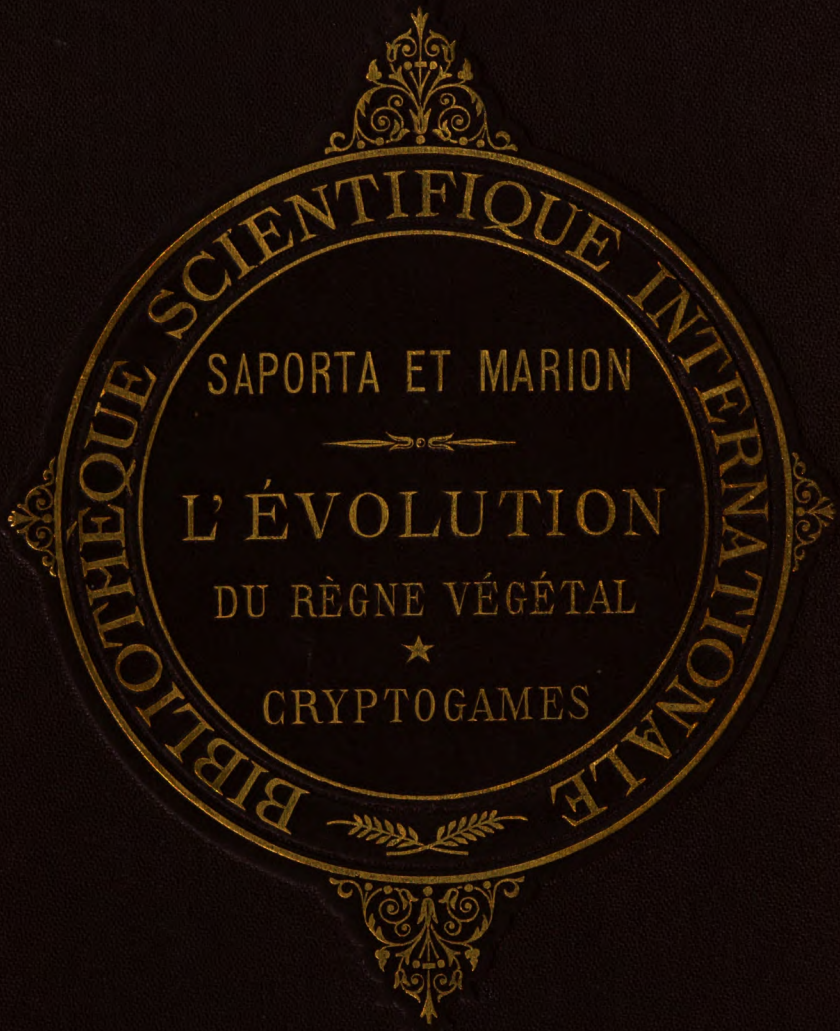
BIBLIOTHÈQUE DU PALAIS DES ARTS



48

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

XXXIX

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉM. ALGLAVE

Volumes in-8°, reliés en toile anglaise. — Prix : 6 fr.
Avec reliure d'amateur, tr. sup. dorée, dos et coins en veau. — 10 fr.

La *Bibliothèque scientifique internationale* n'est pas une entreprise de librairie ordinaire. C'est une œuvre dirigée par les auteurs mêmes, en vue des intérêts de la science, pour la populariser sous toutes ses formes, et faire connaître immédiatement dans le monde entier les idées originales, les directions nouvelles, les découvertes importantes qui se font chaque jour dans tous les pays. Chaque savant expose les idées qu'il a introduites dans la science et condense pour ainsi dire ses doctrines les plus originales.

On peut ainsi, sans quitter la France, assister et participer au mouvement des esprits en Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Italie, tout aussi bien que les savants mêmes de chacun de ces pays.

La *Bibliothèque scientifique internationale* ne comprend pas seulement des ouvrages consacrés aux sciences physiques et naturelles, elle aborde aussi les sciences morales, comme la philosophie, l'histoire, la politique et l'économie sociale, la haute législation, etc.; mais les livres traitant des sujets de ce genre se rattacheront encore aux sciences naturelles, en leur empruntant les méthodes d'observation et d'expérience qui les ont rendues si fécondes depuis deux siècles.

Digitized by Google

VOLUMES PARUS

J. Tyndall. Les glaciers et les transformations de l'eau, suivis d'une étude de M. *Helmholtz* sur le même sujet, avec 8 planches tirées à part et nombreuses figures dans le texte. 3e édition. 6 fr.

W. Bagehot. Lois scientifiques du développement des nations. 3e édition. . . . . 6 fr.

J. Marey. La machine animale, locomotion terrestre et aérienne, avec 117 figures dans le texte. 2e édition . . . . . 6 fr.

A. Bain. L'esprit et le corps considérés au point de vue de leurs relations, avec figures. 4e édition . . , ... 6 fr.

Pettigrew. La locomotion chez les animaux, avec 130 fig. . 6 fr.

Herbert Spencer. Introduction a la science sociale. 5e éd. 6 fr.

Oscar Schmidt. Descendance et darwinisme, avec figures. 4e édition. . . . . 6 fr.

H. Maudsley. Le crime et la folie. 4e édition. . . . . 6 fr.

P.-J. Van Beneden. Les commensaux et les parasites dans le règne animal, avec 83 figures dans le texte. 2e édition. . . . . 6 fr.

Balfour Stewart. La conservation de l'énergie, suivie d'une étude sur La nature de la force, par *P. de Saint-Robert.* 3e éd. 6 fr.

Draper. Les conflits de la science et de la religion. 6e éd. 6 fr.

Léon Dumont. Théorie scientifique de la sensibilité. 3e éd. 6 fr.

Schutzenberger. Les fermentations, avec 28 figures, 3e éd. 6 fr.

Whitney. La vie du langage. 3e édition. . . . . 6 fr.

Cooke et Berkeley. Les champignons, avec 110 figures. 2e éd. 6 fr.

Bernstein. Les sens, avec 91 figures dans le texte. 3e édition 6 fr.

Berthelot. La synthèse chimique. 4e édition . . . . . 6 fr.

Vogel. La photographie et la chimie de la lumière, avec 95 figures dans le texte et un frontispice tiré en photoglyptie. 3e éd. 6 fr.

Luys. Le cerveau et ses fonctions, avec figures. 4e édition. 6 fr.

W. Stanley Jevons. La monnaie et le mécanisme de l'échange. 3e édition. . . . . 6 fr.

Fuchs. Les volcans et les tremblements de terre, avec 36 figures dans le texte et une carte en couleurs. 3e édition . . . . 6 fr.

Général Brialmont. La défense des États et les camps retranchés, avec figures et deux planches hors texte. 2e édition. 6 fr.

A. de Quatrefages. L'espèce humaine. 6e édition . . . . 6 fr.

Digitized by Google

Blaserna et Helmholtz. Le son et la musique, avec 50 figures dans le texte. 2e édition . . . . . 6 fr.

Rosenthal. Les muscles et les nerfs. 1 vol. in-8°, avec 75 figures dans le texte. 2e édition. . . . . 6 fr.

Brucke et Helmholtz. Principes scientifiques des beaux-arts, suivis de L'optique et la peinture. 1 vol. avec 41 figures. 3e édition. . . . . 6 fr.

Wurtz. La théorie atomique. 1 vol. in-8°, avec une planche hors texte. 3e édition . . . . . 6 fr.

Secchi. Les étoiles. 2 vol. in-8°, avec 60 figures dans le texte et 17 planches en noir et en couleurs, tirées hors texte. 2e éd. 12 fr.

N. Joly. L'homme avant les métaux. Avec 150 figures. 2e éd. 6 fr.

A. Bain. La science de l'éducation. 1 vol. in-8°. 2e édition. 6 fr.

Thurston. Histoire de la machine a vapeur, revue, annotée et augmentée d'une introduction par *J. Hirsch*. 2 vol., avec 140 figures dans le texte, 16 planches tirées à part et nombreux culs-de-lampe. . . . . 12 fr.

R. Hartmann. Les peuples de l'Afrique. 1 vol. in-8°, avec 93 figures dans le texte . . . . . 6 fr.

Herbert Spencer. Les bases de la morale évolutionniste. 1 vol. in-8°. . . . . 6 fr.

Th.-H. Huxley. L'écrevisse, introduction à l'étude de la zoologie, avec 82 figures. 1 vol. in-8°. . . . . 6 fr.

De Roberty. La sociologie. 1 vol. in-8°. . . . . 6 fr.

O. N. Rood. Théorie scientifique des couleurs et leurs applications à l'artet à l'industrie. 1 vol. in-8°, avec 130 figures dans le texte et une planche en couleurs . . . . . 6 fr.

Saporta et Marion. L'évolution du règne végétal. Les cryptogames, avec 85 figures dans le texte . . . . . 6 fr.

VOLUMES SUR LE POINT DE PARAITRE

Charlton Bastian. Le système nerveux et la pensée, avec 184 fig. dans le texte. 2 vol.

E. Cartailhac. La France préhistorique d'après les sépultures.

Semper. Les conditions d'existence des animaux, avec 106 figures dans le texte et deux planches. 2 vol.

Ed. Perrier. La philosophie zoologique jusqu'a Darwin.

Alph. de Candolle. L'origine des plantes cultivées.

A. Angot. La météorologie.

Digitized by Google

L'ÉVOLUTION

DU

RÈGNE VÉGÉTAL

390648

LES CRYPTOGAMES

PAR

G. DE SAPORTA
Correspondant de l'Institut de France.

A.-F. MARION
Professeur à la Faculté des sciences de Marseille.

Avec 85 figures dans le texte.

PARIS
LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108
Au coin de la rue Hautefeuille.

1881

Tous droits réservés.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRÉFACE

Ad noscéndum, non ad probandum!

Ce livre n'est pas à l'adresse de ceux qui nient résolument l' « évolution », c'est-à-dire qui ne pensent pas que les êtres vivants soient allés en se différenciant à travers le temps, les derniers venus étant sortis d'ancêtres plus simples et, par cela même plus imparfaits que ne l'ont été leurs descendants. A ceux qui, avant d'adhérer à cette théorie, exigeraient des preuves assez fortes pour les convaincre, on ne saurait faire qu'une réponse : ces preuves qu'ils réclament, c'est vainement que la science s'épuiserait à vouloir les leur fournir, dès qu'ils sont disposés à les écarter comme insuffisantes. Il faut l'avouer, l'esprit de l'homme est fait de telle sorte qu'il affectera toujours de considérer comme dénué de preuves ce qu'il est d'avance déterminé à ne pas croire. Tous les indices accumulés, tirés des enchaînements des êtres organisés, comparés entre eux, ne persuaderaient pas des adversaires obstinés à les repousser comme insignifiants ou même nuls. Il est bien évident d'ailleurs que les changements morphologiques dus à l'action du temps ne se sont jamais accomplis d'une façon tellement rapide qu'il soit possible d'en retrouver des traces visibles et des vestiges matériels.

Il est donc inutile d'insister sur ce point; nous n'appor-

Digitized by Google

terons aucune preuve directe et immédiate à l'appui de notre manière de voir. — En revanche, nous « exposerons », ce qui constitue un genre de démonstration à l'usage des esprits non prévenus. Nous indiquerons comment, le principe de l'évolution étant admis, le phénomène a dû se manifester et par quelle voie le règne végétal, une fois établi, a pu s'avancer en s'engageant dans plusieurs directions graduellement divergentes.

Les modifications réalisées les premières ont été d'un ordre infime par la raison que les êtres chez lesquels ces modifications se produisaient étaient eux-mêmes très peu élevés; mais ces différenciations, si faibles qu'on les suppose, en ont entraîné d'autres plus accentuées qui amenèrent peu à peu les végétaux à des stades de plus en plus éloignés du point de départ originaire. Les diversifications croissantes donnèrent enfin naissance à des « catégories de fonctions » toujours plus rigoureusement définies et localisées.

C'est en étudiant les éléments fonctionnels des plantes devenues supérieures, c'est-à-dire relativement transformées, et en comparant ces éléments aux parties correspondantes des végétaux demeurés plus simples, qu'il est possible d'entrevoir la nature du lien génétique unissant les uns aux autres, ainsi que les vestiges des états intermédiaires que les premières ont dû traverser avant d'acquérir leurs caractères distinctifs.

Il s'en faut pourtant que l'antériorité chronologique se traduise nécessairement chez les plantes que l'on observe par un degré constant d'infériorité relative et une moindre complexité organique. Bien au contraire, ce serait une erreur de s'étonner qu'il en ait été autrement, et cette erreur a été souvent opposée, à titre d'objection, à la théorie de l'évolu-

Digitized by Google

tion. Dans une foule de cas et sous l'impulsion de circonstances favorables à certaines séries, on a vu se réaliser de bonne heure un « summum » de perfectibilité organique qui n'a plus été dépassé par la suite, ou qui a même tendu à décroître soit par régression, soit par l'élimination des types hâtivement développés et prématurément adaptés. En revanche, de nouvelles séries ou de nouvelles branches sorties des mêmes séries ont constamment remplacé d'âge en âge les séries ou les branches frappées soit de mort, soit de déclin, et en définitive le règne végétal, pris en masse, a constamment progressé en se compliquant, à l'aide d'une suite d'adaptations plus ou moins étroites, plus ou moins avantageuses, bien que, d'autre part, il ait subi de nombreuses pertes et qu'il laisse apercevoir bien des lacunes par rapport à ce qu'il a été autrefois. Pour mieux aborder l'œuvre que nous avions entreprise, nous avons dû rechercher tout ce qui, dans le domaine de la Botanique pure, était de nature à légitimer notre point de vue. Nous avons été le plus ordinairement surpris de la richesse et de la portée des documents dont nous avons fait notre profit, et ces documents nous ont paru d'autant plus précieux à invoquer que l'étude dont ils étaient le fruit avait été plus dégagée des préoccupations théoriques qui nous dirigeaient.

Au total, il nous a semblé qu'en partant des « Protistes » ou êtres primitifs protoplasmatiques, nous passions sans effort aux Protophytes pour arriver ensuite aux Métaphytes inférieures constituant avec les précédentes le groupe artificiel des « Cryptogames », dont le nom, par une singulière anomalie, signifie exactement le contraire de ce que les plantes ainsi désignées sont en réalité, nous voulons dire des plantes à organes sexuels « apparents au dehors » mais

Digitized by Google

longtemps méconnus, il est vrai, dans le mécanisme de leur fonctionnement.

Les Cryptogames, qui, pour nous, représentent une branche aînée du règne végétal, nous amènent à leur tour, par une transition des plus naturelles, aux « Phanérogames », branche cadette, sortie de la première, dont les derniers rameaux ne se sont montrés qu'à une date bien postérieure. La branche phanérogamique, longtemps subordonnée, était cependant destinée à obtenir un jour la prédominance et à la conserver à tout jamais dans le monde des plantes.

Quelque résolus que nous fussions à renfermer notre exposé dans les plus étroites limites, en n'insistant que sur les termes généraux du sujet, nous reconnûmes bientôt qu'un seul volume était loin de suffire et que, dans l'intérêt même de la clarté, il était préférable de diviser nos matériaux. — Réservant donc à un volume prochain ce qui tient au développement originaire de la branche des Phanérogames, nous nous bornerons à parler ici de « l'évolution des Cryptogames ». Par une conséquence forcée de cette distribution, puisque les Cryptogames sont pour nous la souche et le point de départ des autres végétaux, nous plaçons en tête de leur histoire les notions préliminaires et les généralités soit géologiques, soit phylogénétiques qui doivent servir d'introduction à une étude comme la nôtre. En prenant pour objectif le règne végétal, cette étude touche par cela même aux propriétés essentielles qui sont le patrimoine commun de tous les êtres vivants et qui témoignent de leur affinité primordiale.

C'est en exécutant ce plan que nous avons réussi à condenser dans un nombre de pages assez restreint des notions jusqu'à présent éparses et flottantes. S'il se dégage de notre travail un peu plus de clarté sur le problème controversé de

Digitized by Google

la filiation des groupes et de leur mode d'évolution, nous nous croirons payés amplement de nos peines.

Nous suivons d'ailleurs une voie déjà ouverte, et d'autres nous y ont précédés. — M. Albert Gaudry, entre autres, choisissant un point de vue plus strictement paléontologique, a tracé dernièrement le tableau des « enchaînements du monde animal » qu'il s'apprête à compléter.

Disciples de Darwin, nous obéissons à son impulsion en appliquant au règne végétal une méthode d'investigation dont il a formulé d'une main sûre les règles fondamentales, tout en laissant aux spécialistes le soin d'en déterminer rigoureusement les conséquences. Ces conséquences, nous tentons de les ébaucher dans une première vue d'ensemble. Plus tard, il deviendra possible d'en arrêter les contours, en donnant aux détails plus de relief et de précision.

Nous avons eu soin d'indiquer les sources auxquelles nous avons emprunté beaucoup de documents et même une partie de nos figures. Ces mentions particulières nous dispensent d'énumérer ici les noms de ceux auxquels nous en sommes redevables et dont les patientes recherches agrandissent chaque jour le champ de la science des végétaux. Mais nous manquerions de reconnaissance envers nos amis, si, après avoir reçu d'eux tant de secours, nous n'offrions pas aux plus fidèles et aux principaux d'entre eux un faible témoignage de gratitude.

Celui que nous plaçons au premier rang, M. W.-Philippe Schimper, a été récemment enlevé à la science et à son ancienne patrie. Nous devons d'importantes communications à M. le professeur Morière, doyen de la Faculté des sciences de Caen ; à M. L. Crié, de la Faculté de Rennes ; à M. Duval-Jouve, correspondant de l'Institut à Montpellier ; à M. le

Digitized by Google

professeur Vilanova, de Madrid; à M. Léo Lesquereux, de Columbus (Ohio); à MM. Lagrange et Pannescorse, etc. A Paris, M. Decaisne, membre de l'Institut, M. le professeur Bureau, M. A. Gaudry nous ont aidés puissamment. Nous garderons un souvenir reconnaissant de leurs efforts pour faciliter notre tâche. Comment ne pas ajouter que le concours dévoué de M. Grand-Eury et les travaux si consciencieux de M. B. Renault joints à sa complaisance vraiment inépuisable nous ont guidés et soutenus en nous montrant la vérité là où elle se dérobait au fond de l'obscurité?

Du reste, quel que soit le résultat final de notre œuvre, la vérité a été le mobile unique et le but constant auxquels en dernière analyse nous subordonnons toutes nos vues. Nous aimons à terminer sur cette affirmation, qui servira à la fois de justification aux pages suivantes et d'excuse à ce qu'elles peuvent avoir d'imparfait.

Digitized by Google

L'ÉVOLUTION

DES

CRYPTOGAMES

CHAPITRE PREMIER

LES PÉRIODES VÉGÉTALES

Le globe terrestre, à partir de l'époque où les eaux, cessant d'exister uniquement à l'état de vapeur, se répandirent en amas liquide à sa surface, a certainement traversé d'immenses périodes, et durant ces périodes, il n'a cessé d'éprouver des modifications : ces modifications ont été de deux sortes.

Les unes, purement physiques, sont représentées par les dépôts dus à l'intervention des eaux et nécessairement disposés dans le même ordre que la série des événements auxquels ils répondent. Ces sédiments fournissent ainsi les éléments d'une chronologie relative, et l'on rattache plus ou moins facilement à cette chronologie les minéraux de toute provenance qui se sont montrés en divers temps, sous l'influence de phénomènes très-variés.

Tous ensemble, ces documents nous apparaissent comme les témoins et les résultats des mouvements matériels dont la terre n'a cessé d'être affectée dans le cours de son existence. — Mais depuis le moment où elle a commencé de posséder des êtres vivants, la terre a encore éprouvé des changements d'une nature différente. Nous voulons parler des modifications « organiques », et celles-ci nous sont révélées d'une manière bien plus indirecte que les autres. En effet, tandis que les eaux et les phénomènes thermiques ou seulement mécaniques ont toujours laissé des

Digitized by Google

traces visibles de leur action, c'est-à-dire des dépôts et des roches; tout au contraire, pour que les êtres vivants contemporains de ces dépôts et de ces roches nous aient été connus, il a fallu qu'il se produisît par coïncidence, et, pour ainsi dire, accidentellement, des circonstances propres à nous en conserver des vestiges. Ces vestiges ne sauraient même se rapporter qu'à une faible portion de ces êtres, à ceux avant tout dont l'habitat était aquatique ou dont les dépouilles ont été saisies par les eaux, à ceux encore qui n'étaient pas mous, mais dont la charpente, les téguments ou les parties constituantes présentaient assez de consistance pour donner lieu à une empreinte durable ou être convertis en une substance minérale de nature à échapper à la destruction.

Une chance heureuse, privilège presque assuré de certaines catégories, refusée à d'autres, rare et fortuite pour quelques-unes, a donc été l'unique cause de la fossilisation qui a permis aux anciens êtres d'arriver jusqu'à nous. Répétons-le, les organismes mous, ceux placés à l'air libre, à l'écart des eaux, et exposés après leur mort à une décomposition plus ou moins rapide, ont dû échapper nécessairement à cette cause de conservation, « à moins d'un concours de circonstances exceptionnellement favorables ». De là, l'extrême difficulté de connaître et d'analyser les plantes de chaque période, dont les restes abondent au sein des sédiments, lorsque les eaux douces, courantes ou lacustres, littorales ou fluviatiles, sont intervenues pour les entraîner et les ensevelir, mais deviennent extrêmement rares ou font absolument défaut, lorsque les occasions ont manqué et qu'il ne se présente ni couche lacustre, ni formation d'estuaire, ni transport mécanique le long d'un rivage, ni produit dû à l'action d'eaux incrustantes ou minéralisantes.

Cette pénurie n'est que trop fréquente; les grands terrains détritiques, les assises marines formées au fond de vastes bassins, les époques où le sol continental se trouvait coupé de vallées ouvertes, inclinées régulièrement de façon à faciliter l'écoulement des eaux, constituent encore les cas les plus ordinaires dans la série des phénomènes géologiques, et l'espoir de retrouver des végétaux fossiles dans de pareilles conditions, est tellement faible, qu'il faut bien renoncer à la pensée de retirer quelque profit de leur étude au point de vue paléophytologique.

Digitized by Google

En présence de ces données, et il nous paraît difficile d'en contester la portée, ce serait une source de profonde erreur que de confondre l'accident avec le fait, l'apparence avec la réalité, la pauvreté résultant des circonstances de sédimentation avec la pauvreté supposée des temps qui virent naître ces circonstances; enfin l'absence des fossiles avec l'absence ou la rareté absolue des êtres organisés eux-mêmes. C'est pourtant ce que l'on a voulu faire plus d'une fois, particulièrement à l'origine des observations, lors des débuts de la science paléontologique.

