mée de trois assises superposées; puis les deux plus internes se résorbent et l'enveloppe se réduit à un seul plan de cellules.

A la maturité des sporanges, l'axe de l'épi subit un accroissement intercalaire, qui a pour effet de l'allonger et d'écarter les verticilles successifs d'écussons : les sporanges entrent alors en contact avec l'air extérieur; sous l'influence de la sécheresse, chacun d'eux s'ouvre par une fente qui regarde le pédicelle de son écusson et met en liberté les spores qu'il contenait.

Quand la spore est mûre, la partie la plus externe de l'exospore se découpe en deux bandes enroulées en spirale autour de la spore, parallèlement l'une à l'autre; puis chacune de ces bandes se coupe transversalement en deux tronçons et se détache du reste de l'exospore, à laquelle l'une et l'autre restent fixées par un point commun, opposé à leurs

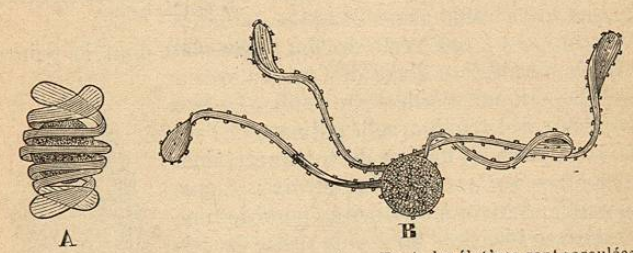


Fig. 324. — Une spore de Prêle, très grossie. — En A, les élatères sont enroulées; en B, elles sont déroulées.

points de division : l'exospore porte, dès lors, quatre filaments disposés en croix, fixés en un même point de sa surface et enroulés autour d'elle en spirale. Sous l'influence de la sécheresse, et grâce à l'inégale lignification de ses deux faces, chacun de ces filaments a la propriété de se dérouler et de prendre une direction rectiligne; sous l'influence de l'humidité, au contraire, il s'enroule autour de la spore (*fig.* 324). Projetées à la surface d'une lame de verre sur laquelle on souffle légèrement, des spores de Prêle se trouvent sou-

mises à des alternatives de sécheresse et d'humidité : leurs filaments se déroulent et s'enroulent alternativement et les spores exécutent à la surface du verre des bonds fort curieux à observer. On comprend le rôle que peut jouer ce mécanisme dans la dissémination des spores : il est assez analogue à celui qui revient aux élatères des Hépatiques et au capillitium des Myxomycètes.

Toutes les spores produites par une espèce donnée de Prêles sont identiques entre elles : les Prêles sont isosporées; et cependant, si on observe la germination de ces

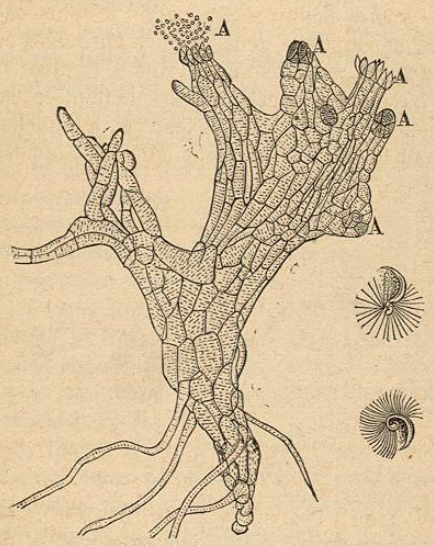


Fig. 325. — Un prothalle mâle de Prêle, très grossi. A, anthéridies. (Deux anthérozoïdes libres ont été figurés sur le côté, à un plus fort grossissement.)

spores, on voit qu'elles ne se comportent pas toutes de la même façon.

