervure médiane; les cellules qui composent cette nervure sont allongées à la façon de celles qui occupent le voisinage de l'axe dans les tiges les plus différenciées.

Quand la tige se ramifie, c'est au-dessous d'une feuille, soit exactement dans son plan de symétrie, soit un peu de côté, que se développe le bourgeon qui produira la branche : la ramification est donc latérale et dépend de la disposition des feuilles à la surface de la tige.

Reproduction : formation de l'œuf. — La reproduction des Mousses est assurée par la formation d'un œuf, résultant de l'union d'un anthérozoïde mobile avec une oosphère immobile : elle nous offre, par conséquent, un exemple nouveau d'hétérogamie.

Dans la Funaire hygrométrique, l'élément mâle et l'élément femelle sont produits par des pieds différents : il existe, par suite, des *pieds mâles* et des *pieds femelles*; la plante est, en d'autres termes, *dioïque*. Dans d'autres espèces, les deux éléments sont fournis par le même pied; ces espèces sont *monoïques*.

Remarquons aussi que, dans l'exemple que nous avons choisi, les éléments reproducteurs sont portés par le sommet de la tige principale : c'est une Mousse *acrocarpe*. Dans d'autres espèces, dites *pleurocarpes*, ils occupent les sommets de rameaux latéraux.

Fig. 138. Anthéridies de Mousse.

Examinons, au moment de la reproduction, le sommet d'un pied mâle (*fig.* 138); nous verrons les feuilles qui en sont les plus voisines se rapprocher peu à peu, en même temps qu'elles deviennent de plus en plus petites, et former autour du sommet lui-même une sorte de rosette protectrice à laquelle on donne le nom d'*involucre*. Ecartons les feuilles de l'involucre; nous distinguerons, au sommet

de la tige, quelques organes en forme de massues, fixées par leurs extrémités les plus grêles : ce sont des *anthéridies*.

Une anthéridie est supportée par une sorte de *pédicelle*, que forment quelques rangées de cellules. Sa paroi contient une seule assise de cellules, dont chacune renferme un grand nombre de corps chlorophylliens qui, d'abord verts, se colorent finalement en jaune ou en rouge. Son contenu est un massif de cellules à peu près cubiques, dont chacune produit un anthérozoïde (*fig.* 139). A cet effet, le noyau, très volumineux, s'accroît aux dépens du protoplasme, s'allonge et s'étire à l'intérieur de la membrane cellulaire et finit par se contourner sur lui-même en une spirale dont une extrémité est renflée et l'autre effilée. Pendant ce temps, la couche pariétale de protoplasme qui n'a pas été employé à la nutrition du noyau se découpe en deux minces lanières fixées à son extrémité effilée. Le noyau ainsi transformé n'est pas autre chose que le corps d'un anthérozoïde; les deux minces lanières sont des cils vibratiles. En un mot, chaque anthérozoïde se forme dans sa cellule-mère par une rénovation partielle du contenu de cette cellule.

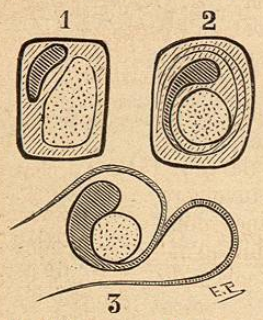


Fig. 139. — Trois phases successives de la formation d'un anthérozoïde de Mousse (schéma). — Le noyau de la cellule-mère est couvert de hachures épaisses, son protoplasme de hachures plus claires et sa vacuole d'un dessin pointillé.

Fig. 140. Anthérozoïde de Mousse.

A la maturité, l'eau qui remplit l'involucre distend le contenu de l'anthéridie et provoque l'ouverture de celle-ci à son sommet (*déhiscence* de l'anthéridie). Par la fente ainsi produite, les anthérozoïdes s'échappent au dehors, encore enfermés dans leurs cellules-mères, et forment au sommet de l'anthéridie une sorte de gouttelette gélatineuse. Bientôt les membranes des cellules-mères, gélifiées au contact de l'eau, se dissolvent à leur tour et mettent

en liberté les anthérozoïdes, qui se déroulent et prennent dans l'eau leur aspect définitif (*fig.* 140) : c'est alors qu'on peut reconnaître le plus nettement la forme caractéristique de l'anthérozoïde et la présence de ses deux cils vibratiles. Chaque anthérozoïde entraîne avec lui pendant quelque temps une petite sphère creuse et remplie de liquide, qui n'est pas autre chose que la vacuole centrale de sa cellule-mère.