Il a bien fallu à ce moment diviser l'espace énorme de temps écoulé sur le globe depuis sa consolidation jusqu'à nous, et, pour y parvenir, on dut forcément se baser sur la considération des dépôts de sédiment, ainsi que des liaisons ou des solutions matérielles de continuité que l'on observait dans leur ordre de superposition. On s'aida aussi du relevé des fossiles ou vestiges d'êtres organisés, renfermés dans les divers dépôts, pour en opérer le classement relatif. Enfin, par une méthode encore meilleure, on en vint à se servir de la combinaison de ces deux catégories de faits, réunis et concordants. De là, un certain nombre de périodes grandes et petites, plus ou moins bien déterminées, auxquelles on a attaché longtemps une sorte de réalité objective. On crut tout d'abord en reconnaître trois ou quatre, correspondant aux dénominations de terrains primitif, de transition, secondaire et tertiaire; le nombre de ces terrains s'est successivement augmenté: les formations silurienne, dévonienne, carbonifère, triasique, jurassique, crétacée, enfin tertiaire ou terrain de sédiment supérieur, constituaient, aux yeux des premiers auteurs, autant de périodes distinctes, soit physiques, soit biologiques.

C'était, dans l'esprit de ceux qui les établirent, des systèmes de couches renfermant les traces d'êtres organisés qui leur avaient été exclusivement propres. La continuité des lits superposés dont se composait chacun de ces systèmes, attestait, d'après ces pères de la géologie, qu'aucun bouleversement matériel un peu considérable n'était venu interrompre leur dépôt. La vie, par suite, avait dû, elle aussi, se maintenir sans autre changement que des variations secondaires, pendant la durée entière du temps qui correspondait à la formation du dépôt. Par contre, peu ou point d'espèces n'avaient réussi à passer de l'un de ces systèmes dans l'autre, par conséquent d'une période an-

Digitized by Google

térieure dans la période suivante. Il fallait admettre, par un corollaire des plus logiques en apparence, que la vie organique avait subi des interruptions coïncidant avec l'intervalle qui séparait deux périodes juxtaposées. Les dislocations physiques, les divergences de stratification qui marquaient cet intervalle, en manifestant la disjonction des divers systèmes, témoignaient de la violence des révolutions survenues et de la destruction presque générale des êtres vivants, accomplie chaque fois et suivie nécessairement d'une nouvelle manifestation de la vie, d'une éclosion d'espèces différentes de celles qui avaient précédé, et distinctes aussi de celles qui suivirent.

Ainsi, la vie avait dû se renouveler à plusieurs reprises sur la terre. Les exceptions invoquées étaient alors trop peu nombreuses pour servir de base à des objections fondées, et le système des soulèvements qui paraissaient marquer la fin de chaque période, se trouvait ostensiblement d'accord avec la marche présumée de la nature. Tout cela pourtant n'était vrai qu'en apparence, et les hommes considérables qui attachèrent leur nom à ces théories, en les sanctionnant de leur autorité, étaient eux-mêmes les jouets d'une incroyable illusion. Plus tard, une étude attentive des phénomènes anciens ramena les esprits, par de longs détours, il est vrai, vers une plus juste appréciation des faits : le nombre des périodes, données comme infranchissables, se multiplia forcément et, à côté des principales, on fut conduit à en admettre de secondaires, bientôt elles-mêmes subdivisées à leur tour. C'est ainsi que le permien ou « dyas » s'ajouta au carbonifère, comme un trait d'union entre celui-ci et le trias, que la période jurassique se partagea entre le lias et l'oolithe, que le wéaldien, le néocomien, la craie chloritée et la craie blanche constituèrent autant de termes distincts dans l'ensemble de la formation crétacée, et qu'enfin le terrain tertiaire fut divisé en inférieur, moyen et supérieur. Bientôt après, un paléontologue justement célèbre, observateur habile et actif, bien que trop enclin à l'esprit de système, Alcide d'Orbigny, invoquant à la fois les caractères tirés des faunes de mollusques et les accidents de la stratigraphie, crut pouvoir reconnaître plus de trente périodes pendant lesquelles, suivant lui, les espèces vivantes avaient constitué chaque fois autant d'ensembles caractéristiques, persistant sans variations notables d'un

Digitized by Google

bout à l'autre de la période, et disparaissant par suite de la catastrophe qui la terminait inévitablement.

Arrivée à une telle exagération, la théorie des « périodes biologiques successives » ne pouvait tarder de crouler, tellement elle était dénuée de raison d'être; les découvertes subséquentes de la stratigraphie en démontrèrent bientôt la fausseté. — De toutes parts, en effet, les étages de jonction, les faunes intermédiaires, les transitions ménagées entre deux périodes ou deux systèmes se multiplièrent de façon à renverser l'hypothèse de d'Orbigny, devenue tout à fait inacceptable.

Le passage du carbonifère au permien s'opère insensiblement sur un grand nombre de points de la France centrale, et la transition du permien au trias n'est pas moins ménagée vers l'Hérault et l'Aveyron. Le rhétien, qui mène graduellement du keuper à l'infralias, les couches ambiguës qui entraînent une soudure entre les derniers étages oolithiques et le néocomien proprement dit, le garumnien intercalé dans les Pyrénées entre la craie supérieure et l'éocène nummulitique, tous ces indices, et bien d'autres, font toucher au doigt la marche véritable des phénomènes géologiques, si différente de celle que l'on avait été porté d'abord à leur attribuer.

Il paraît bien évident maintenant que les formations d'une région donnée, en tant qu'il s'agit d'un système de couches déposées sans discontinuité au fond du même bassin, sont loin de correspondre constamment aux formations contemporaines d'une autre région. Les exemples d'un semblable défaut de parallélisme sont nombreux et instructifs. Souvent ces formations occupent respectivement un espace vertical qui, loin de coïncider de part et d'autre, dénote au contraire l'existence de deux séries de combinaisons diamétralement opposées; on dirait que les causes qui, sur un point donné, ont amené le dépôt d'une nouvelle assise, aient été nulles ailleurs, là où d'autres agents auraient prévalu à leur tour, de façon à faire naître dans les deux cas un état de choses absolument spécial. Les temps de sédimentation et les temps de dislocation n'étant plus en coïncidence de part et d'autre, il est bien certain que l'idée de périodes générales, favorables par leur calme au développement de la vie. et d'intervalles troublés entraînant la destruction des êtres organisés, doit être abandonnée, du moins en ce qui concerne

Digitized by Google

les preuves tirées de la nature physique en faveur de cette théorie. Il serait trop long d'insister sur cette discordance des formations supposées contemporaines, et nous nous contenterons d'un petit nombre de citations à l'appui.

Dans l'ouest de la France, en Normandie par exemple, on peut remonter, à partir du kimméridien, puis du néocomien, toute la série de la craie inférieure, à travers le gault et le cénomanien, de façon à atteindre l'horizon de la craie blanche. — En Allemagne, cette même série commence seulement à la base du cénomanien et se prolonge dans le haut jusqu'à la craie de Maëstricht, niveau où se montre une lacune, suivie en Belgique de l'étage marin nommé « calcaire de Mons », attribué à l'extrême base de l'éocène; ce dernier étage limite ainsi supérieurement la période crétacée. — En Provence, la craie marine s'arrête vers la base du sénonien; les dépôts de la région deviennent alors saumâtres, puis lacustres, ou fluviatiles, mais ils continuent sans interruption de bas en haut et se lient finalement à des couches plus récentes dont la concordance avec l'éocène est incontestable. — Dans l'Amérique du Nord, par delà le Missouri, une puissante formation crétacée, vaste ensemble de lits marins et lacustres entremêlés, débute comme en Allemagne, à la hauteur du cénomanien; c'est le « Dakota-group », qui se prolonge sans interruption apparente pour aboutir et se souder au « lignitic-formation » ou terrain à lignites par excellence, dont le sommet se place à peu près à la hauteur de notre tongrien ou oligocène. — En Europe, si l'on consulte le seul bassin parisien, on voit la mer et les eaux lacustres alterner au moins quatre fois dans l'espace vertical qui s'étend du paléocène ou suessonnien à l'oligocène ou tongrien. — En Provence, au contraire, l'éocène, le tongrien et l'aquitanien, constamment lacustres, ont donné lieu à un ensemble de dépôts liés sans discontinuité. Observée en Suisse ou en Allemagne, l'échelle des terrains tertiaires montrerait encore d'autres accidents et des dispositions différentes. Ce sont là effectivement des divergences qui se manifestent inévitablement, pour peu que l'on compare l'une à l'autre la stratigraphie de deux bassins tant soit peu éloignés, ou bien encore si l'on s'adresse à deux régions, comme le nord et le midi de la France, ayant chacune une histoire géologique séparée. Il est réellement impossible de retirer de semblables faits la notion d'une

Digitized by Google

succession de périodes régulières, ayant pu s'étendre à l'ensemble d'un continent, encore moins au globe tout entier, et ayant favorisé le développement d'êtres vivants créés à l'aide d'émissions distinctes et intermittentes.

Si de pareilles périodes avaient existé et qu'on voulût admettre qu'elles eussent été purement biologiques, c'est-à-dire dénuées de toute connexion directe avec les mouvements de rupture ou d'oscillation de l'écorce terrestre, il faudrait encore, en dépit de la pauvreté de certaines couches et des lacunes qu'elles présentent, observer çà et là des indices d'un développement graduel et simultané des diverses classes d'êtres organisés, se manifestant à des moments déterminés, pour prendre fin simultanément. En un mot, le commencement et la fin de chacune de ces prétendues périodes se signaleraient par des phénomènes concordants, et nous saisirions à des signes non équivoques la date probable de chacun de ces renouvellements de la vie organique à la surface du globe. Cependant, malgré l'évidente solidarité des êtres vivants, dont les séries n'ont pu se développer d'une façon isolée, peut-être justement par suite de cette solidarité même et des effets qu'elle entraîne, les choses se sont passées tout autrement que si les faunes et les flores de chaque âge géologique avaient dû chaque fois céder la place à des faunes et à des flores absolument nouvelles. Il suffit de remarquer en effet que le point de vue varie ou même change totalement, dès que l'on considère telle catégorie d'êtres, plutôt que telle autre, les plantes plutôt que les animaux, et parmi les animaux, les reptiles ou les poissons plutôt que les mammifères, les insectes plutôt que les mollusques, et parmi ces derniers telle ou telle série, comme les céphalopodes à cloisons percillées, plutôt que d'autres mollusques ou même d'autres céphalopodes. La raison en est due à cette loi mise en lumière par M. Gaudry, que les êtres supérieurs changent plus rapidement que les inférieurs. A l'intérieur de chaque série, les types inférieurs justifient cette loi par rapport à ceux qui les surpassent, en sorte que le progrès se trouve subordonné, non seulement à la perfection relative des êtres au moyen desquels il s'accomplit, mais encore à la possibilité que certains de ces êtres possèdent de réaliser un progrès ultérieur et par cela même d'aboutir à une nouvelle série, susceptible elle-même de donner naissance à une ramification d'un ordre plus élevé. L'être se trans-

Digitized by Google

forme ainsi d'autant plus rapidement qu'il acquiert un plus haut degré de supériorité organique; mais en se transformant il se complique forcément, et cette complexité le conduit soit à se fixer, à l'aide de l'adaptation, dans une direction désormais déterminée, soit à subir une suite plus ou moins longue de modifications graduellement obtenues, mais d'une importance sensiblement décroissante, dès que de la souche on passe aux dernières ramifications de chaque groupe pris en particulier. Les modifications finissent par ne plus être alors que des variations de détail, et c'est ainsi que se caractérisent la plupart des formes auxquelles nous appliquons le nom d'espèce, jusqu'à ce que de subdivision en subdivision on parvienne finalement aux simples individualités, elles-mêmes diversifiées de manière à n'être jamais absolument identiques.

Il n'y a donc pas eu en réalité de population secondaire ni tertiaire, oolithique, crétacée ni carbonifère, ayant un début, un milieu, une terminaison, mais bien des séries juxtaposées d'êtres organisés, plus ou moins favorisés selon les temps et les circonstances, inégalement doués et adaptés selon les groupes que l'on considère. Ces séries tendent effectivement, avec une intensité des plus variables et avec des chances très diverses, à acquérir des fonctions toujours plus étroitement définies, à les exercer plus exclusivement, plus sûrement, à l'aide d'organes moins simples, par conséquent elles tendent à se perfectionner. Mais, à côté des êtres destinés à se répandre en s'élevant peu à peu, certaines catégories ont dû subir les effets d'une régression partielle, amenant l'atrophie ou la dégradation des organes primitifs et des fonctions antérieurement acquises, par suite du cantonnement rigoureux de ces êtres dans un genre de vie très spécialisé. D'autres encore, parallèlement aux précédents, sous l'influence d'une évolution d'abord lente, sont demeurés longtemps dans un état de faiblesse, d'obscurité et de subordination, avant d'atteindre le moment de leur diffusion, puis de leur prédominance. Il faut croire que ces derniers ont dû attendre pour se manifester l'impulsion de circonstances qui ne s'étaient pas encore présentées.

Mais s'il n'existe, à proprement parler, de périodes strictement limitées, ni en stratigraphie, ni en biologie, comment faut-il définir celles que les géologues ont adoptées, auxquelles ils appliquent les noms d'époque, de terrain ou d'étage et que nous

Digitized by Google

maintiendrons nous-mêmes, après en avoir arrêté la vraie signification. — Le terrain, comme nous l'avons dit plus haut, est l'expression matérielle des phénomènes géologiques; il en représente le résultat tangible et traduit dans un langage plus ou moins clair, grâce à l'interprétation que nous savons en faire, la portée extérieure des faits; mais le terrain, en nous traduisant les faits, ne nous les apprend pas tous; il ne nous en transmet le plus souvent qu'une notion des plus imparfaites et tout au moins partielle. Il se rencontre même qu'il n'y ait pas de terrain du tout; ou bien encore les dépôts, s'ils existent, peuvent être insignifiants, rudimentaires ou dénués de fossiles. Dans ces divers cas, nous connaissons à peine les faits anciens correspondant à ces intervalles appauvris. Le dépôt n'est donc réellement, au point de vue de la biologie, qu'un accident heureux, comme le sont les monuments et les inscriptions dont on use pour reconstituer l'histoire d'un peuple dont les annales sont perdues. Il en est de même en géologie : les terrains consistent en fait dans des lits sédimentaires ou dans des roches, soit éruptives, soit formées par voie chimique, mais dont l'âge relatif n'a été déterminé qu'à l'aide de leur rapport avec les sédiments eux-mêmes. Dès lors, les terrains, une fois explorés et coordonnés sur un espace un peu considérable, représentent l'état géographique du sol, à un moment donné de son histoire, ou, pour mieux dire, l'assiette et la distribution des mers et des principaux courants ou amas d'eau de chaque époque. Cette assiette et cette distribution, une fois établies, n'ont dû varier qu'à de certains intervalles, au sein d'une même région; et ces variations ont été le plus souvent partielles ou insensiblement amenées, tandis que les changements rapides ou généraux, dont le résultat a été de faire occuper aux eaux de la mer de nouveaux emplacements et de transformer la configuration d'un continent tout entier, ne se sont produits qu'après de longs intervalles de stabilité et de repos relatifs. D'autre part, les temps de calme pendant lesquels les étendues continentales et maritimes conservaient les mêmes dispositions, au moins d'une façon générale, étaient sans doute de nature à favoriser le maintien soit au fond des mers, soit à la surface du sol, des mêmes êtres organisés, combinés dans le même ordre, ainsi que des mêmes associations végétales. — Ces prémisses une fois adoptées, on conçoit très bien que chaque

Digitized by Google

terrain corresponde en gros à une période dans le sens vrai du mot, et que le résultat stratigraphique se soit trouvé assez généralement d'accord avec l'état biologique. On conçoit aussi que les mouvements partiels du sol, les émersions et immersions locales, n'aient apporté qu'un trouble restreint dans les phénomènes de la vie, et qu'après de pareils événements il ait été permis à la plupart des êtres organisés de poursuivre le cours de leur existence à peu près dans les mêmes conditions qu'auparavant. Mais on comprend également qu'au sein de la mer il n'en ait pas toujours été comme à la surface des continents, en sorte que le dérangement matériel causé par une émersion partielle ou seulement par la substitution d'un fond à un autre fond, par l'établissement de nouveaux courants et l'apport de nouvelles eaux limpides ou impures, ait eu bien des fois un contre-coup immédiat sur les faunes des régions sous-marines soumises à de semblables alternatives, et par suite exposées à de perpétuels changements. Ce sont ces changements que les terrains marins nous traduisent fidèlement, sur les endroits mêmes qui en furent le théâtre, lorsque d'un lit à l'autre on voit les associations de mollusques se succéder en se remplaçant, ou d'autres fois alterner avec une sorte de régularité.

Enfin, on doit reconnaître qu'à certains moments de l'existence du globe, pendant la durée immense des temps à travers lesquels la vie n'a cessé de se dérouler, les mouvements physiques du sol, ceux qui marquent le terme de la plupart des terrains et auxquels sont dues les révolutions qui modifièrent à tant de reprises l'aspect de la surface terrestre, aient entraîné la fin de certains êtres, de certaines catégories ou associations organiques, pour lesquels de pareils événements purent être un signal de mort, succédant presque toujours à une longue décadence. Ici donc, les bouleversements physiques, pourvu qu'ils se soient opérés de façon à réagir sur les conditions de milieu, ont dû constituer une cause prochaine des changements organiques successivement accomplis. Ces changements, de leur côté, ont affecté un caractère plus ou moins prononcé, plus ou moins absolu et définitif, selon que les bouleversements de la surface déterminaient l'apparition de circonstances plus ou moins préjudiciables aux anciens êtres, ou seulement de nature à favoriser d'autres catégories auparavant faibles ou subordonnées, anté-

Digitized by Google

rieurement confinées dans l'ombre, maintenant destinées à s'étendre et à se perfectionner.

Mais il faut le dire encore, ces changements physiques, quelque énergie qu'on veuille leur accorder, n'ont point dû posséder, aux diverses époques, une influence générale sur tous les points du globe, ni même au sein d'une région restreinte. Les soulèvements ou les affaissements que le géologue invoque au début de chaque étage sont sans doute de nature à intéresser l'économie d'un continent, et surtout celle d'une région sous-marine littorale. Une terre qui, du niveau de la mer, se trouverait portée à 500 mètres d'altitude, serait exposée à subir des conditions nouvelles assez particulières, dont les habitants recevraient les atteintes. Le régime des plages voisines serait bien davantage encore modifié. Les parties émergées seraient progressivement remplacées par des fonds changeant peu à peu de caractère, et sur lesquels les faunes se transformeraient; mais, en définitive, tous ces phénomènes susceptibles de laisser plus tard des traces fort nettes de leur manifestation n'auraient leur siège que dans une zone littorale plus ou moins large, plus ou moins étendue. Quel retentissement pourraient-ils avoir dans les régions les plus profondes des océans de l'époque, loin des côtes, et à plus de 1,000 mètres au-dessous de la surface des eaux? On comprend bien que, tandis que les faunes alterneraient à diverses reprises et se superposeraient dans le voisinage des terres, les conditions biologiques ne seraient en rien modifiées dans les abîmes, et que les êtres s'y perpétueraient sans variations bien importantes; ils seraient par cela même enfouis dans des sédiments dont rien ne viendrait changer notablement la nature. Ces vues de l'esprit ont trouvé leur justification dans les draguages profonds opérés par les grandes expéditions norvégiennes, anglaises, américaines et françaises, qui nous ont ramené du fond de l'Atlantique et du Pacifique les Hexactinelles, les Coralliaires, les Salénies, les Ananchytes les Crinoïdes, les Eryons des époques jurassique et crétacée. On le voit, le géologue est obligé à une extrême circonspection. Son œuvre exige un tact très délicat et une grande perspicacité au service d'une connaissance raisonnée des lois qui président à la distribution actuelle des êtres.

C'est avec ces réserves, dans les limites et avec la significa-

Digitized by Google

tion indiquées plus haut, que nous acceptons les divisions en époques, terrains et étages généralement admises. Nous observons encore toutefois que le classement des divers systèmes de couches a été établi d'après les documents stratigraphiques plus particulièrement propres au continent européen, combinés avec l'étude des fossiles marins, et avant tout des mollusques qui abondent naturellement dans les assises formées au sein de la mer, mais sans tenir compte ni des animaux ni des plantes terrestres. Ceux-ci, à la vérité, se rencontrent bien plus rarement dans ces sortes de dépôts, et de plus ils n'offrent pas l'avantage de constituer, comme les premiers, une série presque ininterrompue de fossiles caractéristiques. Cette dernière remarque est d'autant plus importante à faire, que les périodes résultant de l'étude combinée des strates et des mollusques ou autres animaux inférieurs contenus dans ces strates, sont loin de concorder avec celles que nous aurons à signaler en consultant uniquement les végétaux. Non seulement les périodes végétales, c'est-à-dire celles pendant lesquelles le monde des plantes n'a pas sensiblement varié dans l'ensemble de sa physionomie, sont généralement plus longues que celles ordinairement acceptées par les géologues ; mais la plus grande des révolutions que le règne végétal ait jamais présentée, l'apparition ou du moins l'extension des Dicotylées, coïncide, non pas avec le début, mais bien avec le milieu de l'un des terrains les mieux définis de la géologie élémentaire, le terrain crétacé. C'est là un événement qui, à notre point de vue particulier, domine tous les autres, et qui pourtant n'a sa place marquée ni dans la stratigraphie pure, ni dans la paléontologie ordinaire, bien que la date puisse en être rapportée avec quelque certitude à l'horizon de la craie cénomanienne.

Comme résumé de ces diverses considérations, on peut dresser le tableau suivant des terrains ou périodes géologiques dans leur rapport avec les annales corrélatives du règne végétal.