Une spore déterminée peut produire un prothalle de très petite dimension, ayant quelques millimètres de long, de

couleur verte, présentant la forme d'un ruban plus ou moins découpé et constitué par une seule assise de cellules. Bientôt toutefois un des segments du prothalle se développe plus que les autres, prend plusieurs assises de cellules et forme, au voisinage de ses extrémités les plus saillantes, un certain nombre d'anthéridies. Chacune de celles-ci contient de cent à cent cinquante anthérozoïdes, volumineux, formant deux ou trois tours de spire et portant de nombreux cils vibratiles. C'est un prothalle mâle (*fig.* 325).

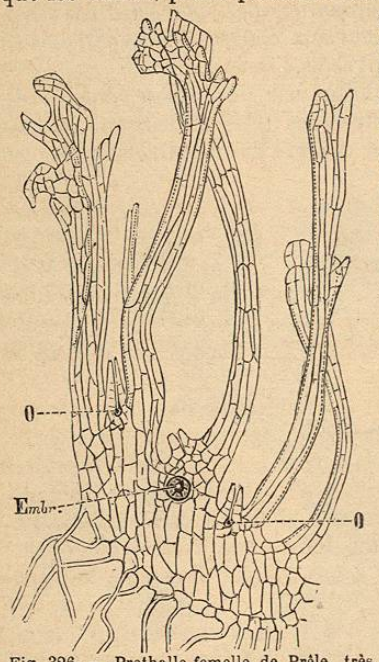
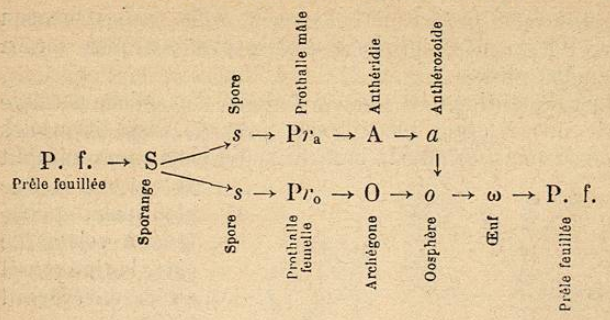


Fig. 326. — Prothalle femelle de Prêle, très grossi. — O, archégones; *Embr.*, embryon.

Une autre spore, en germant, pourra former un prothalle, vert comme le précédent, mais dont les dimensions atteindront jusqu'à 1 ou 2 centimètres. Vers les parties profondes de son contour irrégulier, se formeront des archégones dont les cols seront dirigés vers le haut. C'est un prothalle femelle (*fig.* 326).

De l'union d'un anthérozoïde et d'une oosphère résulte un œuf, qui, germant sur le prothalle où il s'est formé, reconstitue peu à peu un nouveau pied de Prêle, semblable au premier.

Ce développement peut être résumé par le tableau suivant.



On voit qu'il diffère de celui des Fougères par l'existence de deux sortes de prothalles, les uns mâles, les autres femelles. Il se distingue, d'autre part, du développement des Hydroptérides par l'uniformité des spores et par la dissémination de celles-ci en dehors de leurs sporanges respectifs, avant toute germination.

Les Equisétinées. — La famille des *Equisétacées*, avec le seul genre *Equisetum*, comprenant 25 espèces, forme à elle seule, dans la nature actuelle, la classe entière des *Equisétinées*. Les plantes de cette classe sont caractérisées par l'état rudimentaire et la disposition verticillée de leurs feuilles, en même temps que par la ramification verticillée de leurs tiges, conséquence directe de la disposition phyllotaxique.

Les Lycopodes. — Un dernier type de Cryptogames vasculaires nous sera fourni par les plantes du genre Lycopode, de la famille des *Lycopodiacées*.

Appareil végétatif. — La tige d'un Lycopode est couverte de feuilles petites et étroitement serrées les unes contre les autres de manière à offrir une certaine ressemblance avec les feuilles des Mousses (*fig.* 327); mais, malgré la grande simplicité de son organisation, la feuille d'un Lycopode se distingue toujours de celle d'une Mousse par l'existence d'une véritable nervure médiane, à structure vasculaire

Ajoutons que la tige d'un Lycopode offre dans toute son organisation une supériorité encore plus marquée sur la tige d'une Mousse.