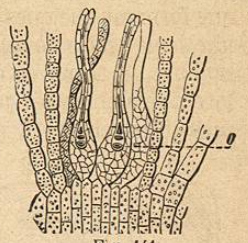


Fig. 141. Archégones de Mousse.

Examinons maintenant le sommet d'un pied femelle, ordinairement plus grand et plus vivace que le pied mâle (*fig.* 141). Au centre d'un involucre, un peu différent de l'involucre mâle, nous observerons des organes dont l'aspect s'éloigne absolument de celui qu'offrent les anthéridies. Ce sont des sortes de petites bouteilles à col très long, à ventre très court, portées au sommet de la tige par de courts pédicelles. On donne à ces organes le nom d'*archégones*.

Le *pédicelle* d'un archégone (*fig.* 142) est formé de plusieurs rangées de cellules. — Le *ventre* a une paroi formée de deux assises de cellules gorgées de corps chlorophylliens et renferme dans sa cavité interne une cellule volumineuse, sphérique, à protoplasme granuleux, à noyau nettement visible, dépourvue de membrane cellulosique : c'est une *oosphère*. — La paroi du *col* qui surmonte le ventre est formée par plusieurs files de cellules (de quatre à six en général), juxtaposées bord à bord, et dont les cellules extrêmes viennent former, au sommet du col, une sorte de *rosette*. L'axe du col est occupé par un mucilage qui écarte les cellules de la

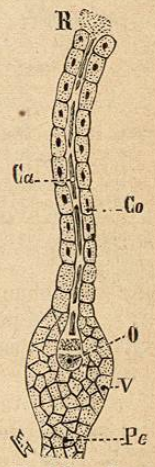


Fig. 142. — Coupe longitudinale d'un archégone mûr de Mousse. — *Pe*, pédicelle; V, ventre; O, oosphère; *Co*, col; *Ca*, cellules de canal; R, rosette terminale.

rosette et se répand à l'extérieur en une gouttelette terminale.

Il n'est pas sans intérêt de suivre pas à pas le mode de formation d'un archégone (*fig.* 143). On voit une cellule superficielle du sommet de la tige fertile pousser vers l'extérieur une saillie en forme de papille. Cette papille ne tarde pas à s'isoler, par une cloison transversale, de la cellule qui l'a produite; puis elle augmente de volume et, par une nouvelle cloison transversale, se divise en deux cellules superposées. La cellule inférieure, après plusieurs cloisonnements, forme le pédicelle d'un archégone, qui provient lui-même du développement de la cellule supérieure. Cette dernière détache de son sommet, par une cloison transversale, une sorte de calotte terminale; puis, par trois cloisons longitudinales, elle détache sur ses flancs trois cellules latérales, entourant une cellule centrale. Par deux cloisonnements longitudinaux et perpendiculaires entre eux, la calotte terminale donne naissance à quatre cellules qui deviennent les cellules de la rosette. Les trois cellules latérales, à la suite de cloisonnements multiples, contribuent à former les parois du col et du ventre. Enfin la cellule centrale se divise, par un nouveau cloisonnement transversal, en deux cellules superposées : la cellule inférieure devient l'oosphère; la cellule supérieure, dite *cellule de canal*, se divise bientôt en une file de cellules qui pénètrent dans le col et, en se gélifiant, fournissent les éléments du mucilage. — On voit, en résumé, que l'archégone tout entier provient d'une cellule unique empruntée à l'assise

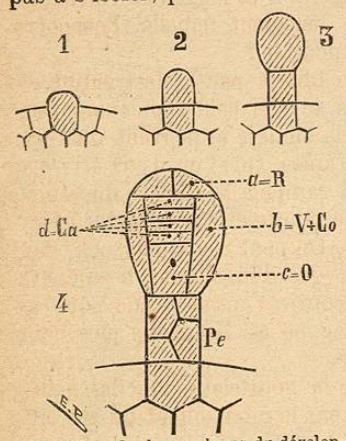


Fig. 143. — Quelques phases du développement d'un archégone de Mousse (schéma).

extérieure ou épiderme de la tige : il se développe donc à la manière d'un poil, dont il possède la valeur morphologique.

En suivant, de même, le développement de l'anthéridie, on pourrait s'assurer qu'elle possède la même origine : elle provient tout entière du développement d'une cellule épidermique de la tige; par suite, elle a aussi la valeur morphologique d'un poil.