Digitized by Google

PÉRIODE QUATERNAIRE.			
PÉRIODE TERTIAIRE OU NÉOZOÏQUE.	Pliocène	Astien (crag de Norwich). Plaisantin (crag rouge et crag corallin).	Période végétale tertiaire ou néophytique. Ère des Angiospermes.
	Miocène	Tortonien. Helvétien. Mayencien (calcaire de Beauce).	
	Oligocène	supérieur (Aquitanien). moyen (grès de Fontainebleau; Tongrien). inférieur (gypses de Montmartre; Ligurien).	
	Éocène	supérieur (grès de Beauchamp). moyen (calcaire grossier). inférieur (calcaire de Mons. Sables de Bracheux)	
PÉRIODE SECONDAIRE OU MÉSOZOÏQUE.	Crétacé	Danien (craie de Maëstricht. Calcaire pisolithique). Sénonien. Turonien. Cénomanien. Albien. Aptien. Urgonien. Néocomien: supérieur. moyen. inférieur.	
	Jurassique	Jurassique supérieur (Jura blanc (Malm)): Portlandien. Kimmeridien. Corallien. Oxfordien. Callovien. Jurassique moyen (Jura brun (Dogger)): Oolithe sup. Bathonien. Oolithe inférieur. Bajocien. Jurassique inférieur (Jura noir): Lias: supérieur. Toarcien. moyen. Liasien. inférieur. Sinemurien. Étage rhétien.	Période végétale secondaire ou mésophytique. Ère des Gymnospermes,
	Trias	Keuper (marnes irisées). Muschelkalk. Grès bigarrés.	
PÉRIODE PRIMAIRE OU PALÉOZOÏQUE	Dyas ou Permien	Zechstein. Rothliegende.	Période végétale primaire ou paléophytique. Ère des Cryptogames.
	Carbonifère	Houiller. Millstone gris. Grès et conglomérats. Culm ou calcaire carbonifère.	
	Dévonien	supérieur. moyen. inférieur.	
	Silurien	supérieur. inférieur.	
FORMATIONS ARCHAÏQUES		Huronien (schistes cristallins). Laurentien (gneiss primitifs).	Ère archéophytique.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE II

LES STADES DE LA VIE VÉGÉTALE

Au début de l'étude que nous entreprenons, nous devons nous préoccuper avant tout de la nature des êtres qui vont solliciter notre attention. Sans doute la vie échappe à toute tentative de définition rigoureuse et les caractéristiques proposées dans ce but ne produisent jamais sur l'esprit une image aussi nette que celle du simple spectacle d'une manifestation vitale; il est cependant facile, croyons-nous, de mettre en lumière, dans un court exposé, ce qui appartient en propre aux corps organisés. Certes, un sujet pareil entraînerait par lui-même des développements que nous ne saurions avoir la pensée de présenter ici; mais, en tête d'un essai sur l'évolution du règne végétal, l'examen rapide des propriétés fonctionnelles du monde biologique et de ses origines ne sera nullement déplacé.

Le corps organisé se distingue par une hétérogénéité de constitution qui lui est particulière. Les éléments simples qui forment, en se combinant, sa substance, sont groupés avec une extrême complexité. A cet état de l'agrégat organique correspond une instabilité qui en est inséparable. L'être vivant ne subsiste qu'au prix d'échanges continus entre ses particules intégrantes et le monde ambiant. Ces fonctions établissent entre l'animal ou le végétal et le milieu une véritable dépendance, une accommodation nécessaire qui donnent en quelque sorte la mesure du degré de vitalité. L'organisme fait ainsi preuve d'une activité dont les effets paraissent se confondre dans une tendance générale à la différenciation, raison première de cette évolution morphologique à laquelle ne saurait se soustraire un être dont l'existence se trouve absolument subordonnée aux influences des

Digitized by Google

forces externes, très diverses et très variables, dans le temps comme dans l'espace.

Nous nous proposons d'interroger à ce point de vue le monde des plantes et de suivre les phases que ce groupe d'êtres a dû traverser sous l'impulsion des agents évolutifs. Nous aurons donc l'occasion dans les pages suivantes d'analyser l'action des lois biologiques que nous ne faisons qu'énoncer ici, en visant d'abord l'ensemble des corps organisés. Nous venons de signaler la complexité de structure de ces corps et leur état dynamique permanent, il nous faut encore insister sur leur « individualisation ». Un minéral possède des caractères spécifiques, il offre des propriétés physiques particulières, une constitution chimique déterminée; mais nous sommes conduits à accorder ces qualités intégralement à tous les représentants du même type; nous nous figurons symboliquement la molécule de l'espèce minérale, et c'est en elle que nous faisons résider tous les attributs de l'agrégat atomique inorganique. En l'état de nos connaissances, nous ne concevons point le minéral autrement que comme une répétition de la molécule élémentaire unie à des molécules absolument similaires, pour constituer simplement des masses homologues, ne différant entre elles que par d'insignifiants rapports de volume ou par des différences externes indépendantes de leur propre constitution. Telle n'est point la conception que nous suggère l'étude du monde organique. Si, négligeant les types peu différenciés, dont il nous est difficile d'apprécier les qualités morphologiques ou physiologiques, trop vagues pour nos moyens d'investigation, nous portons notre attention sur les divers groupes qui constituent la très majeure partie de l'un et l'autre règne, nous sommes immédiatement frappés par un polymorphisme bien apparent. Dans les limites étroites d'une même espèce, chaque être possède, à des degrés divers, ses caractères propres, son individualité. Ces attributs distinctifs de chaque personne peuvent s'accentuer sous l'influence de la sexualité, et il nous semble voir en eux l'indice et comme le point de départ de cette évolution générale des types organiques dont les divers stades ont provoqué de tous temps l'attention des naturalistes. Dans nos classifications en effet, ces stades correspondent à des groupes particuliers d'une valeur nécessairement subjective et variables dans la même mesure que

Digitized by Google

la moyenne des caractères différentiels des individus qu'ils englobent. En mentionnant le dimorphisme sexuel, nous signalons l'une des propriétés les plus importantes du monde organisé, la reproduction, fonction des plus essentielles, qui multiplie et perpétue l'être individuel. Se manifestant aussi bien chez les animaux que dans les plantes, elle trahit, pour ainsi dire, d'elle-même la communauté d'origine de ces êtres. Nous venons de parler d'évolution organique; cette idée, même en la considérant comme une simple hypothèse, implique pour la vie un moment initial. Nous comprenons aisément que les forces biologiques ne possèdent point les attributs de l'éternité. La géologie nous apprend que la vie s'est manifestée sur le globe à un moment déterminé, après une longue succession de phénomènes uniquement physico-chimiques. C'est là un fait aussi certain que mystérieux, un fait dont le secret nous échappe et loin de suivre certains esprits dans leurs efforts pour en demander la clef à l'action des forces purement mécaniques, nous préférons avouer la complète ignorance où nous sommes du problème des origines de la vie. N'ayant jamais assisté à la genèse spontanée d'un organisme, nous restons forcément muets sur la cause qui l'a engendré une première fois. En revanche, l'être qui naît se montre à nous comme la suite d'un être préexistant; rien de plus naturel alors que de supposer toutes les formes vivantes issues d'une émission initiale dont la raison nous échappe. Les théories géologiques actuelles confirment cette présomption, en démontrant qu'aucun phénomène, depuis les époques les plus anciennes, n'a été susceptible d'arrêter la vie à la surface du globe. Cette succession permanente des organismes est précisément la condition indispensable de l'évolution qui nous semble avoir été la raison d'être du monde vivant; et, d'autre part, nous saisissons que ce principe de perpétuité n'est en réalité que la conséquence de cette propriété souveraine des êtres, la capacité de reproduction.

Ainsi donc tout concourt à nous montrer la création manifestant une fois sa puissance; mais rien ne nous oblige au contraire à recourir, pour expliquer le monde vivant, à des réitérations génétiques. Les facultés reproductrices de la substance organisée nous laisseraient plutôt supposer que de nouvelles interventions créatrices n'ont plus été nécessaires à partir du jour où les corps

Digitized by Google

vivants, venus à la surface du globe, ont été doués de la précieuse propriété de s'y maintenir. Pour être autorisé à croire le contraire, il faudrait des preuves matérielles, tirées de l'ordre physique, et la géologie, nous l'avons vu, se refuse à nous les fournir.

En ne considérant que les effets naturels de la prolification, on peut croire que la quantité de vie a dû aller en augmentant progressivement et cela sans discontinuité, comme aussi sans l'appoint d'émissions nouvelles. Pas plus dans le passé que dans le présent rien ne nous autorise à invoquer l'intervention de celles-ci. Quelle cause, dans le passé, les aurait motivées, en dehors des destructions périodiques que nous repoussons comme absolument improbables? et pour ce qui est du présent, le phénomène, s'il existe, s'exerce dans des limites tellement étroites qu'il ne saurait introduire au sein du monde organique aucun élément de nature à en modifier notablement l'ordonnance et la composition. La découverte d'abondants organismes élémentaires dans le fond des mers n'ébranlerait pas en nous ces convictions, puisqu'il resterait à démontrer la genèse spontanée de ces êtres, indépendamment de toute substance vivante préexistante. Les recherches futures peuvent changer un jour notre point de vue, mais il est bon de déclarer dès maintenant que cette constatation d'une genèse spontanée permanente, souhaitée par quelques esprits et qui donnerait en effet des indications sur les causes qui régirent l'apparition de la vie, n'est nullement indispensable à la théorie de l'évolution. Il nous suffit réellement de savoir, comme nous le disions plus haut, que la manifestation de la vie sur la terre est venue inaugurer à un moment donné une ère nouvelle dont les phases, nombreuses et complexes, se sont ensuite succédé jusqu'à nous. Nous ne trouverions plus beaucoup de personnes portées à nier cette proposition dans les termes qui nous servent à la formuler ici. Les théories géologiques anciennes, nos prolégomènes l'ont fait voir, ont cédé la place à des opinions bien plus sûres; en renonçant à l'abus des cataclysmes, l'histoire des temps passés n'a rien perdu de son éclat; elle s'est dégagée uniquement de toutes ces vagues conceptions qui faisaient naguère de la géologie une sorte de science dogmatique, ne laissant aucune voie ouverte à l'esprit d'observation positive. Chacun a parfaitement reconnu comme nous

Digitized by Google

qu'il n'est pas un phénomène, même parmi ceux dont on exagérait si complaisamment la violence et l'universalité, qui eût été susceptible de frapper à la fois tous les organismes d'une époque déterminée. En un mot, toutes les notions géologiques ou biologiques tendent à nous confirmer dans la croyance de la continuité des phénomènes vitaux. Les êtres actuels, ainsi considérés, se rattachent directement à ceux qui les ont précédés dans la série des temps.

Ici, nous nous trouvons en face d'un problème des plus graves et qui marque, pour ainsi dire, le début de notre étude. La vie a-t-elle toujours revêtu les mêmes aspects? La paléontologie nous répond immédiatement que les formes de la vie ont été multiples et le plus souvent limitées dans leur durée; mais pouvons-nous pénétrer plus avant dans la question et déterminer les caractères morphologiques des premiers organismes?

Le lecteur n'a certainement pas oublié les opinions si longtemps acceptées en cette matière et dont l'habitude seule nous voilait l'étrangeté. On disait que tous les êtres vivants, végétaux ou animaux, avaient apparu brusquement, à l'origine, avec les caractères que nous leur connaissons, quand nous les envisageons dans la plénitude de leurs fonctions multiples et complexes. Suivant cette pensée, les flores et les faunes actuelles ne représentaient plus que les survivants de la création inaugurale. Cette conception n'a pas résisté aux premières recherches paléontologiques; mais, il faut bien le dire, les observations qui servirent à la renverser devinrent l'appui d'une théorie tout aussi inadmissible, celle des créations successives et fréquemment répétées. Par là, on se retrouvait en face de difficultés de même nature et bien plus grandes encore, puisqu'elles se reproduisaient nécessairement au début de chacune de ces prétendues périodes de renouvellement. Ce système aussi illogique que le premier une fois rejeté, nous nous voyons ramenés à ce problème des origines que la paléontologie est d'ailleurs incapable de résoudre à elle seule. Un autre procédé nous reste et nous hésitons d'autant moins à l'employer qu'il relève de l'observation, unique instrument auquel nous ayons la pensée de recourir.

Puisqu'il s'agit de rechercher sous quelle forme se sont manifestés les premiers organismes, nous ne pouvons acquérir quel-

Digitized by Google

ques notions à ce sujet, en dehors de la paléontologie, qu'en tournant nos recherches vers les êtres actuels avec la pensée d'examiner leur mode de formation. Les végétaux doivent surtout nous occuper. A chaque instant, pour ainsi dire, nous assistons à la genèse d'une plante. Nous la voyons se développer; mais cette expression serait bien impropre, si elle laissait croire comme autrefois que dans le germe l'arbre est déjà totalement ébauché. Aujourd'hui, après les immenses progrès de l'embryogénie, il est presque superflu de remarquer que l'être nouveau n'est pas exactement contenu dans le parent, avec tous ses organes déjà façonnés et n'attendant que l'occasion d'accroître sa masse. Le phénomène est tout autre, mais non moins merveilleux. Considérons à son origine un végétal des plus complexes, tel qu'un peuplier, un orme, ou bien une plante à fleurs brillantes, comme un magnolia, un glaïeul, etc. Les *processus* seront partout à peu près les mêmes.

Dans la région centrale de la fleur ou appareil reproducteur sexué, la feuille carpellaire qui devra constituer le fruit porte déjà l'ébauche de la future graine, l'ovule, « excroissance foliaire organisée en vue de la reproduction ». Le microscope nous permet d'assister de plus près aux phases évolutives qui vont se dérouler. Cet ovule naissant n'est point homogène; sa masse se montre constituée par une foule de petits éléments en forme de vésicules closes, cellules primitives ayant leur paroi propre résistante et un contenu semi-fluide emprisonnant un noyau et désigné sous le nom de « protoplasma ».

Cette substance interne montre une activité remarquable. Sa masse manifestement irritable se groupe diversement autour du noyau, qui lui-même peut s'allonger en constituant à chacune de ses deux extrémités un centre d'attraction de plus en plus énergique. Bientôt le noyau se divise par son milieu, et chaque moitié devient l'élément nucléaire d'une cellule fille. La membrane accompagne cette partition, qui tend à multiplier les organites primitifs. L'ovule augmente ainsi de volume à mesure que ses cellules constitutives se divisent; il se façonne également, et ses diverses parties s'ébauchent. Le pédoncule et les téguments futurs sont déjà reconnaissables, tandis qu'au centre une cellule, dite « cellule mère primordiale », tend à occuper un espace de plus en plus grand au milieu du mamelon appelé

Digitized by Google

« nucelle ». Rien encore ne laisse deviner l'embryon qui doit naître. Mais suivons les métamorphoses de cette grande cellule mère primordiale. Sa masse s'allonge et se segmente enfin en constituant une file de 2, 3, 4 ou 6 « cellules mères spéciales », évoluant par la suite d'une manière inégale. Les deux cellules supérieures se confondent et constituent une vésicule dite « sac embryonnaire », dans lequel apparaîtra la plante future, tandis que les cellules mères spéciales basilaires ne contribueront qu'à la nutrition de cette plante primitive [1].

La masse protoplasmique des cellules mères supérieures s'est segmentée en se groupant autour de plusieurs noyaux, et bientôt le sac embryonnaire contient des éléments figurés bien distincts, deux cellules embryonnaires fixées au sommet du sac, et destinées à recevoir l'imprégnation par l'intermédiaire du tube pollinique. L'une des cellules dites embryonnaires, qui semble recevoir plus directement l'action de la substance fécondatrice, sert d'organe de transmission et se détruit bientôt, tandis que la cellule voisine commence une évolution plus ou moins rapide, suivant la plante que l'on considère. Une membrane d'enveloppe cerne en ce moment cette cellule (oospore), dont la masse bientôt se segmente et produit en fin de compte un appareil assez compliqué, dans lequel on peut distinguer une sphère pluricellulaire, l'embryon futur, rattaché à la paroi du sac embryonnaire par un cordon également cellulaire, appelé « proembryon ou suspenseur ».

Tout autour de l'embryon, en voie de développement, s'est organisé de plus un amas cellulaire provenant des cellules mères spéciales basilaires, quelquefois très réduit, mais constituant d'ordinaire une sorte de tissu nutritif, persistant assez longtemps et assistant aux phénomènes de germination.

Il n'entre pas dans notre plan d'écrire un traité de morphologie ou d'embryogénie végétales; nous nous plaçons ici à un point de vue tout particulier, et il nous suffit d'indiquer le sens général du phénomène. La sphère embryonnaire pluricellulaire que nous avons mentionnée plus haut continue son évolution. Une de ses parties (hypophyse) est la première ébauche de la

1. La signification de ces phénomènes embryogéniques sera donnée plus loin.

Digitized by Google

racine; deux protubérances se manifestent et deviendront les organes cotylédonaires, au milieu desquels se dessine le cône végétatif ou « gemmule ». On le voit, la cellule embryonnaire primitive a déjà donné naissance à un tissu complexe. Dans la région périphérique, les cellules ont un aspect spécial (dermatogène) et correspondent au futur système épidermique.

Plus profondément, on reconnaît déjà un « périblème » ou écorce primordiale enveloppant une portion centrale, le « plérome », qui plus tard constituera le bois. A la germination, toutes ces différenciations s'accentuent. Les organes se constituent, et tous les tissus de l'embryon, primitivement formés de simples cellules groupées, arriveront graduellement à un état de complication bien plus avancé. Certaines cellules s'allongeront en prenant un aspect fibreux; d'autres, confondant leurs parois, constitueront des vaisseaux, longs conduits diversement rangés. La plante adulte, avec ses parties si variées, sa racine et ses fibrilles, sa tige ramifiée à l'infini et garnie d'appendices si polymorphes, n'est composée réellement que de ces éléments primordiaux, cellules de différents genres, fibres et vaisseaux. Leur mode d'association est certainement bien complexe dans la plante que nous considérons; mais, nous l'avons vu, l'origine de l'arbre le plus élevé est bien humble, et toute sa masse provient rigoureusement du contenu protoplasmique du sac embryonnaire. Cette substance semi-fluide, que la chimie nous dit être de nature albuminoïde, est bien l'élément primitif de la vie végétale.

Nous la voyons, en la considérant en soi, sans forme arrêtée d'abord, fournir les matériaux d'un noyau autour duquel elle se groupe, puis se limiter par une membrane d'enveloppe résistante. Le premier corps figuré se manifeste donc sous la forme d'une simple cellule embryonnaire, prolifiant ensuite pour donner naissance à un tissu de cellules. A un stade subséquent, la plante, de plus en plus différenciée de structure, contient des cellules primitives et des éléments fibro-vasculaires dérivés par métamorphose de ces mêmes cellules. Le végétal, devenu à la fin si complexe, ne s'est constitué que peu à peu, et nous concevons une première fois, à l'aide de notre examen, l'idée d'une évolution organique, d'une succession de stades que la plante supérieure traverse assez rapidement sous nos yeux, mais auxquels elle pourrait s'attarder sans doute, et nous sommes frappés

Digitized by Google

par les énergies vitales de tous ces organites microscopiques qui semblent avoir une sorte de personnalité physiologique. Devant ce spectacle, une pensée théorique s'impose invinciblement. Ce développement évolutif d'un être végétal ne saurait être sans signification. Il nous retrace, pour ainsi dire, les processus successifs de la vie phytique, résidant d'abord dans une masse organique amorphe, arrêtant ensuite ses contours, s'emprisonnant dans les limites d'un corps unicellulaire, se nourrissant, se multipliant et restant susceptible d'atteindre enfin une dignité plus élevée, par l'agrégation et les transformations de ses cellules filles. Aujourd'hui cette conception, si souvent exprimée, est devenue banale aux oreilles d'un naturaliste. Elle n'a rien perdu de sa force ni de sa grandeur; elle nous paraît légitime de toutes manières, et c'est à la confirmer par des démonstrations d'un autre genre que nous voulons consacrer les pages qui vont suivre.

Résumons d'abord en peu de mots ce premier point. L'étude du développement embryogénique d'une plante supérieure, appartenant au groupe des végétaux dits angiospermes, nous a montré nettement des stades successifs que nous pouvons considérer comme l'évolution d'une substance primitive amorphe, du protoplasma qui emplissait la cellule mère primordiale.

Si ce phénomène possède réellement l'importance que nous lui attribuons, c'est-à-dire s'il résulte d'une véritable évolution différentielle du monde végétal, dont toute l'histoire se trouverait ainsi brièvement rappelée, nous devons découvrir les mêmes caractères génétiques en considérant le développement des autres plantes. La vérification est aisée et fort significative.

L'embryogénie des végétaux gymnospermes, tels que les Conifères, celle des Cryptogames (Fougères et Lycopodinées), nous montrerait sans doute des particularités morphologiques secondaires d'une certaine importance; mais le sens général du phénomène ne serait point changé. Toujours une masse protoplasmatique primitive s'organise en cellules. Des tissus cellulaires fondamentaux se façonnent, puis les cellules primordiales se métamorphosent et fournissent les éléments des fibres et des vaisseaux. Si nous jetions les yeux sur des plantes plus humbles, telles que les Algues de nos mers ou de nos ruisseaux, nous verrions le phénomène s'arrêter à un moment moins avancé,

Digitized by Google

et les divers organes prendre naissance au sein d'un simple tissu cellulaire, comme si nous avions sous les yeux l'expression individualisée et définitive d'un état qui n'est que transitoire dans la plante supérieure.

Mais ne perdons point de vue le sens du problème qui nous occupe. Nous nous sommes demandé s'il était possible d'arriver à la connaissance des caractères des premiers organismes. Nous possédons déjà les éléments d'une réponse positive, puisque nous rencontrons à l'origine de toutes les plantes une substance protoplasmatique encore amorphe, mais jouissant des attributs essentiels de la vie. Si, parallèlement, nous soumettons à un examen semblable le mode d'organisation et de développement des animaux, nous obtiendrons une conception identique. Là encore les premières ébauches de l'être revêtent les apparences d'une masse protoplasmatique qui peu à peu se différencie, produit un noyau et constitue une cellule ovulaire primitive, dont la segmentation, après fécondation, détermine la formation de deux feuillets cellulaires blastodermiques, d'où procèdent par diverses voies tous les éléments organiques.

Certains êtres, tels que les Infusoires, s'individualisent et accomplissent toutes leurs fonctions animales sans quitter l'état unicellulaire; d'autres, correspondant à des stades plus avancés, gardent la constitution très simple d'un sac gastrique, tandis qu'une cavité générale du corps et de nouveaux organes se forment chez le plus grand nombre qui, arrivant à un degré zoologique plus élevé, ne se distinguent plus entre eux que par des modifications morphologiques secondaires.

Il nous paraît que tous ces faits, dont les détails peuvent être discutés, mais dont le sens général se dégage au-dessus de toutes controverses, imposent à l'esprit une théorie synthétique naturelle, qui certes aurait dû depuis longtemps être proclamée et universellement acceptée, si nous n'avions été dominés par une longue suite d'idées préconçues.