La ramification de la tige est latérale, sans qu'elle paraisse offrir une relation bien directe avec la disposition des feuilles; mais, comme la branche se développe souvent tout autant que la tige principale, qu'elle tend à rejeter de côté, la tige paraît au premier abord bifurquée.

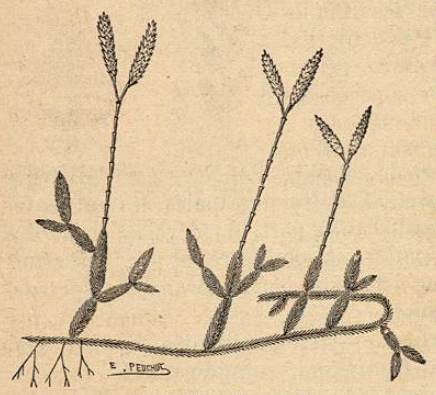


Fig. 327. — Lycopode.

Ce qui n'est qu'une apparence dans la tige devient une réalité dans la racine des Lycopodes. Au lieu de porter des radicelles latérales, comme la racine des autres plantes vasculaires, la racine principale se divise à son extrémité en deux racines secondaires, qui paraissent, dès leur origine, équivalentes; les deux branches ainsi formées se bifurquent à leur tour, et ainsi de suite : la racine se ramifie, en un mot, par dichotomies successives.

Reproduction et développement. — A l'époque de la reproduction, certaines pousses feuillées forment, à leurs extrémités, des sortes d'épis où les feuilles sont ordinairement plus petites et plus serrées que sur les rameaux stériles. En écartant les feuilles d'un de ces épis, on reconnaît (*fig.* 328) que chacune d'elles porte à sa face supérieure, au voisinage de son point d'insertion sur l'axe, un sporange volumineux et sessile, qui enferme, sous une enveloppe formée de deux assises cellulaires, un grand nombre de spores brunes groupées en tétrades.

Au début de la formation d'un sporange, on voit se produire, vers la base de la face supérieure de la feuille fertile, une sorte de bourrelet transversal, tapissé par l'épiderme, au-dessous duquel les cellules de l'assise sous-épidermique prennent un développement considérable et se cloisonnent abondamment pour produire les cellules-mères des spores. Par deux divisions successives, l'assise externe forme trois assises superposées, dont la plus interne se résorbe pour fournir des éléments à la nutrition des spores. Chaque cellule-mère produit quatre spores.

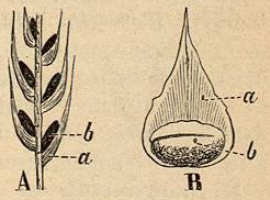


Fig. 328. — Appareil sporifère d'un Lycopode, grossi (A, coupe longitudinale et schématique de l'épi sporifère; B, une feuille fertile, vue par sa face supérieure). — *a*, une feuille fertile; *b*, un sporange.

Arrivé à maturité, le sporange s'ouvre par une fente transversale et met en liberté les spores sous forme d'une poudre qu'on recueille parfois en quantité considérable et qui est connue dans le commerce sous le nom de « poudre de Lycopode ».

A la germination, la spore produit un prothalle dont la forme et la couleur varient beaucoup suivant l'espèce que l'on considère : il peut se renfler et devenir tuberculeux dans quelques-unes de ses parties; il est incolore chez certaines espèces où il se développe sous l'écorce des arbres, vert dans d'autres où il se développe à l'air libre. Ce prothalle produit à la fois des anthéridies et des archégones; les anthérozoïdes ont un corps spiralé muni de deux cils vibratiles antérieurs. L'œuf formé sur le prothalle se développe en un nouveau pied de Lycopode semblable au premier.

Malgré les différences essentielles qui distinguent l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur d'un Lycopode, des appareils correspondants chez une Fougère, on voit que le développement total de la plante suit, d'une manière générale, la même marche, qui pourrait être résumée par le même tableau.