Nous connaissons la constitution et l'origine de l'élément mâle, l'anthérozoïde, et de l'élément femelle, l'oosphère. Comment s'accomplit la fécondation?

Les anthérozoïdes, mis en liberté par la destruction des parois de leurs cellules mères, se déplacent rapidement dans l'eau qui tapisse le corps de la Mousse et peuvent ainsi parcourir des distances considérables. Que l'un d'eux arrive au voisinage d'un archégone, il rampe à la surface du ventre, puis du col, et atteint enfin la gouttelette mucilagineuse qui occupe le centre de la rosette. On peut remarquer que, dans les espèces monoïques, pourvues d'involucres hermaphrodites, le trajet que doit parcourir l'anthérozoïde pour atteindre le sommet d'un archégone est beaucoup plus court que dans le cas de la Funaire.

L'anthérozoïde, retenu par la gouttelette mucilagineuse, s'y enfonce de plus en plus par le mouvement de ses cils; grâce à sa forme spiralée, il pénètre dans le col de l'archégone à la façon d'une vrille ou d'un tire-bouchon, le parcourt d'un bout à l'autre et atteint enfin l'oosphère. Arrivé à ce point, l'anthérozoïde cesse de mouvoir ses cils vibratiles, qui ne tardent pas à se flétrir et à disparaître; puis il se combine intimement avec l'oosphère, qui se contracte et s'entoure d'une membrane de cellulose : l'œuf est formé.

Développement de l'œuf : le sporogone. — A peine constitué, l'œuf se divise en deux cellules. Puis celles-ci ne tardent pas à subir de nouveaux cloisonnements. Bientôt l'œuf a donné naissance à un corps massif, fusiforme, pluricellulaire, qui occupe le ventre de l'archégone, croît par son sommet et s'enfonce par sa base dans les tissus de la tige : c'est un *embryon*.

Distendues par le développement de l'embryon, les parois de l'archégone s'étirent et s'amincissent : bientôt elles ne peuvent plus résister à la tension qu'elles supportent; le ventre se déchire vers sa base, suivant une ligne à peu près circulaire, et toute la partie supérieure de l'archégone, détachée de la base, forme au sommet de l'embryon une sorte de capuchon protecteur qu'on nomme la *coiffe* (*fig.* 144).

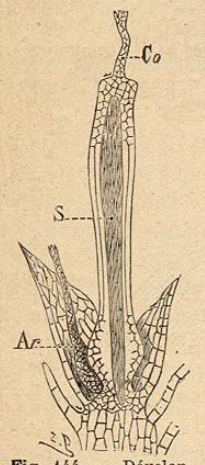


Fig. 144. — Développement de l'œuf de la Funaire en sporogone. — S, sporogone jeune; Co, coiffe; Ar, un archégone non fécondé.

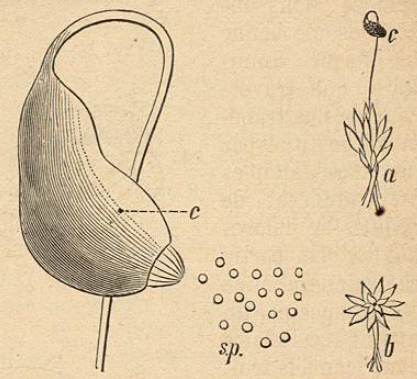


Fig. 145. — Formation du sporogone d'une Mousse. — *b*, un pied de Mousse sur lequel la fécondation n'a pas encore eu lieu; *a*, un pied portant un sporogone; *c*, capsule du sporogone (la même est figurée plus grossie à gauche avec des spores *sp.* qui s'en échappent).

Pendant ce temps, le tissu de la tige a proliféré autour de la base de l'embryon, qu'il enveloppe d'une sorte de bourrelet circulaire auquel on donne le nom de *vaginule*.

Plus tard, l'embryon, qui a cessé de s'accroître par son sommet, différencie sa forme extérieure en même temps que sa structure et se divise en deux régions distinctes : une partie supérieure, renflée, qui emporte avec elle la coiffe, et qu'on nomme communément la *capsule*; une partie inférieure, grêle, en forme de long pédicelle, qu'on appelle communément la *soie* (*fig.* 145).