Il serait parfaitement légitime, d'après ces seules données, tirées de l'embryogénie animale et végétale, d'admettre que les premiers organismes ont dû, dans un état de simplicité extrême, offrir une grande analogie avec cette masse protoplasmatique amorphe, élément fondamental de tous les animaux et de tous les végétaux. Nous ne trouverions guère d'objections graves à

Digitized by Google

cette hypothèse, même si aucun de ces organismes prototypiques ne nous avait été conservé. Mais il n'en est point ainsi, et le monde des « Protistes » est encore représenté dans le monde actuel par un assez grand nombre d'espèces. Nous connaissons divers genres d' « Amibiens », sortes de gouttes gélatineuses contractiles et protéiformes, les unes nucléées, les autres dépourvues de noyau. Ces êtres si simples vivent dans les eaux douces aussi bien que dans le fond de la mer. Leur substance

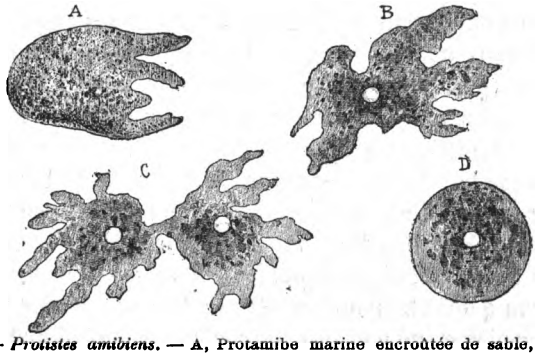


FIG. 1. — *Protistes amibiens.* — A, Protamibe marine encroûtée de sable, vivant dans les fonds sablo-vaseux des côtes méridionales de la France; B, Amibe des eaux douces; C, Amibe se multipliant par scission; D, Amibe enkystée.

protoplasmatique jouit d'une sorte d'irritabilité remarquable; elle se déplace, et elle possède la propriété de s'accroître par l'absorption des corps alimentaires qu'elle enveloppe.

Sa reproduction est une simple segmentation identique à celle dont nous avons parlé plus haut, et dont le contenu de chaque cellule animale ou végétale peut être le siège. On trouve quelquefois sur les côtes méridionales de la France, dans le sable retiré de la mer, par 10 et 20 mètres de profondeur, des êtres de ce genre, pouvant atteindre quelques centimètres de longueur, et remarquables en ce que toute leur substance est pénétrée de fines particules empruntées au fond. Ces « Amibes » revêtent l'aspect d'une petite croûte sableuse que rien ne désignerait spécialement à l'attention du naturaliste, si on ne la voyait pousser de courts prolongements, puis se déplacer avec une lenteur extrême. Elle adhère à tous les corps étrangers, et on peut l'observer s'élevant le long des parois des vases où elle est conte-

Digitized by Google

nue, tandis que les corpuscules sableux qu'elle imprègne, soumis à l'action de la pesanteur, se détachent peu à peu. L'être qui s'est ainsi dégagé du sable qu'il agglomérait se montre comme une gelée hyaline, légèrement jaunâtre et absolument dépourvue d'éléments nucléaires figurés. Il est évidemment très proche parent du « Protamæba », du « Protobathybius » des mers polaires et du « Pelobius » des eaux douces avec lesquels il fait partie de tout un monde pour ainsi dire intermédiaire, dans lequel l'irritabilité de la substance vivante laisse à peine prévoir la sensibilité des animaux les plus simples. Tout ce monde n'est pas constitué du reste par des types aussi élémentaires que ceux que nous venons de citer. Quelques-uns offrent une masse sphérique plus fixe, autour de laquelle les prolongements protoplasmatiques forment des rayons mobiles. Leur reproduction se complique à mesure. Après une période de repos, durant laquelle ils ne constituent qu'une sorte de kyste globuleux, leur contenu se segmente en une foule de petits corps ovoïdes flagellés qui se disséminent et se transforment ensuite en « Amibes » véritables, susceptibles elles-mêmes de s'unir pour donner lieu à des êtres mieux définis. Le cycle entier de la vie de ces organismes ne nous est pas toujours complètement connu. Les recherches futures viendront certainement coordonner nos connaissances actuelles, et elles permettront de mieux distribuer le classement des divers types de Protistes. Mais c'est là un point de vue particulier dont nous n'avons pas à nous occuper ici; les documents actuels sont suffisants pour le but que nous poursuivons.

Nous voyons dans ce groupe des Protistes des adaptations et des différenciations de divers genres, mais qui ne vont jamais jusqu'à constituer des états cellulaires permanents. Toujours l'état amiboïde se manifeste à un certain moment de l'existence. Quelques types sécrètent des enveloppes crétacées ou siliceuses, rampent ou flottent dans la mer. D'autres sont parasites de divers êtres comme les « Grégarines », qui, déjà plus évolutionnées, semblent toucher au monde animal. Dans une autre direction certains Protistes s'acheminent vers la vie végétale. Ce sont là des opinions aujourd'hui généralement acceptées. On peut dire que le protoplasma des Protistes s'affirme dans le sens animal, en accentuant son irritabilité. Chez l'infusoire, prototype monocellulaire des

Digitized by Google

animaux proprement dits, la substance s'est différenciée en une portion sensible et contractile et en une partie nutritive conservant les fonctions digestives. Dans les animaux plus élevés, dont le corps comprend de véritables tissus, les mêmes distinctions physiologiques s'accompagnent de différenciations organiques spéciales; les éléments figurés nerveux et musculaires apparaissent isolés des tissus digestifs cellulaires. Nous n'avons pas à nous engager plus loin dans cette voie.

L'autre tendance de certains organismes du règne des Protistes sollicite davantage notre attention. On comprend que la masse protoplasmatique puisse arrêter ses contours par la sécrétion d'une membrane périphérique rigide. D'autre part, à l'aide de la transformation du protoplasma lui-même, une substance spéciale, la « chlorophylle », peut apparaître, entraînant immédiatement toute une série de fonctions physiologiques nouvelles. Toute la caractéristique de la vie végétale est par le fait réalisée dans la cellule avec sa membrane et son contenu protoplasmatique et chlorophyllien. Dans le végétal le plus évolutionné, le plus éloigné du point de départ, le souvenir de cet état primitif est conservé. A l'intérieur de ses cellules, le protoplasma, véritable amibe, se contracte et respire à la manière animale. Il est resté sensible à certains agents, exactement comme le protoplasma animal, qui n'a pas du reste une autre origine. Les anesthésiques les impressionnent tous deux également, et nous pouvons même citer des cas exceptionnels où le protoplasma de certaines cellules végétales, exsudé sous l'influence d'impressions particulières, vient digérer les corps alimentaires albuminoïdes à la manière d'une amibe véritable ou d'un tissu animal.

On le voit, la fonction chlorophyllienne et les réductions nutritives spéciales qu'elle entraîne caractérisent seules, au point de vue physiologique, le végétal; et la distinction que l'on peut ainsi établir entre les deux règnes provient uniquement, à l'origine, de la transformation d'une partie du protoplasma élémentaire.

L'étude de cette question nous entraînerait hors du cadre que nous nous sommes tracé. Nous ne pouvons pas sortir du domaine morphologique, et notre but doit être de suivre la série progressive des formes actuelles du monde végétal, en recherchant dans leur mode de groupement le plus naturel une première confirmation de la théorie évolutive.

Digitized by Google

Que le lecteur veuille bien se rappeler les indications embryogéniques exposées au début de ce chapitre. Elles nous ont conduit à admettre que les divers types de plantes dérivent d'un fond commun et suivent dans leur développement une voie progressive dont il nous importe de retrouver les stades. Nous ne devons pas revenir sur ces êtres primordiaux amiboïdes, groupe intermédiaire dont nous pouvons croire issus les animaux, aussi bien que les plantes, et nous nous adresserons immédiatement aux « Algues », parmi lesquelles il est naturel de rechercher les formes les plus élémentaires de la vie végétale.

Les Algues qui ont conservé assez intégralement le mode pri-

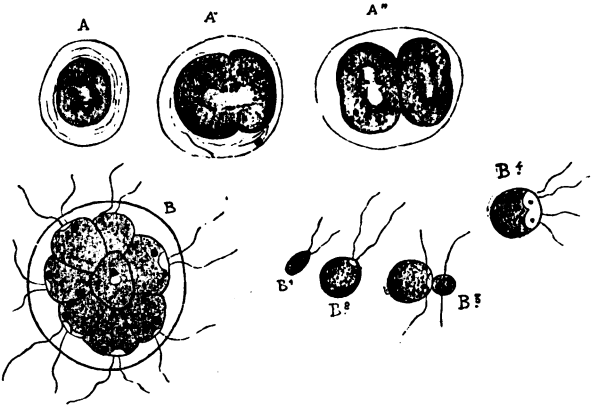


FIG. 2. — *Algues inférieures monocellulaires ou paucicellulaires.* — A, Chroococcacée, Algue en voie de reproduction par segmentation simple (Gleocapsa); B, Pandorina, colonie ciliée; B^1 et B^2, Zoospores; B^3, Copulation des deux sortes de Zoospores; B^4 Cellule ciliée spéciale provenant de la conjugation des deux Zoospores.

mitif de l'adaptation à la vie aquatique se différencient dans plus d'une direction. Elles nous montrent de bien des façons l'autonomie ou l'individualité de la simple cellule végétale. Nous la voyons dans les formes infimes, telles que les *Palmelles*, les *Pleurococcus*, les *Tetraspores*, les *Diatomées* et les *Desmidiées*, avec sa membrane d'enveloppe souple ou encroûtée, son contenu protoplasmatique chargé de chlorophylle, et souvent de pigments spéciaux, possédant fréquemment le noyau caractéristique et vivant d'une vie indépendante; augmentant sa masse, puis se segmentant et produisant quelquefois des amas cellulaires incomplète-

Digitized by Google

ment unis par une sorte de gelée glaireuse, associations temporaires qui ne rappellent encore qu'imparfaitement les véritables tissus cellulaires. Ailleurs, ces tissus sont réalisés, tantôt en files simples, tantôt en réseaux ou en lames compactes, comme dans les *Oscillaires*, les *Rivulariées*, les *Conferves* ou les *Ulves*. Mais souvent le végétal, sans quitter l'état unicellulaire, atteint un degré de différenciation assez remarquable. La cellule primitive s'allonge et se ramifie dans tous les sens. Ses prolongements s'anastomosent et constituent des sortes de feutrages compacts d'une complexité extrême. Une plante de grande taille peut ainsi se constituer avec des régions bien distinctes, des crampons, des axes, des membres réguliers, comme dans les *Caulerpa* et les *Chauvinia*, ou bien à la manière de certains *Codium*, des *Udotea* ou des *Halimeda*, des *Cymopolia* et des *Acetabularia*, présentant par place des étranglements réguliers, n'allant pas jusqu'à former des partitions cellulaires, si ce n'est au moment de la reproduction et sur des points déterminés. C'est là un curieux processus, indiquant bien comment les organes végétatifs les plus compliqués et apparemment identiques peuvent avoir une origine différente. Toutes ces Siphonées unicellulaires ou paucicellulaires simulent d'une manière parfaite la disposition organique externe d'Algues bien plus élevées, telles que les « Fucacées », les « Phéosporées » (*Laminaria, Cutleria, Ectocarpus*) et les « Floridées »; mais si nous examinons la structure de ces derniers types, nous reconnaissons immédiatement une complexité d'un ordre tout à fait à part. Les combinaisons histologiques dont on constate l'existence ne vont pas sans doute jusqu'au delà du simple tissu cellulaire, mais nous observons déjà des différenciations de ce tissu. Tous les éléments ne sont plus uniformément façonnés comme dans les Ulves ou les Conferves; ici, une région corticale, plus ou moins dense, enveloppe une portion centrale, dont les cellules lâches ou ramifiées laissent de nombreux méats. Ailleurs, des filaments spéciaux se disposent autour des organes reproducteurs. Des points végétatifs se constituent avec des cellules en voie de multiplication, véritables « méristèmes » primitifs, précurseurs de celui qui présidera à l'accroissement des plantes terrestres. Chez les « Characées », que nous ne pouvons pas séparer nettement des Algues proprement dites, la différenciation est encore plus avancée, et nous trouvons l'é-

Digitized by Google

bauche d'un véritable axe et d'appendices spéciaux réguliers. Nous avons donc sous les yeux un type végétal primordial, dont toutes les fonctions nutritives s'effectuent au moyen d'éléments cellulaires diversement combinés. Les modes de reproduction de ces « Protophytes » offrent un intérêt indiscutable. Le processus le plus simple ne diffère en rien des phénomènes de segmentation cellulaire dont nous nous sommes déjà occupés. Cette sorte de multiplication joue un rôle important chez les Algues. Nous voyons les « Palmellacées » segmenter leurs cellules constitutives dont chaque portion devient l'élément d'une individualité nouvelle. Les « Nostocs » et les « Oscillaires » se reproduisent sous l'influence d'une fragmentation (*hormogonies*) qui n'est en réalité qu'une forme particulière du même phénomène. Chez les Characées elles-mêmes, la multiplication est représentée par ces *corps tuberculeux*, ces *rameaux à base nue* et ces *rameaux proembryonnaires* qui se détachent du pied primitif et vont, par suite de simples multiplications cellulaires, donner naissance à une nouvelle plante. Chez les Floridées d'une structure plus complexe, des cellules spéciales se divisent, et leur contenu produit des organes dits « monospores », « tétraspores » « ou polyspores », dont chaque élément représente une cellule fille, dépourvue de membrane et qui, après s'être détachée de l'organe, se fixe et, s'entourant d'une paroi de cellulose, se segmente à son tour et reproduit un végétal nouveau. Dans les « Porphyrées », ces spores, après leur chute, se meuvent en rampant à la manière des amibes et rappellent l'origine première de ces organismes. Ailleurs, le contenu des cellules reproductrices se groupe en petits amas cellulaires ovoïdes, munis d'un cil terminal ou d'une couronne de petits organes vibratiles. Ces « Zoospores », après une vie errante, plus ou moins longue, germent à la manière des spores immobiles, se fixent par leur petite pointe hyaline, s'entourent d'une membrane d'enveloppe, arrivant ainsi à l'état de cellule et se segmentant ensuite pour produire un thalle ou organe de végétation plus ou moins compliqué. Ce mode de reproduction, sans caractère de sexualité, peut exister seul chez un grand nombre d'Algues inférieures. Mais sans s'élever beaucoup vers les types supérieurs du groupe, on rencontre les premiers indices de la distinction sexuelle. La formation d'un être nouveau n'est plus dès lors le résultat de l'individualisation du pro-

Digitized by Google

toplasma d'une seule cellule. Deux cellules s'accolent et mélangent leur contenu : tel est le processus reproducteur des *Desmidiées*, des *Diatomées* et des *Spirogyrées*. Cette conjugaison ou copulation ne s'effectue encore ici qu'entre éléments homologues, n'offrant nettement aucun caractère pouvant faire attribuer à l'un ou à l'autre la qualité mâle ou femelle. Mais la différenciation sexuelle est déjà ébauchée dans quelques Algues dont les spores mobiles ciliées (zoospores) sont de taille un peu différente et s'unissent pour produire un corps (oospore), susceptible de germination. La zoospore de petite taille semble jouer le rôle d'élément mâle. Ces phénomènes de fécondation sont aujourd'hui connus dans plusieurs familles, qui la présentent à l'exclusion de tout autre ou seulement à certains moments de leur cycle biologique ; le dimorphisme s'accentue ensuite de plus en plus. L'élément femelle, plus volumineux, demeure immobile, tandis que le corpuscule fécondateur, toujours agile, prend des caractères de plus en plus distincts. Les régions de l'Algue se spécialisent en même temps en des parties de reproduction et des parties uniquement végétatives. Des « Oogones » contiennent les spores femelles, des « Anthéridies » élaborent des corpuscules mâles. Tel est le cas des « Vauchéries », d'une structure encore très primitive, des « Œdogoniées » dont la reproduction se complique d'alternances de générations et de la production de plantules mâles issues de zoospores particulières (androspores) ; tels sont surtout les caractères de la reproduction des Characées et des Fucacées.

Les mêmes phénomènes offrent une étrange complexité chez les Floridées. Les petits corpuscules fécondateurs restent immobiles. Ils sont produits en grand nombre dans des anthéridies et n'arrivent en contact avec les organes femelles que par l'intermédiaire de la vague qui les porte. Ces organes femelles que nous pouvons, avant la fécondation, distinguer sous le nom de « procarpes », comprennent un filament cellulaire, le « trichogyne », surmontant un ensemble cellulaire dit « carpogène ». Les anthérozoïdes arrêtés par le trichogyne effectuent une véritable copulation. Leur substance pénètre directement dans le contenu du filament, et cette imprégnation détermine, suivant les familles, des phénomènes différents. Dans quelques cas, les cellules placées sous le trichogyne, qui n'est lui-même qu'un appa-

Digitized by Google

reil de transmission, se développent immédiatement et constituent un « cystocarpe », bientôt enveloppé par des cellules spé-

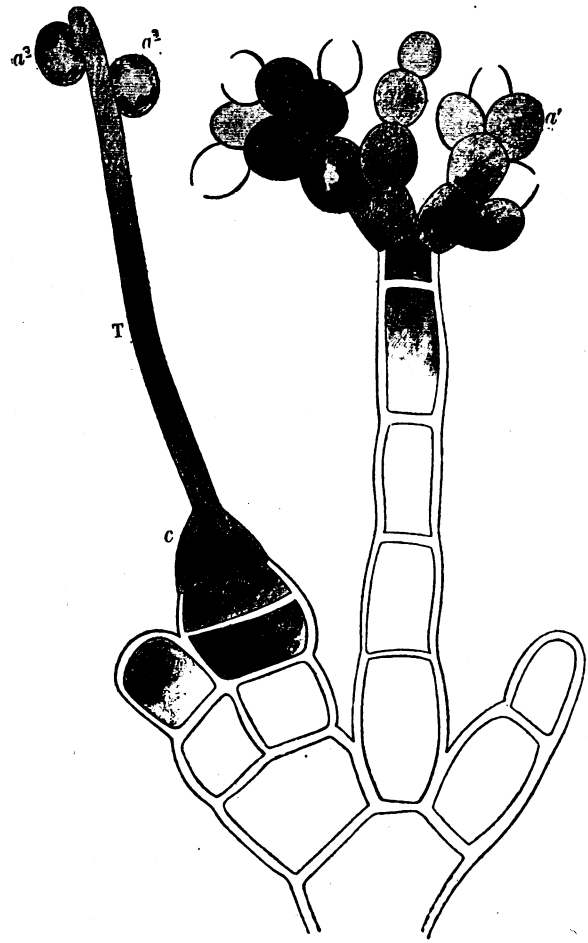


Fig. 3. — *Appareil reproducteur d'une Floridée* (*Nemalion*), au moment de la fécondation. — *a'*, Anthérozoïdes encore fixés sur l'organe mâle, a^2, Anthérozoïdes en contact avec le Trichogyne T; *c*, Carpogène, d'après Thuret et Bornet.

ciales qui bourgeonnent au-dessous de lui. Ce cystocarpe peut être produit par la base même du trichogyne, mais chez les

Digitized by Google

Dudresnaya, l'appareil cellulaire qui supporte le trichogyne développe, après la fécondation, non pas un revêtement cystocarpique, mais des tubes qui s'allongent et viennent se *conjuguer*, par leurs ramifications, avec les cellules terminales de rameaux voisins, sur lesquels naissent par suite les cystocarpes véritables.

Ajoutons que les Floridées, comme les Œdogoniées, et sans doute les Phæosporées, semblent présenter une alternance de génération ; les pieds chargés de la reproduction sexuelle ne portant pas les propagules de multiplication dits tétraspores, polyspores et monospores, que possèdent certains pieds, semblables du reste aux thalles sexués. Il faut enfin remarquer spécialement cette prolification de cellules corticales de cystocarpes ou de tubes copulateurs, déterminée par l'imprégnation fécondatrice et formant une sorte de second système végétatif.

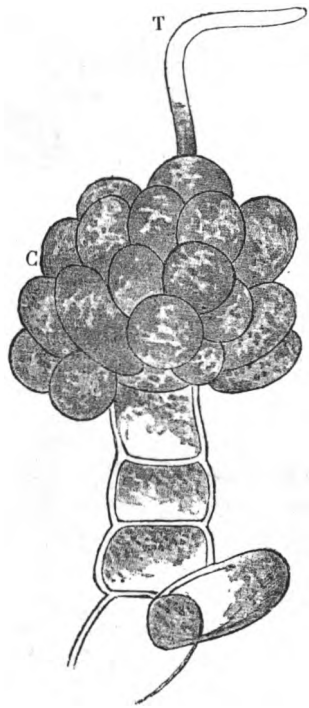


Fig. 4. — *Appareils reproducteurs des Floridées.* — C, Cystocarpe développé à la base du Trichogyne T, après la fécondation d'une Floridée de la tribu des Némaliées.

Nous l'avons dit plus haut, la cellule des Algues est le siège des phénomènes nutritifs qui caractérisent la vie de la plante. Au sein de son protoplasma, la « chlorophylle » existe, masquée quelquefois par des pigments bruns ou rougeâtres, mais toujours actifs et permettant à la plante de subsister, indépendante de tout autre organisme, par les réductions qu'elle est susceptible d'effectuer, soit au sein des eaux douces ou salées, soit dans l'air humide. A côté des Algues, les Champignons nous montrent une adaptation spéciale à la vie parasitaire. Ici, le système végétatif, le plus souvent constitué par des tubes ramifiés et anastomosés, rappelant le thalle des « Algues siphonées », est absolument dépourvu de chlorophylle. Les cellules plus ou moins complexes ne contiennent qu'un pro-

Digitized by Google

toplasma d'une extrême activité, susceptible d'absorber par endosmose, à travers la membrane, les substances animales ou végétales vivantes ou décomposées. Quelquefois même, dans les « Myxomycètes », et sans doute par régression atavique, la masse

FIG. 5. — *Appareils reproducteurs des Floridées.* — B, appareil trichophorique d'une Floridée du genre *Dudresnaya* avec ses tubes fécondants multiples.

protoplasmatique ne s'emprisonne pas dans des membranes cellulaires; elle conserve l'état amiboïde, rampant au milieu des débris de végétaux à la manière d'un véritable Protiste, mais elle présente au moment de la reproduction les spores ciliées des « Volvox », susceptibles même de se conjuguer à la manière des corpuscules des Algues. Du reste, la plupart des actes sexuels

Digitized by Google

que nous avons rapidement mentionnés dans les Algues se retrouvent chez les Champignons, de sorte qu'il est possible d'imaginer deux séries parallèles de Protophytes uniquement séparées par des différences nutritives. Dans le groupe parasitaire des Champignons, nous trouvons par exemple des types, tels que les « Schizomycètes » (Bactéries) et les « Saccharomycètes » (ferments), se multipliant par fragmentation, par segmentation ou par spores immobiles, à la manière des Palmellacées et des Cyanophycées, qu'ils rappellent également par leur structure.

Les Myxomycètes, malgré leur thalle amiboïde, ne sont pas sans analogie avec les *Volvox* dont ils possèdent les zoospores, susceptibles de s'unir par copulation et de reproduire, non pas une colonie cellulaire, mais une « Plasmodie » nouvelle ou thalle amiboïde. Les phénomènes de « conjugation » des Algues *Zygnémacées* se répètent dans les *Mucorinées* et les *Chytridinées*. Les *Saprolégniées* et les *Péronosporées* correspondent, d'autre part, aux *Vauchériées ;* enfin, dans les familles supérieures de Champignons, nous reconnaissons chez quelques types d'*Ascomycètes*, au moment de la reproduction, des particularités qui ne peuvent être comparées qu'à la formation du cystocarpe des Floridées. Le thalle végétatif ou « Mycelium » des *Eurotium*, des *Peziza*, des *Ascobolus*, est susceptible de produire des organes de multiplication agame, spores exogènes particulières ayant reçu différents noms, suivant leur forme et leur mode d'origine, mais identiques au fond avec les spores agames des Floridées.