Les Sélaginelles : appareil végétatif. — Les Sé-

laginelles sont des plantes originaires des pays chauds, fréquemment employées pour former les bordures dans les serres chaudes et dont l'aspect général rappelle celui des Lycopodes. Cependant leur tige présente ce caractère particulier de se ramifier dans un seul plan par une fausse dichotomie et, d'ailleurs, l'étude de la structure et du développement de leur appareil végétatif montre qu'il diffère de celui des Lycopodes par quelques caractères très importants. Mais c'est surtout dans l'appareil reproducteur des Sélaginelles et dans leur mode général de développement que nous verrons s'accentuer les différences.

Reproduction et développement. — L'appareil sporifère se présente, comme chez les Lycopodes, sous la forme d'une sorte d'épi garni de feuilles plus petites que les feuilles végétatives. Des sporanges se forment encore sur les faces supérieures des feuilles, au voisinage de leurs bases; mais les sporanges sont ici de deux sortes. Les uns, voisins du sommet de l'épi, prennent à la maturité une coloration rougeâtre; chacun d'eux contient un grand nombre de petites spores groupées quatre par quatre : ce sont des *microspores*, enfermées dans un *microsporange*. Les autres prennent, à la maturité, une coloration jaunâtre; chacun d'eux contient quatre spores volumineuses : ce sont des *macrospores*, enfermées dans un *macrosporange* (*fig.* 329).

Fig. 329. — Un macrosporange de Sélaginelle.

A la maturité, chaque sporange s'ouvre par une fente transversale, voisine de son sommet.

La microspore commence à germer à l'intérieur même du sporange, avant sa déhiscence. Elle se divise en deux cellules; l'une, stérile, représente la partie végétative du prothalle; l'autre, fertile, beaucoup plus volumineuse que la première, subit divers cloisonnements qui isolent, autour de son centre, deux ou quatre cellules mères d'anthérozoïdes, protégées par une enveloppe extérieure : elle représente une anthéridie. Arrivés à maturité, les anthérozoïdes sont courts, renflés en arrière, aigus en avant, avec deux cils vibratiles.

C'est alors seulement que l'exospore se rompt; cette rupture est suivie de celle de l'endospore, puis de la couche pariétale de l'anthéridie; les anthérozoïdes sont mis en liberté.

La macrospore se divise d'abord, avant même la déhiscence du sporange, en deux cellules très inégales. La plus petite, qui fait bientôt saillie vers l'extérieur en déchirant l'exospore, forme, en se cloisonnant, un prothalle qui produit ensuite plusieurs archégones (*fig.* 330). L'autre constitue une sorte de réserve nutritive, d'abord indivise, qui se cloisonne plus tard en un grand nombre de cellules.

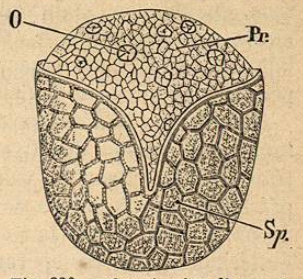


Fig. 330. — Germination d'une macrospore de Sélaginelle. — *Sp.*, membrane de la macrospore; *Pr.*, prothalle femelle; O, archégones.

L'œuf formé sur le prothalle femelle subit, au moment de sa germination, un premier cloisonnement qui le divise en deux cellules superposées. La cellule la plus éloignée du col produit, par ses cloisonnements successifs, l'embryon d'une plante nouvelle. La cellule la plus rapprochée du col se cloisonne