Portons notre attention sur la différenciation que subit ensuite la capsule et supposons, pour cela, que nous fassions dans cette capsule, prise à ses états successifs de développement, une série de sections transversales (*fig.* 146, 1). Au-dessous de plusieurs assises de cellules, nous observons une lacune de forme annulaire, que traversent de fins trabécules constitués par des files, simples ou ramifiées, de cellules à chlorophylle. La partie centrale de la coupe est occupée par un massif cellulaire dans lequel la troisième ou quatrième assise, à partir de la limite extérieure, ne tarde pas à se distinguer de toutes les autres. Cette assise (*fig.* 147) divise deux ou trois fois de suite ses cellules; les cellules nouvelles qui résultent de ces cloisonnements répétés s'isolent bientôt les unes des autres; puis, dans chacune d'elles, deux cloisonnements consécutifs donnent naissance à quatre cellules qui prennent bientôt les caractères de *spores*. Les cellules qui ont formé ces spores quatre par quatre, et qui les contiennent encore, sont donc des *cellules mères de spores*. L'assise dont

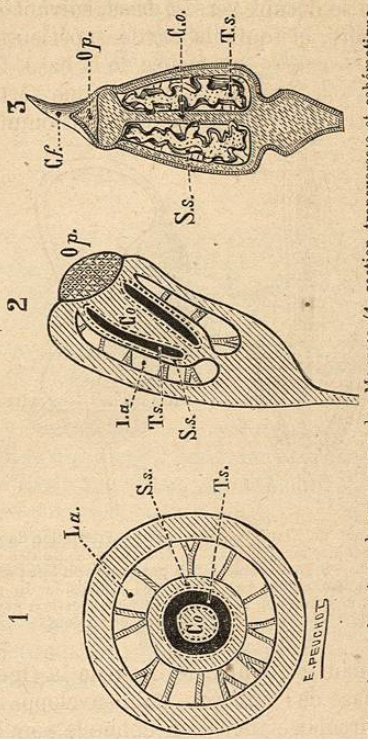


Fig. 146. — Structure du sporogone des Mousses (1, section transversale et schématique d'une capsule de la Funaire; 2, section longitudinale et schématique de la même; 3, section longitudinale d'une capsule de Polytric). — *La.*, lacune annulaire; *S.s.*, sac sporifère; *T.s.*, tissu sporifère; *Co*, columelle; *Op.*, opercule; *Cf.*, coiffe.

les cloisonnements répétés ont produit les cellules mères peut être qualifiée d'*assise sporifère* ; la capsule, à l'intérieur de laquelle se sont formées les spores, est un *sporange*, et l'embryon résultant du développement de l'œuf est un *embryon sporifère* ou, pour employer le terme communément adopté, un *sporogone*. Autour du massif des cellules mères de spores, les assises voisines, devenues plus résistantes, constituent une enveloppe appelée *sac sporifère*.

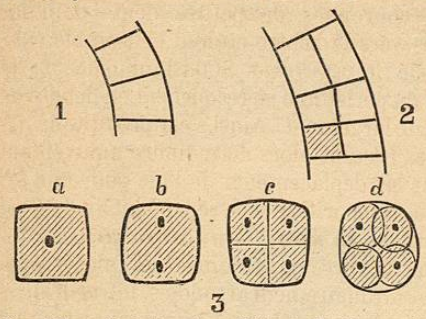


Fig. 147. — Evolution des cellules de l'assise sporifère (schéma). (La cellule couverte de hachures en 2 est une cellule mère de spores; la figure 3 représente la formation de quatre spores dans cette cellule-mère.)

Une coupe longitudinale faite suivant l'axe du sporogone (*fig.* 146, 2 et 3) permet de s'assurer que la lacune annulaire et le sac sporifère sont interrompus vers la base et vers le sommet de manière à présenter une forme de tonneau sans fond.

Fig. 148. — Capsule de Polytric : à gauche, entière ; à droite, décomposée en ses divers éléments. — *a*, urne à bords ciliés ; *c*, opercule ; *o*, coiffe.

Quand la capsule a atteint sa maturité, elle prend une couleur brun foncé ; les parois des cellules mères des spores se résorbent et les spores, groupées quatre par quatre à cause de leur origine, forment une poussière brune à l'intérieur du sac sporifère. Bientôt (*fig.* 148) la coiffe se détache de la capsule et tombe sur le sol : on voit alors paraître le sommet de la capsule, occupé par un disque circulaire qui forme couvercle et qu'on appelle *opercule*. Par un mécanisme

assez compliqué, l'opercule se détache suivant son contour circulaire et tombe à son tour. Ce qui reste alors de la capsule forme une sorte de vase ouvert à sa partie supérieure et qu'on appelle l'*urne* : souvent le bord de l'ouverture présente une ou deux couronnes de petites dents dont les pointes sont tournées vers le centre et dont l'ensemble constitue ce qu'on appelle le *péristome*. Sous l'influence de la sécheresse, les dents du péristome se recourbent en dehors de manière à ouvrir l'urne largement. Ainsi s'est produite la *déhiscence* de la capsule. Il suffit alors du moindre mouvement imprimé à l'urne par les déplacements de l'air pour que les spores s'échappent du sac sporifère et se répandent au dehors.