Leur génération sexuelle résulte de la copulation de deux tubes mycéliens, l'un mâle, l'autre femelle (Pollinode, Ascogone ou Scolécite), qui sont bientôt enveloppés par des filaments de nouvelle formation, constituant un organe fructifère (Asques) analogue à celui des Floridées. Dans ces deux types de Protophytes, les *Floridées* et les *Ascomycètes*, cette génération spéciale d'organes reproducteurs succédant à des actes sexuels, semble annoncer, sans être complètement d'accord avec elle, la production d'un second système végétatif agame, que nous verrons chez les autres plantes prendre une prédominance de plus en plus marquée.

Nous ne pouvons quitter les « Ascomycètes » sans dire un mot des « Lichens » qui résultent de l'union étrange de ces

Digitized by Google

Champignons avec une Algue inférieure, *Palmellacée, Chorococcacée, Nostocacée, Rivulariée* et même *Confervacée* ou *Coleochætée*. Ce commensalisme détermine la production d'une plante longtemps considérée comme un organisme autonome, mais dont tous les détails morphologiques sont aujourd'hui parfaitement expliqués. Tantôt l'organisme *Algue* prédomine, représenté par des amas cellulaires « gonidiaux », à peine traversés ou en partie enveloppés par des tubes mycéliens d'*Ascomycètes* (Hyphes). D'autres fois, le *Champignon* envahit plus profondément le système végétatif chlorophyllien. La même espèce d'Algue peut ainsi servir de *substratum* à plusieurs espèces d'Ascomycètes, et le phénomène inverse peut également exister. La séparation des deux types a pu être quelquefois artificiellement opérée, mais leur « symbiose » est d'ordinaire tellement intime, que l'organisme complexe du Lichen se comporte comme une plante simple et se multiplie par des propagules appelés « soridies », et représentant des portions de l'appareil végétatif dans lesquelles des cellules gonidiales de l'Algue sont enveloppées par des particules de l'hypha du Champignon. Indépendamment de cette multiplication, le Lichen se reproduit dans chacun de ses éléments. L'Algue inférieure qu'il contient est susceptible d'émettre des cellules reproductrices, sortes « d'hormogonies gonidiales » qui s'uniront plus tard au système végétatif issu du Champignon ascomycète. Stahl a observé dans les *Collema* un « ascogone » surmonté d'un véritable « trichogyne », chargé de recevoir les corpuscules fécondateurs ou « spermaties », produits par des filaments spéciaux (spermogonies). C'est à cette fonction sexuelle, rappelant plus encore que celle des Ascomycètes indépendants la génération des Floridées, qu'il faut attribuer la production des « apothécies », des Lichens, dans lesquels dominent les « Asques », dont se détachent fréquemment des spores, en même temps que les *hormogonies gonidiales* sont mises en liberté. Nous ne pouvons, au cours d'une revue aussi rapide, nous engager plus profondément dans l'étude morphologique de ces végétaux primordiaux, *Algues*, *Champignons* et *Lichens*, que nous réunissons dans un même groupe, celui des « Protophytes » et qui, tout en demeurant à l'état de simples tissus cellulaires, nous offrent déjà des différenciations si variées. Il nous suffit de ces simples indications pour comprendre que ces Protophytes, malgré leur diversité, ne

Digitized by Google

s'élèvent pas organiquement au-dessus des tissus qui, chez les végétaux supérieurs, se forment dans le sac embryonnaire de l'ovule et précèdent le développement germinatif du nouvel individu. C'est là non pas seulement une analogie histologique que nous mentionnons, mais une correspondance complète qui se confirmera de plus en plus, à mesure que, par des degrés parfaitement ménagés, nous passerons des types primordiaux aux plantes plus évolutionnées qui semblent en dériver.

Laissons de côté les *Champignons* et les *Lichens*, groupes inadaptifs que le parisitisme a fatalement arrêtés. Les *Protophytes* sont surtout représentés par les *Algues,* dont nous avons constaté les importantes diversifications morphologiques. A elles seules les Algues forment un embranchement immense, balançant dans une certaine mesure le groupe de toutes les autres plantes. Accommodées dès l'origine à un régime aquatique, elles pullulent dans les eaux marines, berceau de la vie végétale. Elles couvrent les rochers de la plage, mais elles ne descendent pas jusqu'à plus de 300 mètres au-dessous de son niveau[1]. Détachées des corps résistants sur lesquels elles avaient germé, elles flottent dans la haute mer et vont former ces épais tapis de Sargasses pélagiques, dont les dépouilles peuvent s'entasser au sein des couches déposées par les océans les plus profonds.

Vers la terre ferme, la dispersion des Algues n'est pas moins énergique. Dans les eaux douces, dans les torrents, les rivières, les ruisseaux ou les mares, la plupart de leurs familles sont représentées. Les Floridées elles-mêmes, sous l'influence de cette tendance terripète, ont quitté les rivages pour s'engager dans les eaux saumâtres et gagner ensuite les fontaines les plus pures. Toute une section, celle des Characées, qui n'est pas sans parenté avec les Fucoïdées, ne comprend que des plantes des eaux douces ou saumâtres, et elle se montre localisée dans ces stations depuis les époques les plus anciennes. Enfin, parmi les familles inférieures, de nombreuses espèces de Nostocacées, de Palmelles et de Vauchériées, moins exigeantes dans leurs

1. Cette proposition n'est pas infirmée par la découverte dans les régions plus profondes de certaines Tallophytes parasites des Spongiaires ou des Corralliaires. Ces plantes dépourvues de chlorophylle représentent une curieuse modification des Algues, et rappellent au sein de la mer l'adaptation spéciale des Champignons.

Digitized by Google

aptitudes, quittent peu à peu le milieu primitif et végètent sur le sol humide. C'est là un premier indice de l'adaptation à la vie aérienne, et il est intéressant de le constater à propos d'Algues n'ayant encore réalisé aucune différenciation morphologique importante, alors que les types les plus évolutionnés, c'est-à-dire les plus délicats et les plus complexes, ont strictement conservé leurs fonctions physiologiques primordiales. Nous aurons l'occasion d'insister sur des particularités analogues qui nous dévoileront peu à peu le processus évolutif des types organiques, toujours susceptibles de donner lieu à une sorte d'épanouissement correspondant à leur maximum de diversification, mais dont les rameaux collatéraux ne peuvent jamais se détacher que des racines mêmes de la famille.

La flore actuelle nous montre donc que des Algues inférieures nombreuses ont dû, à diverses époques et sans doute à la faveur de conditions extérieures plus particulièrement humides, quitter les eaux et prendre possession de la terre émergée. L'ensemble des plantes aériennes que nous désignerons sous le nom de « Métaphytes » n'a pas une autre origine. L'esprit se représente sans trop de peine les péripéties qui ont dû accompagner ce phénomène de la vie végétale s'adaptant au régime terrestre. Certaines « Protophytes » ne jouissant que d'une plasticité limitée recherchaient encore les conditions physiologiques, rappelant le plus leur milieu primitif et conservaient sans modifications notables leurs caractères d'Algues; mais d'autres, mieux favorisées, voyaient leurs thalles impressionnés par de nouveaux agents de différenciation. Ces sortes d'Algues appartenaient sans doute à des types organiques différents. Les unes, constituées par des lames cellulaires telles que les « ulves marines », rampaient, pour ainsi dire, sur l'une de leurs faces, poussant des crampons de fixation et tendaient à différencier leurs membres eux-mêmes lamelleux. Telles étaient assurément les plantes ancestrales du groupe des *Hépatiques*.

D'autres procédaient plutôt des Algues confervoïdes et leurs cellules constitutives, rangées en séries longitudinales, réalisaient des thalles dont la croissance était nécessairement apicale. Ces thalles se façonnaient toujours davantage par simple multiplication végétative. Des appendices foliaires se dégageaient, et il s'ébauchait ainsi des sortes de plantules avec racines, tiges et feuilles,

Digitized by Google

dont toutes les parties uniquement cellulaires n'indiquaient que l'extrême plasticité du système végétatif primordial, à peine altéré dans ses apparences externes et conservant toujours ses caractères internes fondamentaux. Ces prothalles diversifiés, tels que les *Mousses* nous les représentent encore, sont susceptibles

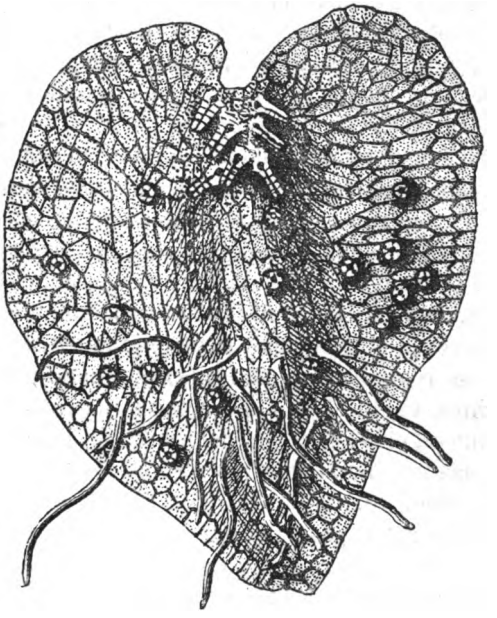


FIG. 6. — Prothalle de Fougère montrant sur sa face inférieure les radicules ou poils rhizoïdes, les archégones situées à la base de l'échancrure et les anthéridies dispersées en divers points du tissu.

de se multiplier par processus agames, particularité que les Algues les plus infimes pouvaient déjà nous fournir. Ailleurs, ils demeurent plus réduits, moins élaborés, mais non moins significatifs. A l'origine des *Equisétacées*, des *Fougères*, des *Ophioglossées*, nous voyons sortir de la spore et se développer le même système végétatif primordial, uniquement cellulaire, véritable Algue inférieure, désignée encore ici sous le nom de « prothalle » et sur laquelle doivent apparaître les organes sexuels.

On ne saurait trop insister sur la part que l'acte reproducteur a dû prendre à la différenciation de ces végétaux terrestres pri-

Digitized by Google

mordiaux. On le sait, deux phénomènes principaux dominent la vie nutritive de tous les êtres organisés. Leurs agrégats s'accroissent et se diversifient en accumulant une certaine quantité de substances que la reproduction met subitement en action. La sexualité arrête la vie nutritive. Dans les types inférieurs, la reproduction détruit l'agrégat organique qui se multiplie et, plus haut dans la série, l'opposition entre la fonction nutritive et la reproduction conserve toute sa force. D'ailleurs, ce second phénomène peut être plus ou moins précoce, plus ou moins tardif. On peut constater chaque jour à ce sujet des différences individuelles saisissantes. Ces variations du moment de la sexualité doivent aussi imprimer une action dominatrice sur la différenciation morphologique des êtres. Le monde animal nous fournirait à cet égard d'abondantes preuves. Nous rappellerons seulement le phénomène célèbre des « Axolotls » dont les embryons d'une même ponte peuvent avoir déjà des glandes sexuelles bien développées ou seulement, au contraire, des rudiments encore très réduits d'ovaires et de testicules. Dans le premier cas, les jeunes batraciens se reproduisent hâtivement, avant d'abandonner leurs branchies, tandis que de leur côté les individus dont l'évolution sexuelle est plus lente se transforment en « Amblystomes », leur différenciation morphologique n'étant point arrêtée par la fonction reproductrice.

Cet exemple suffit pour indiquer toutes les conséquences importantes de cette loi générale dont nous reconnaissons sans peine les effets sur ces Algues aériennes primitives, encore représentées par les « prothalles » des Cryptogames supérieures. Parmi les plantes terrestres primitives, quelques-unes à sexualité tardive jouissaient naturellement d'une vie végétative relativement longue et, ressentant par cela même plus fortement les influences du milieu nouveau, elles se façonnaient diversement. Les plantules provenant de cette élaboration spéciale sont représentées par les *Mousses* et les *Hépatiques*.

Dans le premier de ces groupes[1], la spore donne naissance à des thalles confervoïdes, désignés sous le nom de « Protonema », qui marquent l'état primitif de l'Algue ancestrale. Ce thalle élémentaire, n'étant pas arrêté par l'apparition d'organes sexuels, est

1. Consultez plus loin les figures du chapitre IV.

Digitized by Google

susceptible de différenciation subséquente; des bourgeons foliacés se dégagent sur quelques parties de ses ramifications; la prolification cellulaire se régularise en ces points et peu à peu apparaissent de petites lames étagées en forme de feuilles sur une tige supportée elle-même par des filaments cellulaires radicaux. Ces poils radicaux sont capables de prolifier de nouveaux groupes cellulaires donnant naissance à d'autres plantules. L'activité végétative est très grande et on voit bien qu'elle résulte uniquement de l'amoindrissement de la fonction sexuelle. La Mousse se multiplie énergiquement par diverses propagations végétatives; elle s'étend en tapis épais, sans qu'il soit nécessaire que les organes reproducteurs interviennent. Pour beaucoup d'espèces, ces organes n'apparaissent que de loin en loin, et les botanistes recherchent comme une rareté les exemplaires fructifiés, résultant souvent d'un concours de circonstances ayant gêné la puissance végétative de la plante. Pour le plus grand nombre cependant la reproduction sexuelle est la règle, mais elle reste subordonnée et ses organes ne se montrent relativement qu'en petit nombre. Dans tous les cas cependant ce phénomène présente une grande importance au point de vue morphologique, car il est le point de départ d'un organisme nouveau auquel un rôle prépondérant s'est trouvé réservé dans la destinée du règne végétal.

Les appareils reproducteurs se montrent ordinairement chez les Mousses à l'extrémité des ramifications du thalle feuillé, ou quelquefois vers le milieu de la longueur de quelques rameaux d'un aspect spécial (Sphaignes). Ils se distinguent en organes mâles ou « anthéridies » et en organes femelles ou « archégones ». Les anthéridies et les archégones peuvent être réunis côte à côte, au milieu d'appendices réguliers du thalle qui les porte, appendices qui simulent des sortes d'enveloppes florales, différenciation très remarquable de ce thalle cellulaire primordial et dont la complexité a contribué bien des fois à tromper le naturaliste, qui a voulu retrouver dans ce système végétatif des Mousses un appareil homologue de celui des végétaux supérieurs. Il est aisé, nous allons nous en assurer, de faire disparaître cette confusion.

Les anthéridies arrivées à maturité laissent échapper au milieu d'un liquide épais les corpuscules fécondateurs ou « anthérozoïdes », munis de cils mobiles et qui, quoique d'une

Digitized by Google

forme un peu spéciale, correspondent exactement aux éléments fécondateurs de certaines Algues. Au moment de la fécondation, les archégones contiennent dans leur partie renflée une cellule embryonnaire (oosphère) qui reçoit l'imprégnation des anthérozoïdes arrivant jusqu'à elle par le canal du col de l'appareil. L'intermédiaire de l'eau est indispensable à cette fécondation, qui est immédiatement suivie par un phénomène des plus remarquables. L'oosphère fécondée, c'est-à-dire transformée en « oospore », prolifie et produit un système végétatif cellulaire nouveau, qui se développe plus ou moins dans l'archégone où il a pris naissance et devient en fin de compte l'organe appelé fruit chez les Mousses, véritable plantule de second ordre qu'il convient de désigner sous un nom spécial, le « sporogone », et qui par génération agame ou simple multiplication donnera naissance aux « spores ». Ces spores tombant dans la terre humide germeront à leur tour et elles seront le point de départ de nouveaux thalles sexués, c'est-à-dire de nouvelles Mousses portant leurs archégones et leurs anthéridies et plus tard de nouveaux « sporogones ». Cette alternance de générations, déjà nettement indiquée, est d'une nature toute particulière et les Algues ne nous en donnent pas d'exemples. Il est bien évident que le cycle biologique de la Mousse comprend deux plantes distinctes : l'une sexuée, mais tardivement sexuée et la plus importante, correspond à une Algue véritable dont toutes les parties ont revêtu, sous l'influence du régime aérien, des caractères morphologiques très-complexes; l'autre agame, le sporogone, constitue un système végétatif nouveau encore subordonné, uniquement formé d'un tissu cellulaire fondamental et incapable de se dégager de l'archégone où il s'est formé, mais au fond réellement indépendant. Les mêmes particularités se présentent chez les Hépatiques, qui ne diffèrent des Mousses que par la structure de l'Algue primitive dont elles dérivent, c'est-à-dire par les caractères morphologiques de leur thalle sexué. Ce thalle, toujours plus ou moins lamelleux, quelquefois muni de petites feuilles, produit comme celui des Mousses des anthéridies et des archégones dans lesquels germent après fécondation de véritables « sporogones », encore plus réduits peut-être que ceux des vraies Mousses. — Mousses et Hépatiques nous représentent un groupe « inadaptif », c'est-à-dire un genre de plantes ayant élaboré une

Digitized by Google

sorte spéciale de différenciation organique, mais dans une direction que les lois biologiques mêmes ne pouvaient favoriser pour une destination plus lointaine. Ces végétaux provenaient, nous l'avons indiqué, de thalles cellulaires « à sexualité tardive », sur lesquels par conséquent l'action évolutive pouvait exclusivement agir au détriment du second système végétatif qui, nouveau

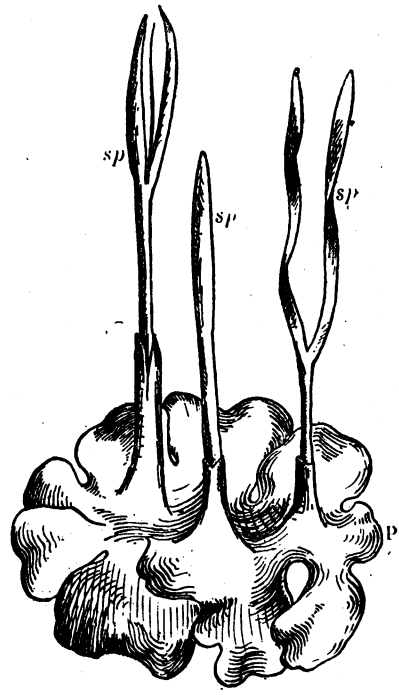


FIG. 7. — *Hépatique* (Anthoceros). — *P*, Prothalle ou Thalle sexué dont les organes reproducteurs ont donné naissance à trois sporogones *sp*, représentant les systèmes végétatifs secondaires « agames ».

venu et n'ayant derrière lui aucune force héréditaire, aurait été susceptible de se prêter à des différenciations plus complètes. C'est ce que nous démontrent en effet les Fougères, les Équisétacées et les Ophioglossées.

L'origine de ces trois groupes est bien reconnaissable ; elle n'est point autre que celle des Mousses et des Hépatiques. De

Digitized by Google

la spore des Fougères, des Ophioglossées ou des Équisétacées se dégage un système végétatif primordial cellulaire, thalle ou pro-

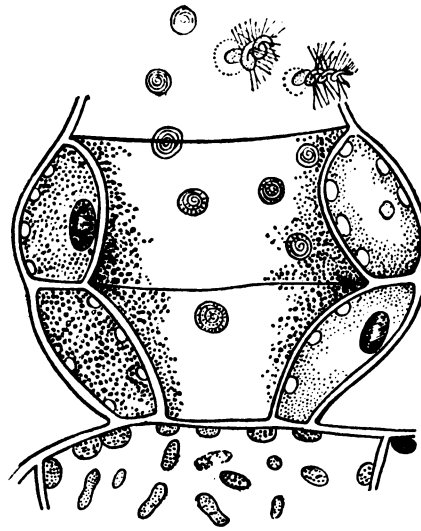


FIG. 8. — Anthéridie du prothalle d'une Fougère du genre *Pteris*, au moment de la sortie des anthérozoïdes.

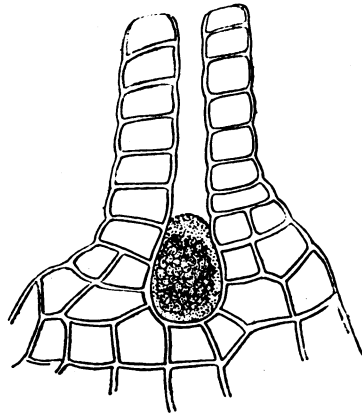


FIG. 9. — Archégone du prothalle d'une Osmonde au moment de la fécondation.

thalle, comme on voudra le nommer, précédé quelquefois par un appareil filamenteux (proembryon), toujours assez réduit et

Digitized by Google

produisant hâtivement des archégones et des anthéridies. Ces deux sortes d'organes sexuels peuvent être portées par des thalles différents ; on les trouve en grand nombre ; mais si les anthérozoïdes sortis de leur poche cellulaire peuvent tous

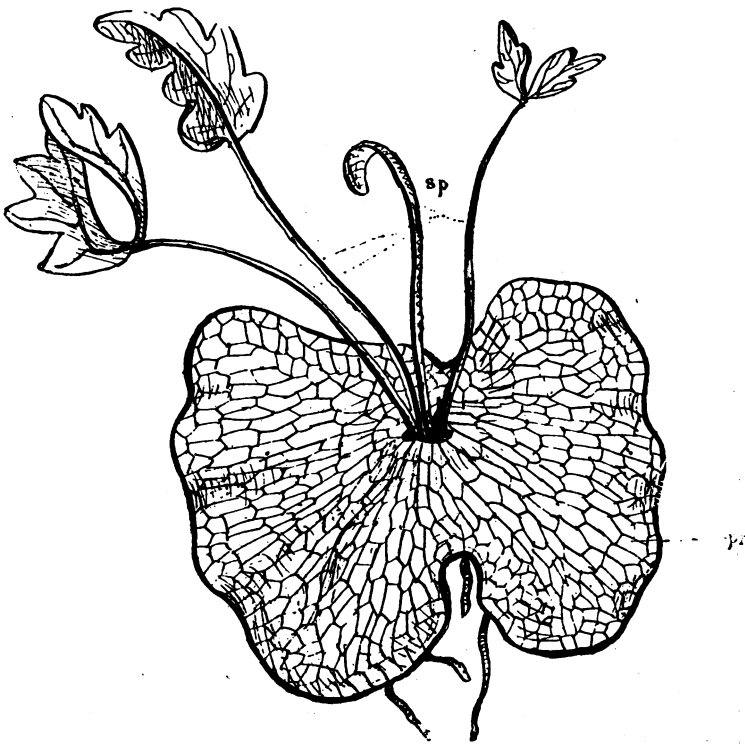


FIG. 10. — Jeune Fougère dont le sporogone (plante définitive agame) *sp* se détache à peine du prothalle *pr*.

servir à la fécondation, généralement le produit d'un seul archégone arrive à se développer et à donner naissance à un sporogone d'une vigueur nouvelle, effaçant la vie éphémère du système végétatif sexué. Ce sporogone s'affranchit promptement et s'enracine ; ses tissus se diversifient à l'extrême. Des éléments histologiques jusqu'alors inconnus, fibres et vaisseaux, y apparaissent. Dans la masse incomparablement plus développée, des organes se façonnent bien plus délicats, mieux délimités que

Digitized by Google

dans nul autre des végétaux précédents. Des membres ou appendices se groupent dans un ordre spécial.