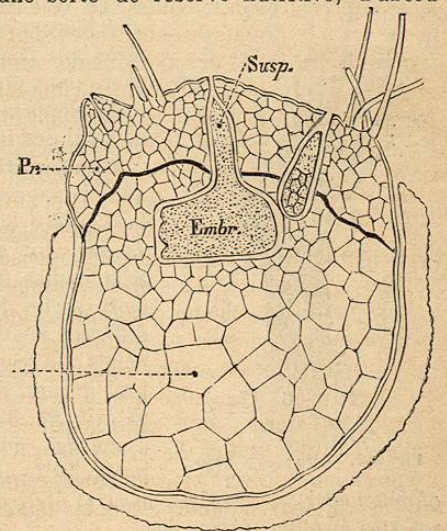


Fig. 331. — Germination d'un œuf de Sélaginelle. — R. tissu de réserve; *Pr.*, prothalle femelle; *Susp.*, suspenseur; *Embr.*, embryon.

de manière à former une sorte de filament allongé ou *suspenseur*, qui enfonce l'embryon dans le tissu de réserve constitué au-dessous du prothalle (*fig.* 331): l'embryon, en se développant, épuise cette réserve nutritive et reconstitue peu à peu un pied nouveau de Sélaginelle.

On voit que le développement des Sélaginelles diffère notablement de celui des Lycopodes. Il se rapproche, au contraire, sensiblement de celui des Hydroptérides : 1° par la présence de deux sortes de spores, fournissant deux sortes de prothalles; 2° par la germination précoce des spores à l'intérieur même des sporanges qui les contiennent. L'existence d'un tissu de réserve placé en dehors du prothalle et la formation d'un suspenseur qui pousse l'embryon à l'intérieur de ce tissu de réserve sont, d'autre part, comme nous le verrons ultérieurement, autant de caractères qui permettent de rapprocher, dans une certaine mesure, le développement des Sélaginelles de celui des Phanérogames.

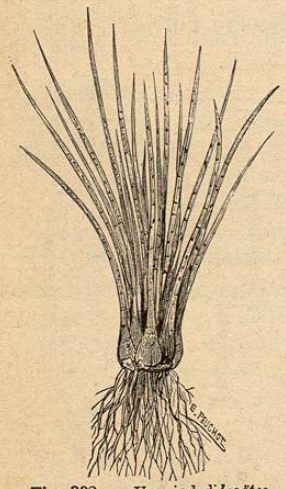


Fig. 332. — Un pied d'*Isoëtes*.

Les Isoëtes. — C'est encore au voisinage des Lycopodes qu'il faut placer les plantes du genre *Isoëtes*, qui se rapprochent des Sélaginelles par l'existence de deux sortes de spores, mais qui diffèrent aussi bien des Sélaginelles que des Lycopodes par l'aspect général de leur appareil végétatif (*fig.* 332). Il se compose d'une tige simple et courte, qui porte des feuilles longues et lancéolées, épaisses vers leur base et disposées en une série de rosettes étroitement serrées.

Les Lycopodinées. — Les *Lycopodiacées*, les *Sélaginellées* et les *Isoëtées* composent la classe des *Lycopodinées*, caractérisées généralement par les petites dimensions

de leurs feuilles et la ramification plus ou moins dichotome de leurs organes axiles.

Classification des Cryptogames vasculaires. — Avec les Lycopodinées, nous terminons l'étude des Cryptogames vasculaires, dont la classification peut être résumée par le tableau ci-joint.

Considérations générales. — Avant d'en quitter l'étude, cherchons à coordonner les notions que nous possédons maintenant sur le développement des Cryptogames vasculaires.

Chez les Fougères et les Lycopodiacées, l'appareil asexué forme des spores toutes égales entre elles : il est *isosporé*. La germination d'une spore donne naissance à un prothalle qui porte à la fois des anthéridies et des archégones : l'appareil sexué est donc *monoïque*.

Chez les Equisétacées, l'appareil asexué est encore isosporé; mais les prothalles provenant des spores sont de deux sortes : les uns, mâles, ne forment que des anthéridies; les autres, femelles, ne forment que des archégones; l'appareil sexué est donc *dioïque*.