Développement de la spore : protonéma. — Recueillies sur une lame de verre et examinées au microscope, les spores se montrent ordinairement arrondies, tétraédriques dans certaines espèces ; leur membrane, jaune ou brune, est cutinisée dans sa zone externe ; leur protoplasme renferme des corps chlorophylliens.

Les spores des Mousses, conservées dans un lieu sec, peuvent demeurer pendant longtemps à l'état de vie ralentie, sans perdre leur pouvoir germinatif. Placées dans des conditions favorables, par exemple à la surface de la terre humide, elles germent. Au moment de la germination d'une spore (*fig.* 149), la couche cutinisée de la membrane se déchire ; le protoplasme, refoulant devant lui la couche interne cellulosique, forme un premier filament vert, qui ne tarde pas à s'allonger, à se cloisonner transversalement, puis à se ramifier ; bref, il constitue bientôt, à la surface du sol, une sorte de gazon très fin auquel on donne le nom de *protonéma* (*fig.* 150). Rayonnant également dans toutes les directions, le protonéma offre ordinairement l'aspect d'une tache circulaire. Certains filaments de protonéma, dépourvus de chlorophylle, s'enfoncent dans le sol et se comportent comme des rhizoïdes.

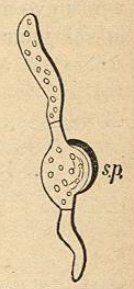


Fig. 149. — Spore (*sp*) de Mousse germant.

Quand le protonéma a atteint des dimensions suffisantes, on voit se former sur certaines de ses branches, dressés verticalement, des rameaux latéraux : chaque rameau s'isole à sa base par une première cloison, puis prend de nouvelles cloisons transversales. Bientôt, la cellule terminale du rameau, cessant de s'allonger, se divise, par un certain nombre de cloisons obliques, de manière à former un massif pluricellulaire, une sorte de petit tubercule. Plus tard, par une prolifération des cellules inférieures de ce tubercule, on voit se former des filaments incolores qui s'enfoncent dans le sol pour y chercher des matières nutritives, des rhizoïdes en un mot. En même temps, le tubercule s'allonge verticalement par sa partie supérieure et se différencie en un filament axile (une tige) et des lames appendiculaires (des feuilles); bref, ce tubercule prend l'aspect d'un bourgeon, qui n'a plus qu'à poursuivre son développement pour constituer un nouveau pied de Mousse, semblable à celui qui a servi de point de départ à notre étude.

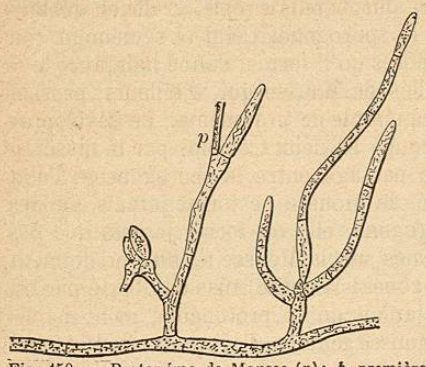
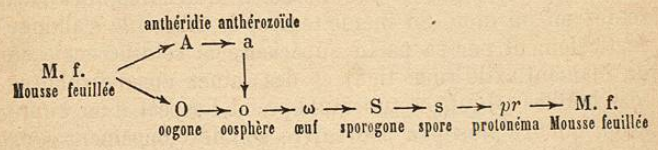


Fig. 150. — Protonéma de Mousse (*p*); *b*, première ébauche d'un bourgeon feuillé.

Le protonéma, issu de la germination d'une spore, sert ainsi de support à toute une forêt de tiges feuillées, d'autant plus âgées qu'elles se sont formées sur une partie du protonéma plus ancienne, c'est-à-dire plus voisine de la spore initiale. Ainsi s'explique la forme, ordinairement circulaire et convexe, des taches de Mousses qui se développent dans les lieux humides.