La plante vulgairement appelée Fougère, Ophioglosse ou Prèle se développe avec toutes ses parties que nous n'avons pas à étudier ici en détail, mais dont la structure complexe ne peut un seul instant égarer le botaniste, qui retrouve toujours l'homologie qui la rattache au sporogone de la Mousse.

Sur les feuilles de ce sporogone, les sporanges doivent apparaître, procédant des différentes régions de la feuille quelquefois elle-même transformée, se diversifiant morphologiquement de manière à revêtir des caractères spéciaux suivant les familles que l'on considère, mais toujours réellement de même nature et produisant par des processus à peu près identiques les spores dont la germination donne naissance à de nouveaux thalles ou prothalles sexués, qui quelquefois, comme chez les Ophioglossées, restent très réduits, souterrains et dépourvus de chlorophylle. La production précoce et abondante d'organes sexuels arrête brusquement la différenciation de ces prothalles ; il ne peut plus être question ici de prothalles diversifiés d'une manière très complexe, munis d'appendices variés et se multipliant régulièrement par propagules agames[1].

Les lois de la sexualité, dont nous parlions plus haut, interviennent rapidement et le système végétatif primordial, l'Algue aérienne, prend un rôle subordonné, tandis que par contre le sporogone qui lui succède se développe toujours davantage. Nous nous trouvons ainsi placés au début d'une série dont les divers degrés nous conduisent finalement aux végétaux les plus élevés en organisation, les plus récents aussi dans l'ordre des temps; nous voulons parler des plantes dites « Angiospermes ».

Des Cryptogames à prothalles, Fougères, Équisétacées, Ophioglossées à ces types supérieurs, la transition est du reste assez bien ménagée, et elle nous fait assister à la réduction toujours plus accentuée du système végétatif primordial sexué ou prothalle, bientôt ramené à une formation passagère de la spore, puis caché et n'ayant plus dès lors d'existence extérieure propre.

1. Le phénomène de multiplication agame a été cependant observé encore quelquefois, mais comme fonction exceptionnelle, chez les *Pteris* et les *Osmunda*. — Voy. Farlow, *Bot. zeit.*, 1874; de Bary, *Bot. zeit.*, 1878, et Sachs, *Manuel de botanique*.

Digitized by Google

Ainsi l'évolution qui a doté la terre de ces plantes de grande taille qui, pour l'observateur inattentif, constituent presque à elles seules tout le règne végétal, cette évolution, disons-nous, a été le résultat d'une circonstance, sans doute presque insignifiante au début, dont les premiers effets ont été d'arrêter, par une sexualité précoce, la diversification organique de quelques-unes des formes terrestres primordiales. Tandis que tout semblait se réunir pour favoriser l'évolution des types à thalles permanents, d'où les Mousses et les Hépatiques sont autrefois sorties, d'autres thalles infimes et comme perdus dans l'ombre trouvaient dans les causes mêmes qui limitaient leur essor le point de départ du développement d'un nouveau système végétatif, du « sporogone », dont la prépondérance devait rapidement s'affirmer. Telle est bien la signification du cycle biologique des Fougères et des Équisétacées; chez ces végétaux, le thalle cellulaire, système végétatif primordial, présente encore assez d'importance. Il est susceptible de quelques différenciations; il est déjà cependant éphémère et il ne survit pas à la production du *sporogone*. — Chez les Ophioglossées, la subordination de ce thalle est bien plus accentuée encore. L'appareil sexué, d'une taille très faible et presque complètement décoloré, reste sous terre et produit une foule d'éléments sexuels. Il nous offre un mode particulier d'atrophie, qui néanmoins est bien loin du degré de réduction que vont nous faire voir les « Rhizocarpées ». Avec ces Métaphytes, l'évolution indiquée plus haut a franchi plusieurs stades. Le sporogone est de plus en plus prépondérant et le prothalle ne se dégage plus qu'avec peine des enveloppes de la spore. Les Fougères nous avaient montré déjà une tendance à la séparation des organes sexuels; les prothalles pouvaient être mâles ou femelles. Chez les Rhizocarpées, cette dioïcité est plus nettement réalisée et les spores elles-mêmes se différencient en « microspores » correspondant aux prothalles mâles et « macrospores » représentant les germes des prothalles femelles. Mais ces deux sortes de spores, arrivées au moment de la germination, demeurent incapables de produire un système végétatif complet. L'organe sexué mâle ou femelle persiste comme seul important dans ce prothalle réduit, et il tend à faire disparaître tout le système végétatif qui le précédait chez les autres Métaphytes. La macrospore cependant produit encore dans sa partie supérieure,

Digitized by Google

connue sous le nom de papille, un rudiment de prothalle cellulaire, s'organisant aux dépens du protoplasma de la spore. Ce prothalle femelle se développe plus ou moins, suivant que l'on observe la germination d'une macrospore de *Marsilia*, de *Pilularia* ou de *Salvinia*. Dans ce dernier genre, les cellules sont même pleines de chlorophylle et produisent de nombreuses archégones. Mais, même dans ce cas, le prothalle reste subinclus dans les enveloppes de la spore. La fécondation a lieu promptement, l'embryon qui se développe dans l'une des archégones donne naissance à un « sporogone » ou système végétatif de deuxième ordre, dont l'extension masque déjà ici notablement le thalle cellulaire primordial.

La réduction de ce thalle est encore bien plus marquée dans le sexe mâle. La microspore dont le rôle, par suite de la différenciation physiologique entraînée par la dioïcité, est singulièrement amoindri, ne fournit plus que les seuls éléments fécondateurs, et sa germination consiste uniquement dans la production de tubes à peine divisés en quelques cellules, dans l'une desquelles se forment des anthérozoïdes.

Le premier acte de la vie des Métaphytes est ainsi radicalement abrégé chez les Rhizocarpées. Le phénomène se dérobe au regard de l'observateur : l'organisme primitif à peine ébauché rappelle le souvenir d'une phase ancienne qui s'atténue et disparaît; on dirait un drame dont le prologue s'effacerait peu à peu pour faire place à des développements imprévus. Le sporogone semble réellement se dégager de la macrospore, tellement le prothalle femelle se trouve réduit. Ce sporogone se diversifie histologiquement à la manière de celui des Fougères et des Équisétacées, mais il donne naissance, au point de vue morphologique, à des systèmes appendiculaires spéciaux, ordonnés suivant les adaptations biologiques de la plante. Dans tous les cas, certaines frondes se différencient pour constituer des « sporocarpes », sorte de fruits dans lesquels sont compris les sporanges des deux catégories, macrosporanges et microsporanges. Ces sporocarpes peuvent atteindre chez les *Marsilia* un degré de complication remarquable; mais il est toujours possible de retrouver en eux les homologues des organes correspondants des Fougères et des Équisétacées. On comprend cependant qu'il y ait place entre ces divers groupes pour plusieurs stades conduisant

Digitized by Google

graduellement du prothalle encore assez important des Ophioglossées au système végétatif primordial considérablement amoindri et caché des Rhizocarpées. La transition est plus naturelle de ces dernières aux Lycopodiacées. Cette classe constitue toutefois, sous la dénomination de Lycopodinées, plutôt un groupe végétal parallèle qu'un stade exactement plus avancé que celui des Rhizocarpées.

Les Lycopodinées comprennent, même au sein de la nature

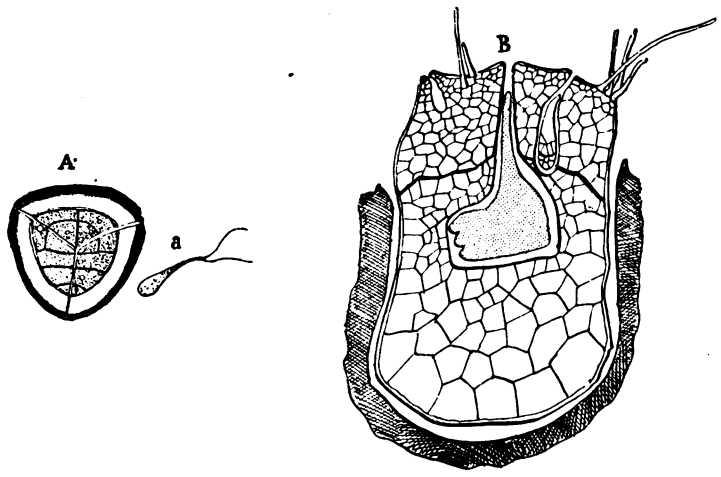


FIG. 11. — *Lycopodiacée hétérosporée* (Sélaginelle). — A, Microspore avec son prothalle mâle rudimentaire et inclus; *a*, Anthérozoïde; B, Macrospore après germination et fécondation; on distingue, en *pr*, le prothalle réduit et adhérant inférieurement à la substance de la macrospore, après a rupture du tégument ou « exospore ».

actuelle, des groupes très différents et les formes vivantes ne peuvent nous donner qu'une idée très amoindrie du rôle dévolu à ces plantes dans les flores anciennes. Les Lycopodinées actuelles admettent certaines familles, telles que les Lycopodiacées propres (genre *Lycopodium*), dont le sporogone ne donne naissance qu'à une seule sorte de spores d'où dérivent des prothalles encore assez volumineux, monoïques, et présidant, comme celui des Ophioglossées, au développement de la plante définitive ou « sporogone ».

Au-dessus de ces Lycopodinées « Isoporées », qu'on peut placer au niveau des Ophioglossées, se distinguent les « Hété-

Digitized by Google

rosporées » (Sélaginellées et Isoétées) dont le sporogone porte, comme celui des Rhizocarpées, des microspores et des macrospores. Ici encore les prothalles sont extrêmement réduits. Une seule petite cellule représente le thalle mâle, appliqué comme un rudiment sans utilité contre les cellules anthéridiennes, d'où se détachent les corpuscules fécondateurs ordinaires. La macrospore, toujours mieux douée, se différencie par la germination en deux amas cellulaires correspondant exactement au prothalle femelle, ne se dégageant qu'imparfaitement des enveloppes de la spore, mais produisant de vrais archégones destinés à recevoir l'imprégnation des anthérozoïdes.

Ici encore, comme dans toutes les Métaphytes dont nous nous sommes occupés, les spores se détachent, avant leur germination, du système végétatif qui les produit. Cette caducité demeure jusqu'au terme de l'évolution végétale l'apanage de la « microspore; » mais la « macrospore » tend à ne se séparer que tardivement du sporogone. La séparation des sexes dans les organes végétatifs primordiaux est dès lors réalisée. La microspore représente toujours le prothalle mâle et la macrospore le thalle femelle; mais les fonctions physiologiques que doivent effectuer ces deux éléments sont bien différentes. L'activité caractérise l'élément mâle qui doit toujours aller vers l'élément femelle, nécessairement plus complexe, plus volumineux et chargé de substances plastiques. Par cela même, on conçoit, au-dessus des Lycopodinées Hétérosporées actuelles, la possibilité d'un stade végétal dans lequel les microspores seules se détacheraient avant leur germination, pour aller vers les macrospores encore attachées à la tige sporogonienne, germant sur place et recevant l'imprégnation avant leur chute.

Cette particularité physiologique réaliserait une réduction encore plus complète du système prothallien. Nous ne pouvons rien dire encore, il est vrai, des types végétaux alliés aux Lycopodinées qui ont pu posséder cette disposition remarquable; ce stade nous est cependant indiqué par la marche même de l'évolution, et nous le reconnaissons dans les végétaux dits « Phanérogames », divisés en « Gymnospermes » et en « Angiospermes ».

Ces plantes occupent sans conteste le point culminant de l'ordre généalogique du règne végétal. Chez elles, le sporogone

Digitized by Google

masque absolument le système végétatif primordial dont nous allons seulement constater les dernières traces. Ce sporogone s'est différencié dans tous les sens pour réaliser les adaptations les plus variées, les plus délicates et les plus efficaces. Il

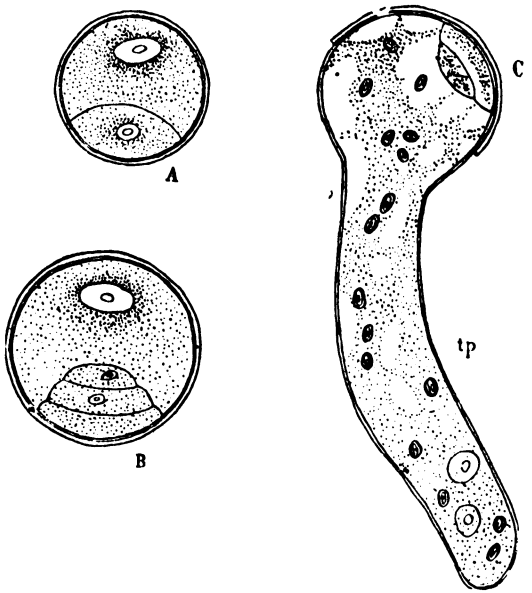


FIG. 12. — *Organe mâle d'une Gymnosperme, pour montrer la structure du grain de pollen et la formation du tube pollinique.* — A, grain de pollen d'une Cycadée (*Ceratozamia longifolia* Miq.) dans l'intérieur duquel la cellule principale est accompagnée d'une cellule sœur plus petite, toutes deux pourvues d'un *nucléus* ou noyau central. B, autre grain de pollen, de la même espèce, plus avancé et renfermant une formation « tricellulaire », dernier vestige du prothalle mâle. C, grain de pollen après le développement du tube pollinique, *tp*, vers l'extrémité duquel on entrevoit l'ébauche de deux cellules en voie de formation. Le reste du tube contient un protoplasma finement granuleux, semé de vacuoles et des granules d'amidon. L'extine ou membrane d'enveloppe dont la déhiscence donne passage au tube pollinique est encore visible dans le haut, d'après Juranyi et Luersen.

produit toujours des spores de deux sortes. Les microspores (grains de pollen) quittent encore leurs sporanges (anthères) avant toute germination; elles vont féconder la spore femelle; mais l'imprégnation ne dépend plus de l'action de corpuscules vibratiles sortant d'une anthéridie. Toute la vie ancienne du prothalle mâle avec son tissu cellulaire et ses anthéridies n'est plus représentée que par un tube (boyau pollinique) perçant l'exos-

Digitized by Google

pore ou membrane externe du grain de pollen (extine) et allant se mettre en contact avec l'élément femelle. Le protoplasma mâle ne s'organise plus en corpuscules ; il traverse par endos-

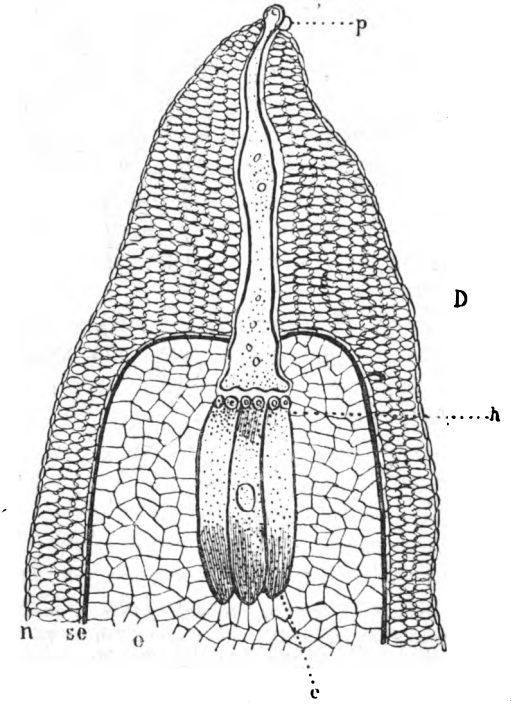


Fig. 13. — *Organe femelle d'une Gymnosperme, pour montrer la structure de l'ovule et le mécanisme de l'acte fécondateur.* — Coupe longitudinale à travers le nucelle et la partie supérieure du sac embryonnaire d'un ovule de *Juniperus* au moment de la fécondation, d'après Strasburger : *n*, tissu nucellaire ; *se*, sac embryonnaire ; *e*, endosperme ou tissu cellulaire du sac embryonnaire représentant le prothalle femelle inclus ; *c*, archégones au nombre de trois, prenant ici le nom de corpuscules ; *h*, cellules du col, par l'intermédiaire desquelles s'opère la fécondation ; *p*, grain de pollen prolongé en un tube pollinique qui pénètre jusqu'aux corpuscules et qui, mis en contact avec les cellules du col, opère la fécondation.

mose les parois du tube pollinique et réalise lui-même l'imprégnation. On comprend que cette réduction du prothalle mâle et cette disposition des anthérozoïdes ont dû procéder par des gradations dont le règne végétal actuel ne nous a conservé aucun exemple.

Digitized by Google

L'arrêt de développement de la macrospore ou spore femelle est encore plus remarquable. Un macrosporange spécial, « l'ovule », naît chez les végétaux que l'on est accoutumé à désigner sous le nom de Phanérogames, sur les rameaux du sporogone dont les feuilles sont transformées et constituent ce que l'on appelle une fleur, appareil qui ne diffère pas, au point de vue des homologies morphologiques, des épis à sporanges des plantes dites Cryptogames. Bien que ces termes de Phanérogames[1] et de Cryptogames soient absolument impropres, la pratique les a consacrés et il n'y a point d'inconvénient à les employer, pourvu qu'il soit bien compris qu'il n'existe réellement aucun arrêt, aucune interruption entre les divers types végétaux. L'étude du macrosporange des Gymnospermes nous le démontre.

Dans les végétaux de cette classe, voici en effet ce que découvre l'analyse anatomique. La macrospore (sac embryonnaire) contenue dans le macrosporange (ovule), germe sur place et donne naissance à un véritable prothalle ou système végétatif cellulaire primordial, qui emplit tout l'intérieur de l'ovule. Sur ce prothalle inclus des Gymnospermes (Conifères et Cycadées), appelé « endosperme », des archégones apparaissent (ce sont les « corpuscules ») et le dernier rudiment du prothalle mâle (le boyau pollinique) vient les féconder. Ces phénomènes se succèdent tandis que le macrosporange reste attaché au sporogone. Le résultat de la fécondation consiste dans la production d'un embryon substitué à l'oospore de l'archégone. Ce rudiment du sporogone nouveau est déjà bien développé, lorsque le macrosporange se détache sous forme de graine. Le sporogone semble dès lors succéder directement à un autre sporogone, mais en réalité le système végétatif primordial a conservé son rôle d'appareil sexué; tout caché et réduit qu'il soit, il préside cependant encore aux premiers développements de la partie agame du végétal.

1. En effet, le terme de *Phanérogames* serait bien mieux appliqué aux végétaux dont le système végétatif sexué ou prothalle est développé et apparent. C'est seulement chez ces types que les phénomènes de fécondation se passent au grand jour, tandis que chez les gymnospermes et les angiospermes, faussement appelées *phanérogames*, l'appareil végétatif sexué est caché dans la macrospore et n'est plus que difficilement reconnaissable.

Digitized by Google

Chez certaines Gymnospermes (*Salisburia*) et, comme pour mieux faire saisir l'existence des stades successifs qui ont dû se présenter dans le passage menant des Cryptogames aux Phanérogames propres, le tube pollinique a déjà inauguré son mouvement et la graine arrivée en apparence à maturité s'est détachée de la plante mère, avant la formation des corpuscules ou archégones. Le développement de ces derniers, au sein de l'ovule, précède de peu le moment où, la pénétration de l'organe mâle achevant de se réaliser, la fécondation s'opère finalement en donnant naissance aux phénomènes d'où résulte l'embryon (Voy. Strasburger, *Die Coniferen und Gnetaceen*, p. 292).