Chez les Sélaginellées, les Isoëtées et les Hydroptérides, on voit s'accuser davantage la différenciation entre les prothalles mâles et femelles

EMBRANCHEMENT	CLASSES		ORDRES OU FAMILLES	EXEMPLES
CRYPTOGAMES VASCULAIRES	feuilles grandes, ramification latérale.	FILICINÉES..	isosporées.....	*Fougères* (ord.)..... Polypode.
			hétérosporées.....	*Marattinées* (ord.)... Ophioglosse.
				Rhizocarpées (ord.) = *Hydroptérides*..... Salvinie.
	feuilles rudimentaires, ramification verticillée.	EQUISÉTINÉES		*Equisétacées* (fam.)... Prêle.
	feuilles petites, ramification dichotomique.	LYCOPODINÉES....	isosporées.....	*Lycopodiacées* (fam.). Lycopode.
			hétérosporées; dichotome.	*Sélaginellées* (fam.).. Sélaginelle..
			hétérosporées; tige simple...	*Isoëtées* (fam.)..... Isoëte.

et, de plus, cette différenciation retentit sur les dimensions et la structure des spores qui leur donnent naissance : aux prothalles mâles correspondent des microspores; aux prothalles femelles, des macrospores; l'appareil asexué est *hétérosporé*.

VINGT-SEPTIÈME LEÇON

Les Phanérogames. — L'inflorescence. — La fleur. — L'étamine et le pollen. — Le carpelle.

Les Phanérogames. — Les plantes de l'embranchement des Phanérogames sont essentiellement caractérisées par l'existence de fleurs. Le moment est venu d'étudier la constitution générale de la fleur et le mode de reproduction que comporte la présence de cet organe. Pour fixer les idées, convenons que nous étudierons, d'une manière générale, la fleur d'une Phanérogame Angiosperme. Ce terme trouvera ultérieurement son explication.

L'inflorescence. — Il est rare qu'une fleur termine directement la tige principale; elle est le plus souvent portée à l'extrémité d'un rameau spécial, ordinairement court, qu'on appelle son *pédoncule* ou *pédicelle*.

On peut remarquer que les feuilles voisines de ce pédoncule et, par conséquent, de la fleur, ont souvent une forme et un aspect différents de ceux que possèdent les feuilles normales de la plante : ces feuilles spéciales sont alors désignées du nom de *bractées*. Il existe presque toujours au moins une bractée à la base du pédoncule : c'est la feuille à l'aisselle de laquelle s'est développé le rameau porteur de la fleur.

On reconnaît aussi, au moment de la floraison, que les fleurs, loin d'être disséminées sans ordre à la surface de la

tige, sont le plus souvent réunies en groupes réguliers qu'on appelle des *inflorescences*.

Une inflorescence très commune est la *grappe* (*fig.* 333), qu'on observe chez la Giroflée, la Jacinthe, le Groseillier, etc. Sur toute l'étendue d'une branche principale, servant d'axe à l'inflorescence, et à des intervalles régulièrement décroissants à mesure qu'on se rapproche de son sommet, s'attachent des pédoncules terminés par des fleurs; le sommet de l'axe en est dépourvu ; c'est au-dessous de lui que se développent successivement celles qui, pendant toute la durée de la floraison, vont couvrir les parties nouvellement formées, en voie d'allongement. Lorsque chacun des pédoncules, nés aux aisselles des bractées de l'axe principal, au lieu de se terminer directement par une fleur, devient à son tour l'axe d'une grappe secondaire, l'inflorescence tout entière est dite *composée*. Remarquons que, dans une grappe, les fleurs les plus jeunes sont les plus rapprochées du sommet et qu'on peut, par suite, observer à un moment donné, tout le long de la grappe, des fleurs en bouton vers le sommet, des fleurs épanouies vers le milieu, des fruits vers la base de l'inflorescence.

Fig. 333.
Grappe simple. A gauche, schéma ; à droite, grappe du Groseillier. — *br.*, bractée ; *p*, pédoncule ; *f*, fleur.

Dans une grappe, l'axe ne porte directement aucune fleur; en particulier, il n'est pas limité, défini à son sommet par une fleur; pour cette raison cette inflorescence est dite *indéfinie*.