Résumé du développement de la Mousse. — Si nous jetons un regard rétrospectif sur le développement

total de la Mousse que nous venons d'étudier, nous voyons qu'elle a passé successivement par deux états tout à fait différents : l'un feuillé, l'autre beaucoup plus simple. C'est à l'état feuillé que la Mousse forme un œuf : cet œuf germe sur place et produit un organisme plus simple, greffé en quelque sorte sur le premier, le sporogone. Celui-ci seulement, par l'intermédiaire des spores qu'il forme, donne naissance à de nouveaux pieds feuillés de Mousse qui, d'ailleurs, passent d'abord par l'état très simple de protonéma. Le développement total est ainsi coupé en deux tronçons par la dissémination des spores de passage entre le sporogone et l'état feuillé. A l'état feuillé, la Mousse ne forme jamais que des œufs; à l'état de sporogone, elle ne forme jamais que des spores. Les œufs formés sur la Mousse feuillée ne donnent jamais que des sporogones; la spore mise en liberté par un sporogone ne donne jamais qu'un protonéma, point de départ d'une nouvelle Mousse feuillée. Il y a, en un mot, une alternance forcée entre les deux états par lesquels passe successivement la Mousse au cours de son développement, qui peut être résumé par le tableau suivant :



Multiplication. — Les Mousses peuvent se multiplier de diverses façons. Tantôt des bourgeons se forment sur les rhizoïdes et donnent naissance à autant de pieds nouveaux, capables de s'isoler de celui qui les a formés. Tantôt, en différents points de la tige, des feuilles ou des rhizoïdes, se développent de nouveaux protonémas qui s'étendent de proche en proche à la surface du sol et peuvent donner naissance à de nouveaux pieds feuillés. On voit aussi se former à la surface de la tige ou des feuilles, par une sorte de bourgeonnement, de petits massifs pluricellu-

laires et pédicellés qu'on nomme des *propagules* (*fig.* 151) : détaché de l'organe qui le porte, le propagule tombe sur le sol; de sa surface part un nouveau protonéma qui devient le support de bourgeons feuillés.

Fig. 151. — Un pied d'*Aulacomnium* portant des propagules (*Pr.*). (A gauche, le sommet du pied, plus grossi.)

Classification des Mousses. — La classe des Mousses renferme un grand nombre de genres et d'espèces, groupés en plusieurs familles.

A la famille des *Bryacées* appartiennent la plupart des Mousses de nos pays. Beaucoup sont *acrocarpes*, comme les *Barbula*, *Bryum*, *Polytrichum*, *Funaria*, etc... Quelques-unes sont *pleurocarpes*, comme les *Fontinalis*, qui se développent dans les eaux courantes, et les *Hypnum*, dont une espèce (*Hypnum triquetrum*) est employée pour garnir les jardinières d'appartements.

Fig. 152. — Sphaigne.

La famille des *Sphagnacées* renferme un seul genre, le genre *Sphagnum* ou Sphaigne (*fig.* 152). Les Sphaignes vivent dans les lieux très humides. Elles sont remarquables par la structure de leur appareil végétatif. La tige est enveloppée extérieurement par une gaine formée d'une ou plusieurs assises de cellules grandes, incolores et mortes; leurs membranes sont perforées de larges trous circulaires qui les font communiquer les unes avec les autres; de plus, elles portent fréquemment des bandes d'épaississement spiralées. Ainsi se forme autour de la tige

une sorte de fourreau qui peut servir à conduire l'eau d'une extrémité à l'autre du corps de la plante. Au fur et à mesure que la tige allonge son extrémité supérieure et produit de nouvelles feuilles, la partie inférieure meurt et ne sert plus qu'à conduire l'eau, par sa gaine de cellules aquifères, vers la partie encore vivante. La feuille est formée d'une seule assise de cellules; mais ces cellules sont de deux sortes (*fig.* 153) : les unes, grandes, de forme losangique, possèdent la même structure que les cellules aquifères de la tige; les autres, petites et riches en corps chlorophylliens, forment, en s'ajustant bout à bout, une sorte de réseau intercalé entre les premières. Les tiges de Sphaignes, dressées côte à côte, forment, à la surface du sol humide, un gazon épais et feutré.