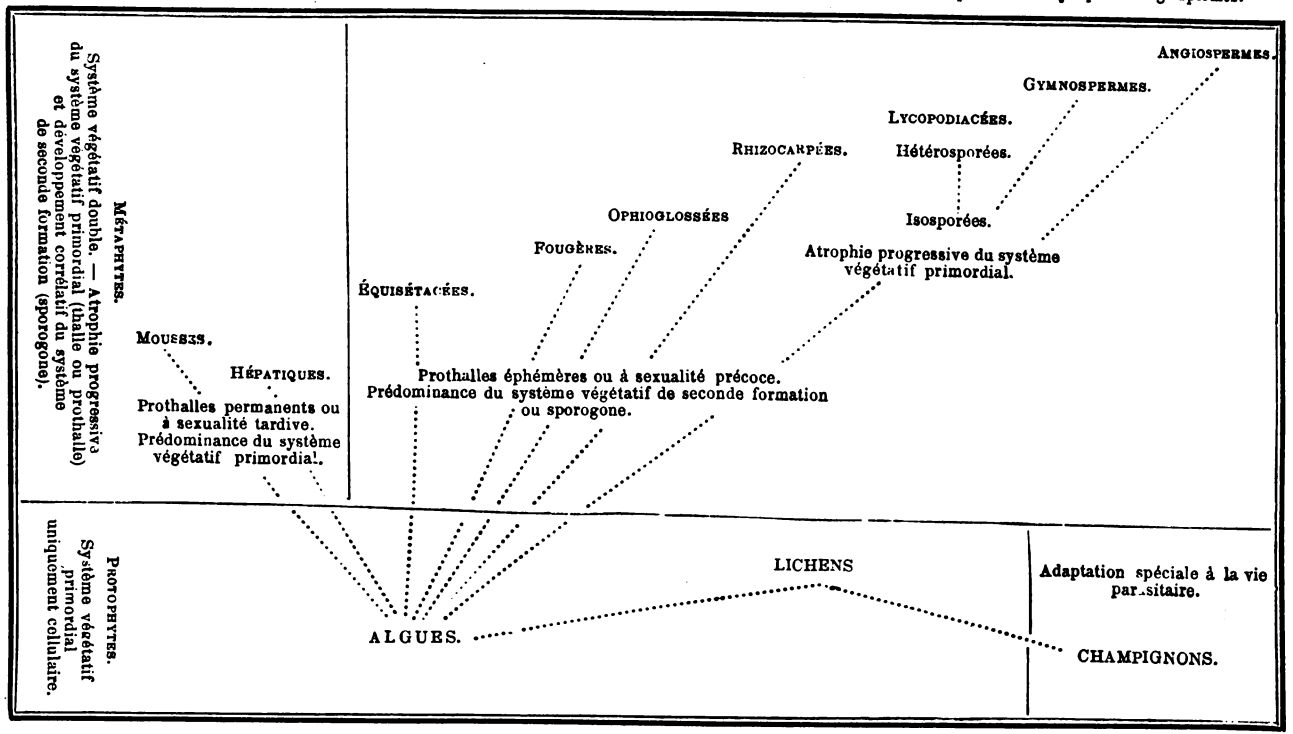
En considérant les Angiospermes, on voit au contraire se manifester une réduction plus prononcée de l'ensemble de ces divers phénomènes, tandis que, d'autre part, le macrosporange devient encore plus caché par suite de la production d'un ovaire, sorte de sore très parfait, résultant de la modification de la feuille sporangifère. Cette différenciation nouvelle assure une protection plus grande à l'ovule ou macrosporange, et concurremment le thalle femelle se réduit davantage. Au sein de l'ovule des Angiospermes, une cellule mère primitive se divise en quatre cellules filles que l'on pourrait considérer comme autant de cellules mères de macrospores dont le rôle est aussi réduit que celui des microspores (grains de pollen). Les cellules centrales de l'ovule, sans donner naissance à un véritable prothalle femelle, se différencient chacune par suite d'une sorte de division du travail organique. Les unes deviennent des cellules embryonnaires, derniers rudiments des archégones qui ne sont plus représentées que par une oospore et peut-être par une cellule correspondant à la cellule du col et recevant seule l'imprégnation fécondante du tube pollinique. Les autres macrospores, représentant pour ainsi dire des prothalles rudimentaires et stériles, servent uniquement à la protection et à la nutrition de la cellule embryonnaire, dernière trace du prothalle femelle autrefois si important. Le macrosporange, après fécondation, contient donc déjà un embryon de sporogone qui s'est absolument substitué au prothalle sexué. En constatant cette substitution et fixant le sens d'un phénomène que son extrême délicatesse aussi bien que sa complexité avaient longtemps dérobé à l'analyse, nous touchons au terme même de

Digitized by Google

l'évolution végétale. La revue précipitée que nous venons de faire n'est destinée qu'à marquer la tendance générale de cette évolution dont nous retraçons dans le tableau ci-contre les principaux traits. L'examen suffit déjà pour démontrer qu'il existe des liens communs entre tous les types. Les stades que la nature actuelle nous conserve peuvent être plus ou moins séparés des stades voisins, mais on entrevoit encore les degrés qui ont dû autrefois servir à les rejoindre. Ces premières notions seraient sans doute insuffisantes et pourraient bien ne pas entraîner une conviction complète. Il nous reste donc à étudier séparément chacun des stades que nous venons d'indiquer. L'évolution propre à ces divers types, considérés isolément, sera pleine d'enseignements. Le rôle de la paléontologie commence, et cet ordre particulier de recherches nous permettra sans doute de reconstituer quelques-uns des stades de transition que la nature actuelle ne nous a pas conservés.

Digitized by Google

ESQUISSE D'UN TABLEAU des stades évolutifs du règne végétal partant des Protophytes ou Algues pour s'élever supérieurement jusqu'aux Angiospermes.



Digitized by Google

CHAPITRE III

DONNÉES PALÉONTOLOGIQUES. — PROTOPHYTES ALGUES

L'étude des formes actuelles du règne végétal conduit nécessairement le botaniste à l'idée d'une série de types solidaires les uns des autres, d'après une loi évolutive qui, tout en obéissant à des tendances multiples, n'en a pas moins réalisé une progression véritable. Le naturaliste le moins enclin aux idées théoriques ne saurait échapper à cette pensée qui se dégage réellement des travaux de tout genre. Le principal souci de l'histologiste est de suivre dans le développement de la plante ou dans la succession des divers groupes les différenciations de l'élément cellulaire primordial. Sous une autre forme, l'œuvre de l'organographe ou du classificateur est dirigée par les mêmes principes. Toutes les observations morphologiques comportent sans cesse l'intervention d'explications tirées de la métamorphose, de la soudure, du dédoublement, de l'avortement des parties du végétal, et toutes ces recherches n'auraient de signification d'aucune sorte si elles ne supposaient une relation génétique entre les diverses plantes. La tératologie devient ainsi une sorte de botanique expérimentale, ramenant quelquefois, par suite de phénomènes d'atavisme, les stades antérieurs d'un type végétal, indiquant toujours les processus de l'organisme dans ses essais évolutifs que l'hérédité et l'adaptation peuvent fixer. Les doctrines transformistes auraient déjà et par cela seul leur place assurée dans la science, mais il existe un autre ordre de preuves à notre avis plus importantes encore : nous voulons parler des données paléontologiques, susceptibles

Digitized by Google

par elles-mêmes de ruiner d'un seul coup tout cet édifice philosophique ou de l'affermir par une confirmation irrécusable. Il suffit d'un coup d'œil pour constater que la succession chronologique des végétaux dans les périodes géologiques est absolument d'accord avec l'hypothèse d'une évolution et d'une dépendance génétique des divers types.

La théorie eût été à jamais renversée si les paléontologues avaient constaté, par exemple, que les plantes Angiospermes devançaient les Cryptogames dans l'ordre historique. Elle eût été de même fortement ébranlée si les premières couches fossilifères avaient renfermé à la fois des représentants des divers groupes de Cryptogames, de Gymnospermes et d'Angiospermes. Il eût été naturel sans doute, dans cette dernière circonstance, de se demander si les terrains conservant les restes d'une végétation déjà aussi riche et aussi complexe se rapportaient bien au début de la création phytique; mais il n'en est pas moins certain que l'impression retirée d'un pareil spectacle n'aurait rien eu de très favorable à l'idée de la subordination et de la filiation des types. Mais telle n'est point la réalité.

Il est vrai que les étages que nous pouvons considérer comme correspondant aux premières époques biologiques ne nous ont transmis aucun vestige des êtres primitifs, soit par l'effet des phénomènes métamorphiques dont ces étages ont été le siège, soit encore par suite de la nature des êtres eux-mêmes peu susceptibles de laisser des traces de leur existence; mais, quoique incomplètes, les archives paléontologiques ont une signification de la plus haute importance.

Les plantes d'une organisation inférieure se montrent bien les premières, et elles se combinent graduellement avec des groupes d'une structure plus élevée. Depuis Brongniart, la notion d'une première période correspondant à l'ère des Cryptogames, suivie d'une ère des Gymnospermes, à laquelle succède enfin l'avènement des Angiospermes, cette notion, disons-nous, est devenue presque banale. Elle donne le sens général du phénomène, mais elle n'en explique pas tous les détails, et il faut reconnaître qu'elle a été quelquefois interprétée dans un sens trop restrictif et par cela même inexact. On se tromperait étrangement si l'on croyait que les paléontologues, partisans de la théorie de l'évolution, ont voulu dire que les végétaux cryp-

Digitized by Google

togamiques se sont peu à peu élevés en organisation de manière à produire des formes différenciées conduisant directement aux plantes supérieures. Des botanistes célèbres, examinant au point de vue du transformisme les flores anciennes, ont cru élever une objection aux doctrines que nous soutenons, en faisant remarquer l'infimité des Cryptogames actuelles par rapport à celles des terrains houillers. — Existe-t-il là rien de contraire à la théorie?

Dans notre premier chapitre, nous indiquons brièvement que l'être organisé, végétal ou animal, est nécessairement soumis à des échanges constants avec le monde ambiant. Son degré de vie est précisément réglé par cet accord entre ses réactions et les influences des forces externes. En d'autres termes, l'organisme, plus ou moins plastique, tend dans son évolution à se différencier en s'accommodant toujours davantage à un plus grand nombre de conditions. Les effets du milieu ont atteint à la longue, simultanément ou successivement, une extrême complexité. L'être qui serait susceptible de répondre par des réactions équivalentes aux attaques multiples du monde extérieur serait permanent, car nulle cause de destruction ne prévaudrait contre lui. Cet état ne saurait être réalisé par aucun organisme, mais il nous suffit de constater qu'il y a dans chaque groupe morphologique un effort vers la différenciation, c'est-à-dire vers une accommodation de plus en plus complexe à des genres différents d'influences externes. C'est ainsi que chaque type organique, parti d'une forme peu évoluée, est allé en se compliquant et en se ramifiant, tendant vers une culmination qui ne saurait être absolue, précisément parce que, durant cette lente évolution des êtres, le milieu qui les façonne indirectement tend lui-même à modifier ses actions. L'être dont la structure est le plus complexe, c'est-à-dire l'animal ou le végétal adapté au plus grand nombre de forces extérieures, est précisément celui dont l'équilibre est le plus instable. Les moindres changements dans les conditions ambiantes ont beaucoup de chance de l'intéresser et, par conséquent, de nuire à son existence.

C'est bien en suivant ces lois que se succèdent dans le temps les types végétaux. Dans un groupe donné, l'évolution a peu à peu produit des types complexes, d'une structure spécia-

Digitized by Google

lisée et délicate, représentant, pour ainsi dire, l'expression la plus rigoureusement déterminée de l'adaptation de ce groupe; mais les changements géologiques ont toujours été pour chacun de ces types le signal de la désagrégation. Seules les formes relativement infimes, moins différenciées, mais compensant souvent, par leur très grande fécondité, une faible détermination individuelle, persistent et demeurent susceptibles de se plier aux conditions nouvelles, et ces mêmes conditions nouvelles sont d'ordinaire pour elles l'occasion d'un essor inespéré, capable de les reporter à un niveau organique supérieur à celui de leurs sœurs aînées.

Ces notions suffisent déjà pour faire comprendre le sens général des études paléontologiques, quel que soit le point de vue spécial auquel se place l'observateur. Si, considérant dans tout son ensemble la flore des temps anciens, le botaniste recherche les modifications qu'elle a pu subir dans sa constitution, il constate, ainsi que nous l'indiquions plus haut, qu'au sein des couches primitives la vie végétale, encore proche de son origine, n'est représentée que par des Algues; puis, que les Cryptogames terrestres se montrent et se diversifient de manière à atteindre dans les terrains paléozoïques le « summum » de leur différenciation organique.

Les végétaux gymnospermes ont fait à ce moment leur apparition, et ils aboutissent après un temps fort long à une prépondérance qui coïncide justement avec le déclin des groupes précédents. — Enfin, les Angiospermes se montrent elles-mêmes : d'abord obscures et subordonnées, plus tard florissantes, elles constituent, dès la fin de temps secondaires, l'élément principal de la végétation, au-dessus des derniers représentants des familles autrefois dominatrices. Ce tableau a été tracé bien souvent; nous ne voulons pas l'ébaucher de nouveau ni insister trop longtemps sur sa signification.

Nous nous sommes efforcés, dans un premier chapitre, de montrer que des transitions morphologiques et embryogéniques réelles existaient entre les divers types de plantes de la nature actuelle. L'esprit conçoit sans effort comment des « Thallophytes » primordiales les plantes terrestres ont pu se dégager suivant deux directions assez distinctes. Nous croyons avoir exposé, sans nous écarter des opinions généralement acceptées

Digitized by Google

par les botanistes, le développement progressif du système végétatif secondaire, à peine ébauché chez les *Hépatiques* et les *Mousses*, déjà prépondérant, au contraire, dans les *Fougères*, les *Équisétacées*, les *Ophioglossées*, et subordonnant toujours davantage l'appareil thalliforme sexué qui ne se montre plus, chez les *Lycopodinées*, les *Rhizocarpées*, les *Gymnospermes* et les *Angiospermes*, que comme un rudiment cellulaire dans lequel cependant on peut retrouver le souvenir du tissu fondamental des *Thallophytes*.

Cette histoire contemporaine du monde végétal fait déjà ressortir l'existence d'un certain nombre de stades susceptibles de comprendre quelquefois des types organiques divers et représentant assez exactement les étapes successives de ce règne. Ce sont ces stades, qui nous apparaissent comme la résultante d'une série d'évolutions particulières de groupes secondaires, dont nous voulons suivre pas à pas les péripéties, en nous plaçant à la fois au point de vue morphologique ordinaire et au point de vue paléontologique. Combinant les données fournies par l'étude des types actuels avec les documents tirés de la connaissance des flores fossiles, il nous sera possible d'introduire, dans le tableau généalogique des plantes, d'autres stades intermédiaires établissant des transitions encore mieux ménagées et dont l'existence est expliquée nettement dans les phénomènes embryogéniques; ces mêmes stades, nous pouvons les dégager inductivement de la simple considération des formes actuelles; mais ils possèdent réellement une valeur objective, et nous les trouverons représentés, pour la plupart, dans les temps anciens, par des organismes parfaitement autonomes et ayant vécu de leur vie individuelle.

Nous considérerons avant tout les plantes prototypiques ou « Protophytes », que l'on pourrait encore désigner sous le nom de « Thallophytes » pour rappeler leur système végétatif. Nous n'avons pas à nous attarder sur le groupe des Champignons, types inadaptifs, chez lesquels le régime parasitaire a arrêté tout essor en faussant même les caractères propres à la vie végétale, dont la chlorophylle est l'élément actif indispensable. Les Lichens, ces sortes de plantes artificielles provenant de l'union d'un Champignon et d'une Algue, ne nous semblent pas davantage mériter un examen spécial. Ces êtres dont l'évolution

Digitized by Google

ne devait aboutir qu'à des différenciations d'un ordre secondaire ont pu exister au sein des premières flores cryptogamiques terrestres. En effet, des *Mycelium* de Champignons ont été observés dans les débris de bois fossiles des terrains houillers de l'Europe et de l'Amérique. On conçoit comment les dépôts le plus souvent marins des terrains secondaires n'ont pas été favorables à la conservation de ces plantes, mais on retrouve leurs traces avec les formations lacustres des terrains tertiaires. Il ne semble point du reste que ces vestiges fort incomplets soient l'indice de types différents de ceux de la nature actuelle. Il est évident que les changements divers qui ont impressionné les végétaux terrestres n'ont dû avoir qu'une bien faible action sur ces parasites, n'exigeant pour leur développement que de l'humidité et des tissus végétaux vivants ou décomposés, conditions qui ont pu toujours être réalisées sans modifications notables, durant toute la longue série des temps géologiques, dans quelque région des terres émergées. Dans une certaine mesure, ces remarques s'appliquent aux Algues qui au cours de leur évolution n'ont point abandonné leur milieu liquide primitif, au sein duquel toutes les modifications biologiques qui façonnaient les Cryptogames terrestres n'avaient qu'une faible énergie. Aussi, la diversification des Algues a-t-elle été lente dans sa progression et incapable de produire des types d'une complexité aussi grande que celle des membres de la flore terrestre qui s'en est détachée. Mais cette considération a besoin d'être développée par un examen assez approfondi de l'embranchement tout entier, défini dans son rôle actuel comme dans son passé.

En l'état de nos connaissances, une classification méthodique des Algues ne peut être arrêtée d'une manière définitive dans tous ses détails. Ce vaste groupe contient des types fort différents les uns des autres, mais, il faut bien le dire, la plupart encore imparfaitement connus, surtout en ce qui concerne leurs phénomènes de reproduction. C'est cependant sur des considérations tirées uniquement des modes de génération que l'on cherche à baser le plus souvent cette classification des Algues. Dans une section inférieure, on réunit les « Palmellacées », les « Nostocs », les « Oscillaires », les « Rivulaires » (*Chlorophyllophyceæ* et *Cyanophyceæ*), formés par des thalles uni ou paucicellulaires[1]

1. Consultez la figure 2, p. 28.

Digitized by Google

et ne se reproduisant que par scission, fragmentation ou spores agames. C'est bien là le point de départ de tout l'embranchement et on doit croire que c'est de cet état primitif que divergent tous les autres types. On pourrait ainsi établir, non pas une classification linéaire, mais un groupement rayonnant des diverses familles, groupement que nous ne voudrions pas cependant essayer, car nous sommes encore bien loin de connaître la valeur relative des diverses familles comprises autrefois dans la section des Algues vertes. Il est dans tous les cas un point indiscutable,

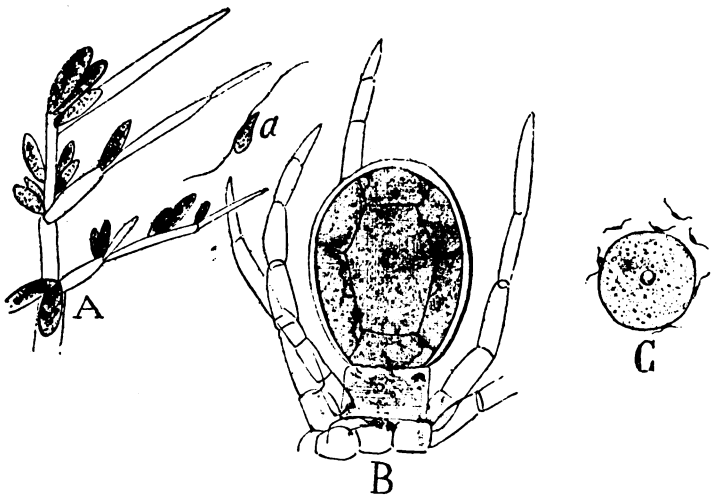


Fig. 14. — *Fucus vesiculosus*, organes reproducteurs. — A, Anthéridies; *a*, anthérozoïde. B, Oogone ou archégone; C, Oospore fécondée par les anthérozoïdes.

c'est que le type des *Floridées*, avec son appareil végétatif très différencié et ses phénomènes reproducteurs si complexes[1], que nous avons analysé dans le précédent chapitre, s'élève considérablement au-dessus des autres groupes de formes. Les *Fucoïdées* et les *Phéosporées*, munies de thalles d'une structure relativement élevée, présentent des processus reproducteurs beaucoup plus simples: les spores femelles mises en liberté, immobiles dès l'origine (Fucacées) ou bientôt fixées (Phéosporées, d'après Falkenberg), reçoivent l'imprégnation d'une

1. Consultez les figures 3, 4 et 5, p. 31 à 34.

Digitized by Google

spore mâle agile (anthérozoïde) et leur germination donne naissance à un thalle nouveau. Les Characées, d'une constitution générale fort remarquable, n'offrent que des particularités morphologiques secondaires dans leur reproduction, que l'on peut comparer à celle des Fucacées. Ces quatre grandes sections des *Floridées*, des *Fucoïdées*, des *Phéosporées* et des *Characées* nous offrent sans contredit l'expression la plus élevée de l'organisme des Protophytes. Plus bas, mais se rattachant toujours au même point d'origine, nous pouvons placer sans ordre bien arrêté une foule de familles secondaires dont les thalles, d'une extrême délicatesse, n'auraient pu laisser pour la plupart aucune trace dans les couches des diverses époques géologiques. Les « Œdogoniées », simples files de cellules susceptibles de générations alternantes très compliquées, les « Volvocinées », les « Pandorinées », les « Ulotrichées » et les « Hydrodyctiées », dont les spores mobiles s'unissent pour la reproduction, les « Ulvacées », les « Confervacées » et les « Chétophorées », dont le thalle est d'une structure plus complexe et dont la génération assez mal connue semble également résulter de zoospores susceptibles de germer avec ou sans conjugation, les Zygnémacées chez lesquelles la conjugation s'éffectue entre deux cellules encore adhérant au thalle ; enfin, les « Diatomées » et les « Siphonées », plantes unicellulaires des plus curieuses, dont les téguments coriaces ou siliceux ont pu résister aux agents de sédimentation. Nous touchons avec ces deux dernières sections aux formes les plus élémentaires de la vie. Une seule cellule, nous l'avons dit, suffit pour les constituer.

Chez les Diatomées, la membrane de cette cellule est encroûtée de silice et montre des sculptures fort délicates, particularités qui sont déjà indiquées dans le groupe très voisin des « Desmidiées ». Ces plantes contiennent de la chlorophylle masquée, comme chez les Fucacées, par un pigment brun. Les Diatomées vivent en abondance dans les eaux douces et dans les eaux marines, isolées ou groupées au sein d'une substance gélatineuse. Elles possèdent l'étrange propriété de se déplacer par un mouvement régulier de reptation. Leur reproduction consiste soit en une segmentation agame produisant deux cellules filles dont la coque cellulaire s'unit à l'une des valves de la cellule mère, soit en un phénomène de conjugation qui donne naissance à de

Digitized by Google

grandes cellules dites « Auxospores » et également revêtues de silice.

On le voit, les Diatomées, malgré leur aspect un peu exceptionnel, résultant uniquement de leurs membranes siliceuses, se rangent parmi les véritables Protophytes, mais parmi les plus élémentaires, et l'on comprend que la différenciation morphologique qu'elles représentent ait pu se réaliser très promptement et dès l'origine de la vie végétale. Nous trouvons aisément la confirmation de cette hypothèse. Grâce à leurs carapaces, les Diatomées ont pu se conserver dans les couches des divers terrains. Elles constituent dans quelques cas des amas considérables au sein des formations tertiaires. Elles n'ont été que très imparfaitement recherchées dans les assises anciennes; cependant M. Castracani a découvert dans les houilles de l'Angleterre un assez grand nombre de Diatomées se rapportant toutes aux types de la nature actuelle. Huit espèces de ces Diatomées fossiles vivent encore aujourd'hui et ont pu par conséquent traverser sans modification toute la longue suite des temps secondaires et tertiaires. Ce sont : *Fragillaria Harrisoni* Sm. *Epithemia gibba* Ehr., *Sphenella glacialis* Ktz., *Gomphonema capitatum* Ehr., *Nitschea curvula* Ktz., *Cymbella scotica* Sm., *Synedra vitrea* Ktz., *Diatoma vulgare* Bory.

Ce fait important concorde bien avec les considérations que nous exposions plus haut à propos de la résistance des organismes inférieurs; il démontre d'une manière indiscutable que les types d'une grande simplicité ont rapidement atteint leur stade définitif et ont pu se perpétuer ensuite sans être trop impressionnés par les changements biologiques.

Des considérations de même nature engagent le paléontologue à rechercher dans les couches marines les plus anciennes les traces de ces Algues unicellulaires que nous avons désignées sous le nom de « Siphonées ». Les Siphonées réalisent évidemment la différenciation la plus élevée dont les Algues prototypiques puissent avoir été susceptibles. Leur thalle n'est en effet constitué, comme celui des familles les plus élémentaires, que par une seule cellule, mais cette cellule par ses développements exceptionnels forme des plantes de grande taille, offrant des régions axiles ou appendiculaires distinctes. Rien de plus naturel que de supposer que ces Algues d'une apparence si

Digitized by Google

complexe, mais en réalité d'une structure si simple, aient joué dans les mers anciennes le rôle prépondérant qui devait plus tard être l'apanage des Fucacées ou des Floridées, dont l'organisation indique bien réellement une évolution plus récente.