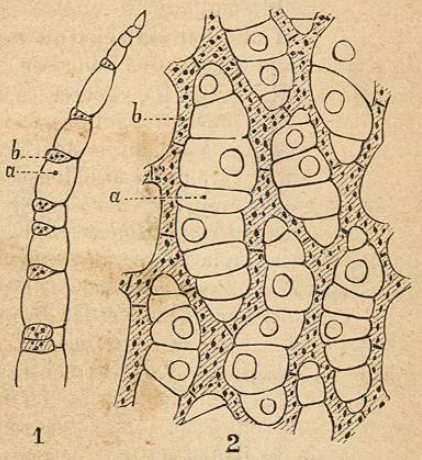


Fig. 153. — Une feuille de Sphaigne, très grossie (1, en coupe perpendiculaire à sa surface; 2, vue de face). — *a*, cellules aquifères; *b*, cellules à chlorophylle.

Formation de la tourbe. — Les Sphaignes jouent un rôle important dans la formation d'un combustible imparfait, brûlant avec beaucoup de fumée, qu'on appelle la *tourbe*.

Trois conditions essentielles sont nécessaires au développement des Sphaignes : il faut d'abord qu'elles aient toujours de l'eau à leur disposition; ensuite que cette eau soit très limpide; enfin que l'écoulement de l'eau se fasse lentement, pour que les plantes puissent se fixer définitivement

au sol. Quand ces trois conditions se trouvent réunies, les tiges des Sphaignes s'allongent rapidement, et leurs parties mortes, plongées dans l'eau, se décomposent lentement en se carbonisant. On appelle *tourbière* un espace étendu sur lequel se carbonisent ainsi des Sphaignes; si on creuse une tranchée dans une tourbière, on observe, à la surface, des tiges et des feuilles parfaitement vivantes et, dans la profondeur, une matière d'abord jaunâtre, puis de couleur brune, de plus en plus compacte et de plus en plus riche en carbone : c'est la tourbe. On l'exploite au fur et à mesure qu'elle se forme et, si les conditions restent favorables à sa formation, elle se reconstitue sans cesse.

Pour que la décomposition des Sphaignes fournisse de la tourbe, il faut que la température ne soit pas trop élevée : car elle activerait outre mesure la décomposition des matières végétales; aussi n'observe-t-on pas de tourbière au-dessous du 45° degré de latitude.

Les tourbières sont surtout répandues dans les vallées où coulent très régulièrement des rivières dont l'eau est limpide, par exemple la vallée de la Somme. On en trouve cependant aussi dans quelques régions montagneuses, même sur des pentes assez raides; cela tient à ce que le sol y est constamment imbibé d'eau par des suintements et que cette eau est retenue par certaines espèces de Mousses vivaces et très avides d'humidité.

Les Hépatiques. — A côté de la classe des Mousses, l'embranchement des Muscinées renferme une classe moins nombreuse, mais non moins intéressante, celle des *Hépatiques*. Pour acquérir une connaissance suffisante des caractères essentiels de cette classe, bornons-nous à l'étude sommaire d'un type, qui nous sera fourni par la Marchantie (*Marchantia polymorpha*), espèce qu'on rencontre assez fréquemment entre les pavés des cours humides.

L'appareil végétatif de cette espèce se réduit à un thalle riche en chlorophylle, qui se fixe au sol par des rhizoïdes et s'y étend en se ramifiant par dichotomies successives.

Au moment de la reproduction, on voit se former de dis-

tance en distance, à la surface du thalle de la Marchantie, des organes dont l'aspect rappelle celui des chapeaux d'un Champignon (*fig.* 154). Ces chapeaux sont de deux sortes. Les

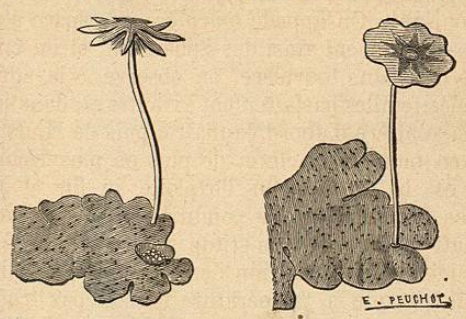


Fig. 154. — Thalle d'une Marchantie; à gauche, il porte un chapeau à archégones; à droite, un chapeau à anthéridies.

uns, les chapeaux mâles, ont un bord faiblement découpé de sinuosités arrondies et portent sur leur face supérieure des anthéridies fixées au fond de petites cryptes (*fig.* 155); chaque anthéridie produit et met en liberté un grand nombre d'anthérozoïdes qui offrent les mêmes caractères que ceux des Mousses et portent, en particulier, deux cils vibratiles. Les autres, les chapeaux femelles, ont un contour découpé de sinuosités beaucoup plus profondes; leur face inférieure porte des archégones ouvrant leurs cols vers le thalle qui sert de support au chapeau; chaque archégone contient une oosphère.

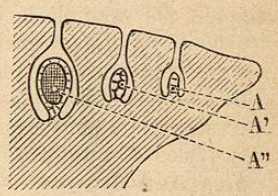


Fig. 155. — Coupe dans un chapeau mâle de *Marchantia polymorpha* (schéma). — A, A', A'', trois stades successifs du développement.

Après la fécondation, un ou plusieurs des œufs formés dans les archégones peuvent se développer. L'œuf, en se développant, fournit un sporogone sphérique qui se fixe au chapeau par un pédicelle très court, enfoncé dans son tissu.

(*fig.* 156). Le contenu du sporogone mûr comprend des éléments de deux sortes : les uns sont des spores, groupées quatre par quatre ; les autres sont de longues cellules intercalées régulièrement entre les groupes de spores, rayonnant à partir du pédicelle et dont chacune épaissit et lignifie sa membrane suivant des spirales régulières ; ces cellules sont appelées *élatères* (*fig.* 157).

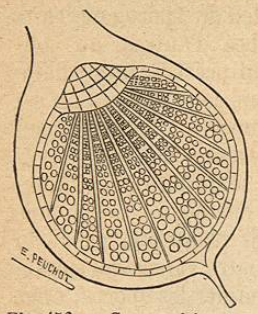


Fig. 156. — Coupe schématique dans le sporogone de *Marchantia polymorpha*.

Quand le sporogone a atteint sa maturité, le pied du chapeau femelle s'allonge de manière à l'élever au-dessus du thalle et à favoriser la dissémination des spores. C'est alors que se produit la déhiscence du sporogone, qui se déchire irrégulièrement. Très sensibles aux variations de l'état hygrométrique, les bandes d'épaississement spiralées des élatères provoquent des mouvements de celles-ci, qui se recourbent en arcs et se déploient alternativement : ces déformations ont pour effet de projeter les spores à une distance souvent considérable.

Fig. 157. — Fragment, très grossi, d'une élatère de *Marchantia polymorpha*.

Fig. 158. — Un pied de *Jungermannia* portant à son sommet un sporogone pédicellé et déhiscent en quatre valves.

Placée dans des conditions favorables, la spore germe et fournit un thalle d'abord simple et rudimentaire, qui se complique peu à peu et devient enfin semblable à celui qui portait les chapeaux sexués.

Chez toutes les Hépatiques, l'appareil végétatif ne se réduit pas à un thalle : beaucoup d'entre elles, comme les Jongermannes (*Jungermannia*) (*fig.* 158), possèdent une tige et

des feuilles distinctes ; par là ces Hépatiques se rapprochent des Mousses.

Chez beaucoup d'Hépatiques, le pied du sporogone reste court comme chez la Marchantie ; chez d'autres, au contraire, il s'allonge dans la période qui précède immédiatement la dissémination des spores, mais cette élongation est toujours tardive et ne peut être comparée à l'allongement précoce du pied qui soutient la capsule d'une Mousse.

Si le sporogone de la Marchantie se déchire irrégulièrement à sa maturité, il n'en est pas de même chez toutes les Hépatiques : chez beaucoup de ces plantes la paroi du sporogone s'ouvre à sa maturité en quatre valves qui s'écartent brusquement de manière à disséminer les spores. Chez la plupart des Hépatiques, cette dissémination est favorisée par la présence d'élatères comparables à celles de la Marchantie.

La germination des spores chez les Hépatiques n'est pas suivie de la formation d'un protonéma filamenteux qu'on puisse comparer à celui des Mousses ; il est vrai que dans cette dernière classe on peut citer des exemples de plantes dont le protonéma se présente avec l'aspect foliacé du thalle des Hépatiques à ses débuts : telles sont les Sphaignes, du moins quand leurs spores germent sur un support solide.

Réduction fréquente de l'appareil végétatif à un thalle, — élongation nulle ou tardive du pied du sporogone, — présence ordinaire d'élatères intercalées aux spores et favorisant leur dissémination, — absence de protonéma filamenteux ; tels sont les caractères principaux qui permettent de distinguer, dans l'embranchement des Muscinées, la classe des Hépatiques de celle des Mousses. Par ces caractères, la classe des Hépatiques forme un trait d'union entre l'embranchement des Thallophytes et celui des Muscinées.