Une Siphonée procède d'une cellule reproductrice provenant d'ordinaire elle-même de l'union de deux zoospores. La conjugation de ces corpuscules fécondateurs a été observée chez l'*Acetabularia mediterranea* et ce processus qui se rapporte aux premières ébauches de la sexualité doit être commun à la plupart des membres de la famille. Les « Vauchériées » qui sont les Siphonées des eaux douces ou saumâtres montrent cependant une différenciation sexuelle plus avancée. Dans tout le groupe, les éléments reproducteurs naissent dans des prolongements appendiculaires à peine séparés par un étranglement des parties voisines de la cellule; mais, tandis que d'ordinaire, par exemple chez les *Codium*, les *Bryopsis* ou les *Halimeda*, toutes les vésicules reproductrices donnent des zoospores, chez les *Vaucheria* le thalle produit des vésicules de deux sortes, les unes homologues de celles qui produisent des zoospores dans les Siphonées marines, les autres dites « oogones » contenant une masse protoplasmatique immobile et assez volumineuse dans laquelle viennent pénétrer les zoospores des vésicules voisines, qui peuvent dès lors prendre le nom d' « anthéridies ». Il n'est point impossible que des phénomènes analogues soient constatés dans d'autres types de la famille, dont les actes reproducteurs sont encore imparfaitement connus; mais ces seules indications suffisent pour faire comprendre que le groupe possède une valeur systématique assez grande et qu'il comprend des types plus ou moins évolutionnés, au point de vue sexuel, tandis que le système végétatif a conservé dans tous les cas sa simplicité primitive, tout en se diversifiant outre mesure en deçà des limites de cette simplicité.

Rien de plus polymorphe, en effet, que ce thalle des Siphonées. La cellule reproductrice peut, au moment de sa germination, prendre un très grand accroissement en devenant globuleuse, comme chez certains *Valonia*. Mais, même dans ce cas, des prolongements apparaissent bientôt sur la vessie originaire, qui revêt, en fin de compte, l'aspect d'une grappe. D'autres fois, les renflements moins accentués restent pyriformes ou simplement

Digitized by Google

tubulaires comme dans les *Vaucheria*. Les ramifications de la cellule primitive s'étagent chez les *Bryopsis* ou chez les *Caulerpa*, de manière à simuler un axe garni d'appendices cylindriques aplatis et phylloïdes. Des tubulures spéciales se dégagent sous l'aspect de crampons rhizoïdes. Quelquefois, chez les *Chauvinia*, les faux appendices deviennent infundibuliformes ou renflés en massue et subdivisés à leur extrémité. Ils se groupent en petits verticilles superposés chez quelques *Herpochœta*. Enfin, toutes les ramifications de la cellule se subdivisant sans cesse, s'anastomosant ou s'accolant dans un feutrage inextricable, constituent des thalles lamelleux, comme celui des *Udotea*, ou cylindriques, plus denses à la périphérie et diversement subdivisés, comme chez certains *Codium*. Une complexité un peu plus grande peut résulter de l'étranglement des ramifications qui prennent l'aspect articulé; mais cette modification ne va pas jusqu'à constituer un vrai tissu cellulaire. Enfin, dans certains cas, les parois de la cellule s'encroûtent de calcaire, et les thalles qui résultent de ce phénomène pourraient être confondus avec ceux de certaines Floridées. En effet, les *Halimeda* et les *Cymopolia*, Siphonées véritables, miment assez exactement les « Corallines ». Mais le thalle de ces Siphonées calcaires est susceptible de se diversifier bien plus encore, et de prendre des aspects absolument inusités, comme celui des *Acetabularia*. On le voit, ce groupe particulier de Protophytes, malgré sa structure élémentaire, a pu réaliser des différenciations morphologiques d'une grande complexité relative. Il est actuellement représenté dans toutes les mers, surtout dans les mers chaudes, et il est naturel d'admettre que son rôle ait été plus prépondérant encore dans les océans primitifs. Il est vrai que les données tirées du seul examen d'empreintes thalloïdes, incomplètement conservées, ne pourraient à elles seules conduire qu'à des probabilités, mais la supposition revêt un caractère de certitude depuis que M. Munier-Chalmas a démontré qu'un grand nombre d'Algues fossiles des terrains triasiques et secondaires, autrefois considérées comme des restes d'animaux, avaient appartenu réellement à des Siphonées calcaires analogues, sinon identiques, aux *Cymopolia* et aux *Acetabularia* actuels.

Les Algues élémentaires, uni ou paucicellulaires, représentent pour nous les premières ébauches de la vie végétale, et, tandis

Digitized by Google

qu'une partie de ces organismes protophytiques s'accommodait de l'habitat à l'air libre et s'établissait sur le sol émergé, une autre partie ne quittait pas le sein des eaux. Celle-ci, tout en conservant une structure exclusivement cellulaire, se différenciait pourtant peu à peu, de manière à atteindre par quelques-unes de ses séries une assez haute perfection relative.

Ce monde des Algues offre ainsi par lui-même un intérêt des plus vifs, qui ne peut que grandir dès que l'on s'attache pour l'interroger aux plus anciennes formations géologiques. L'étude des Protophytes submergées ou flottantes, multipliées en quantité sans doute innombrable au sein des océans primitifs, promettrait assurément des merveilles, s'il nous avait été donné de la poursuivre et de la compléter. Mais une considération applicable aux plantes marines de tous les temps et relative à la nature souvent inconsistante de ces végétaux suffit pour expliquer l'extrême pénurie, à ce point de vue, de la plupart des terrains. Si grande que soit cette pénurie, elle n'est cependant pas absolue, et les exceptions, à raison même de leur nombre restreint, n'ont que plus de droit à notre examen attentif. De nos jours, les Algues ne sont pas également incapables de résister au choc des vagues, ni assez délicates pour ne donner lieu à aucune empreinte un peu nette, une fois ensevelies sous les sédiments. Il en est de cartilagineuses qui se détruisent difficilement, et l'on ne peut guère douter que nos Laminaires, nos Sargasses, nos *Chondrus*, que les marées rejettent en si grande abondance sur les côtes, ne soient destinés à laisser des vestiges au sein des couches en voie de formation, à la seule condition de rencontrer des circonstances de nature à favoriser leur passage à l'état fossile. Il en a été assurément ainsi dans les temps les plus reculés, et si nous avons perdu tout vestige de la plupart des Algues primordiales, celles en plus petit nombre sans doute dont les thalles étaient fermes, à la façon de nos Laminaires, ont dû, par contre, échapper à la destruction. Cette conviction est la nôtre, bien que le fait lui-même ait été, sinon révoqué en doute, du moins atténué dans ses conséquences par certains esprits.

Par suite de ces raisons, nos observations seront restreintes forcément à certains types qui ont visiblement joué un rôle considérable dans la flore marine d'autrefois ; les uns appartiennent exclusivement au silurien, c'est-à-dire aux temps paléozoïques

Digitized by Google

les plus reculés; les autres commencent à paraître sur ce même horizon, mais leur existence s'est ensuite prolongée, sans beaucoup de changements, à travers une longue série d'étages. La première de ces deux catégories comprend, avec les « Bilobites » (*Bilobites* Dekay), les *Fraena* Rouault, les *Chrossocarda* Schimp, les *Arthrophycus* Hall (*Harlania* Gœpp) [1], les *Eophyton* Torrell, qui tous ensemble paraissent avoir possédé le même type d'organisation, bien que distincts par le genre, peut-être même par la famille. La seconde catégorie vise par-dessus tout les formes réunies sous la dénomination collective d' « Alectoruridées », mais elle englobe aussi plusieurs autres types d'Algues, également remarquables par leur extrême longévité, bien que sans affinité apparente de structure avec les précédentes : ce sont les « Paléophycées », et enfin les « Chondritées ».

Si l'on excepte les Chondritées qui, au premier abord, reproduisent assez bien l'aspect extérieur de plusieurs de nos Algues, par exemple des Gigartinées, qui appartiennent aux Floridées, ainsi que des *Chordaria* Ag., *Cladosiphon* Kutz., etc., les autres formes énumérées ci-dessus paraissent n'avoir eu de lien direct d'aucune sorte avec les formes de nos mers actuelles. Or, quoique par elle-même elle n'ait rien d'étrange, lorsqu'on se place à une pareille distance, cette absence d'affinité, même éloignée, a été un des motifs qui ont le plus engagé certains naturalistes à repousser l'attribution au règne végétal des empreintes en question.

En dehors des motifs que nous ferons valoir plus loin, une observation, qui nous est personnelle, nous persuade de reconnaître la nature végétale de beaucoup de ces restes, sinon de tous. Nous croyons, en effet, qu'il ne s'agit ici ni de pistes ou de traces d'animaux quelconques ni de tubulures d'Annélides, mais bien d'Algues primordiales se rattachant aux types inférieurs de la classe, particulièrement aux Siphonées. L'hypothèse n'a rien d'improbable par elle-même et, puisqu'en définitive les Algues supérieures sont des plantes différenciées, sorties d'une adaptation spéciale, et dont les types les mieux caractérisés semblent, comme nous le verrons, ne s'être répandus que fort tard au sein

1. Ces divers genres correspondent aux *Diplochordées* et aux *Arthrophycées* de Schimper. — Voy. *Handbuch der palæontol.*, II, p. 51-54; les *Tænidium*, Hr., du flysch, représentent peut-être des *Arthrophycus* amoindris.

Digitized by Google

des mers, il n'y a rien qui puisse surprendre à ce que ces Algues aient été précédées dans le temps par des formes plus élémentaires, d'une structure probablement unicellulaire, et assimilables à nos Siphonées.

L'argument principal que nous invoquons, pour voir dans ces formes des Thalassophytes, a trait au mode de fossilisation qui distingue la plupart d'entre elles. Un corps organisé, il est nécessaire de le rappeler ici, a plusieurs manières de laisser des vestiges de sa propre substance. S'il est mou ou sujet à se dissoudre aisément, comme beaucoup d'animaux, il disparaîtra promptement, ou bien, ainsi que cela a lieu pour les vertébrés et les testacés, les parties dures seront les seules à se maintenir, et ces parties, selon les cas, pourront, soit donner lieu à un moule creux comblé plus tard par le sédiment, soit arriver jusqu'à nous plus ou moins altérées et infiltrées, mais cependant assez intactes pour se détacher de la gangue rocheuse qui les renferme. Il en est de même des végétaux ; cependant ceux-ci, lorsqu'ils ne sont ni trop inconsistants ni trop menus, se désorganisent moins vite que les animaux au contact de l'eau ; même après avoir été submergés, ils conservent assez longtemps leur structure et leur forme. Dans ces conditions, tout le monde le sait, les végétaux ont donné lieu à des empreintes plus ou moins délicates, selon les cas. Ces empreintes sont le plus souvent de véritables moules creux, l'organe lui-même s'étant réduit peu à peu à l'état de résidu charbonneux, ou ayant totalement disparu. D'autres fois cependant cet organe, lorsqu'il était mince et frêle, pénétré des mêmes sucs chimiques que la roche en voie de formation, s'est trouvé incorporé au sédiment et comme incrusté dans la substance de celui-ci [1]. Mais, en dehors de cette dernière circonstance, toute partie d'un végétal quelconque, recouverte par un lit de sédiment, dans des conditions propres à favoriser

1. Il faut réserver, bien entendu, les cas où une substance minérale amorphe, comme la silice, le carbonate de chaux ou de fer, le sulfure de fer ou tout autre, contenue à l'état de dissolution dans les eaux qui imbibent un végétal résistant de sa nature, s'est déposée de manière à conserver intact le squelette complet des parties intimes de l'organisme. C'est là un mode de fossilisation bien connu, qui fournit un puissant moyen d'investigation, mais qui ne saurait agir pour sauvegarder un végétal, toutes les fois qu'il s'agit d'une plante charnue ou cartilagineuse, destinée par conséquent à se dissoudre au bout d'un temps déterminé.

Digitized by Google

son passage à l'état fossile, a donné lieu à un moule exact de ses deux surfaces, moule que la pression des lits supérieurs n'a fait que rendre plus fidèle, tout en déformant graduellement la saillie du corps organisé, qui s'aplatit forcément dans une certaine mesure par l'effet de cette pression.

Ces notions sont élémentaires; elles sont, en outre, d'une vérification facile et, qu'il s'agisse du végétal lui-même, soit minéralisé, soit simplement carbonisé, ou bien qu'il soit question d'un moule creux, on constate toujours une compression plus ou moins forte, parfois considérable, dont le résultat a été de communiquer un contour horizontalement ellipsoïde aux parties originairement cylindriques.

Lorsque l'on ouvre certains de ces moules, on voit qu'ils sont restés vides, ou que l'ancien organe, réduit à un mince noyau charbonné, en occupe l'intérieur, ou bien encore on reconnaît qu'un enduit ocreux tapisse cet intérieur. D'autres fois une substance spathique ou minérale quelconque, introduite postérieurement, remplace dans le moule la matière organique disparue. Mais, dans plusieurs autres cas, appartenant à un grand nombre d'étages, d'un bout à l'autre de la série des terrains, les choses se sont passées différemment; un mode de fossilisation tout particulier se présente, et nous attirons d'autant plus volontiers sur lui l'attention des géologues que nous ne l'avons vu mentionné jusqu'à présent dans aucun traité [1]. Du reste, ce mode de fossilisation nous paraît avoir été à peu près exclusivement propre au règne végétal.

Il faut concevoir d'abord une désorganisation lente et graduelle du corps préalablement moulé. Il faut admettre ensuite que le sédiment du dépôt, obéissant à la poussée continue des lits supérieurs, descende au fur et à mesure des progrès de cette désorganisation. La destruction tardive dont il s'agit est bien celle qui caractérise les végétaux en général, et plus spéciale-

1 M. d'Archiac, dans son *Cours de paléontologie stratigraphique*, ni M. Schimper, dans le chapitre IV de son *Traité de paléontologie végétale* (t. Ier, p. 29 et suiv.), ne distinguent clairement le mode de fossilisation dont nous voulons parler. M. Schimper fait seulement allusion (t. Ier, p. 31) à l'affaissement du moule sur lui-même, amenant le contact et la confusion des deux faces opposées de l'empreinte. Mais cette confusion ne saurait exister dans le cas que nous exposons, puisque le creux se trouve préalablement rempli par la même substance sédimentaire dont la roche encaissante est formée.

Digitized by Google

ment ceux qui, par leur structure ferme, charnue ou cartilagineuse, résistent plus longtemps à l'action de l'eau.

Analysons ce qui doit se passer dans de semblables circonstances ; puis nous aurons à signaler quelques exemples à l'appui de nos assertions.

Nous supposons, ce qui n'a rien que de naturel, une sédimentation relativement active, marno-sableuse ou calcaire, dont la pâte demeure molle et plastique, assez longtemps avant de se consolider. L'organe fossile donnera lieu forcément à un moulage exact de ses contours. Tant que cet organe conservera sa fermeté, le moule exprimera l'apparence réelle du contenu ; mais si l'organe vient à se ramollir et à s'altérer, le moule cédant à la pression perdra peu à peu de sa convexité ; il s'affaissera plus ou moins, suivant les effets plus ou moins rapides de la désagrégation des tissus ; finalement, l'eau chargée de sédiment et le sédiment lui-même s'introduiront dans le vide qui se produira, et la voussure supérieure du moule graduellement déformée, puis confondue avec le reste du sédiment, entraînera le remplissage de toute la cavité. Il est de toute évidence que la matière de remplissage, l'opération une fois accomplie, viendra s'appliquer sur la concavité de la partie inférieure du moule, seule partie demeurée intacte, comme de la cire contre un cachet, mieux encore comme le flan d'une monnaie sur le coin disposé pour le recevoir. C'est ainsi qu'il survivra, d'une part, un moule creux adhérant à la superficie du lit inférieur et, de l'autre, un moule en relief incorporé à la face inférieure du lit supérieur. Mais ce relief sera nécessairement un « demi-relief », représentant l'ancien organe dimidié, et de celui-ci il ne restera, en définitive, qu'une reproduction de la convexité inférieure de sa superficie, avec les détails de cette superficie, rendus parfois avec une surprenante fidélité. Quant à l'organisation intérieure, elle aura complètement disparu et se trouvera remplacée par une pâte amorphe, identique par sa composition et son grain au reste de la roche encaissante.

Les végétaux fossiles conservés par ce procédé de fossilisation « en demi-relief » sont des plus fréquents, bien que restreints à certaines catégories. Il n'en existe que bien peu d'exemples (à notre connaissance du moins) qui puissent être authentiquement attribués à l'autre règne, si l'on excepte certains cas très rares de

Digitized by Google

Crinoïdes ou encore de bivalves, dont la valve supérieure, au moment du remplissage de l'intérieur, a été brisée par la pression. Ce dernier résultat s'explique par un processus sensiblement analogue, mais non pas identique cependant à celui qui

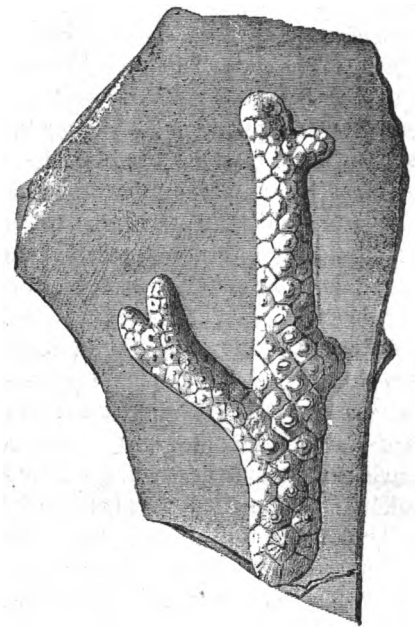


FIG. 15 — *Brachyphyllum nepos* Sap., rameau d'une Conifère jurassique conservée en demi-relief dans les calcaires lithographiques de Cirin (Ain), étage kimméridien inférieur.

vient d'être analysé. Ceux des végétaux ainsi conservés, dont la nature nous est bien connue, nous aideront à comprendre et à déterminer les autres.

Les rhizomes de Nymphéacées, si répandus dans les couches tertiaires lacustres du midi de la France, se présentent constamment en demi-relief. La perfection du moulage est quelquefois telle, que les moindres granulations de la superficie épidermique sont encore visibles; il est facile d'en juger par une magnifique plaque d'*Anœctomeria Brongnartii* Sap., exposée dans les vitrines du Muséum de Paris. Des spécimens exactement semblables du *Nymphæa gypsorum* Sap. se rencontrent dans les

Digitized by Google

gypses d'Aix. Nous possédons jusqu'à des feuilles d'un autre *Nymphæa*, le *N. Dumasii* Sap., de l'oligocène des environs d'Alais (Gard), conservées avec le relief de l'une de leurs faces. Des rameaux de *Brachyphyllum* (*B. nepos* Sap.) et de *Pachyphyllum* (*P. cirinicum* Sap.), conifères à rameaux trapus et à feuilles épaissies en écusson, ont été recueillis dans les calcaires lithographiques de Cirin (étage kimméridien), affectant le même procédé de conservation. Un dernier exemple, et il serait facile d'en signaler d'autres, nous est fourni par le fruit agrégé et probablement charnu ou coriace d'une Spadiciflore jurassique, le *Goniolina* d'Orbigny, type rejeté jusqu'à présent parmi les animaux inférieurs, et dont la nature végétale est cependant bien certaine.

Ces exemples doivent suffire avec d'autant plus de raison, que dans les couches d'Aix, de Saint-Zacharie, d'Armissan, etc., les organes des Nymphéacées, dont la consistance charnue est notoire, offrent seuls le mode de fossilisation en demi-relief, tandis que les cônes des pins et des rhizomes, d'une texture des plus résistantes, comme ceux des Arondinées et des Rhizocaulées, ont au contraire donné lieu à des moules creux, encore occupés par les résidus charbonnés des anciens organes. Il a donc fallu une consistance particulière, que possèdent plus spécialement, à ce qu'il paraît, les plantes aquatiques, pour que la fossilisation en demi-relief vînt à se réaliser, et si ce procédé se montre justement chez les Algues et qu'il soit celui auquel nous devons la conservation des Bilobites, nous aurons moins de peine à admettre que celles-ci aient été réellement des plantes marines, assimilables aux Algues de nos jours par leur habitat et par leur structure, bien que fort éloignées de celles qui peuplent nos mers, susceptibles pourtant d'être rattachées, selon nous, aux formes inférieures et unicellulaires, réunies dans le groupe des Siphonées.

La fossilisation en demi-relief s'observe, non seulement chez les Bilobites, mais aussi dans les *Arthrophycus* Hall, les *Crossochorda* Sch., *Eophyton* Lundg., *Cylindrites* Gœpp., *Siphonites* Sap., *Palæophycus* Hall. Elle est également fréquente dans le groupe entier des Alectoruridées de Schimper, ainsi que dans plusieurs autres genres de plantes marines moins connues, que l'on doit pourtant, par cette raison, considérer comme représentant de véritables Algues.

Une rapide revue de ces types primordiaux est maintenant né-

Digitized by Google

cessaire pour en donner l'idée. La grande taille de beaucoup d'entre eux s'est opposée jusqu'ici à ce qu'ils fussent exactement décrits. On les rencontre le plus souvent par tronçons épars, soit

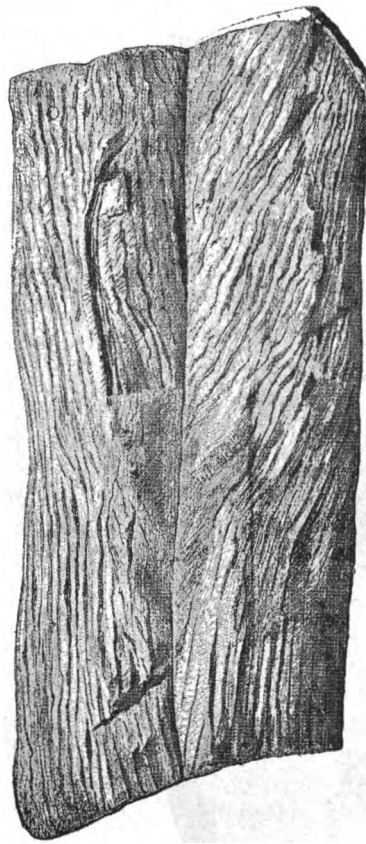


FIG. 16. — *Bilobites furcifera* (d'Orb.), Sap. et Mar. — Base d'un phyllome montrant les deux cylindres accolés sur le point de se confondre. Silurien de Bagnols (Orne). $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

qu'ils se soient accumulés à l'état de débris au fond des eaux, soit aussi par suite de la difficulté de les découvrir sur une étendue suffisante, à la surface des lits explorés. En décrivant ces types, nous donnerons le nom de phyllome au corps de la plante, généralement cylindrique ou subdivisé en rameaux

Digitized by Google

cylindriques ou bien encore conformé en une expansion plus ou moins épaisse, mais dans lequel on ne remarque, dans aucun cas, de distinction entre l'axe et les membres ou appendices.

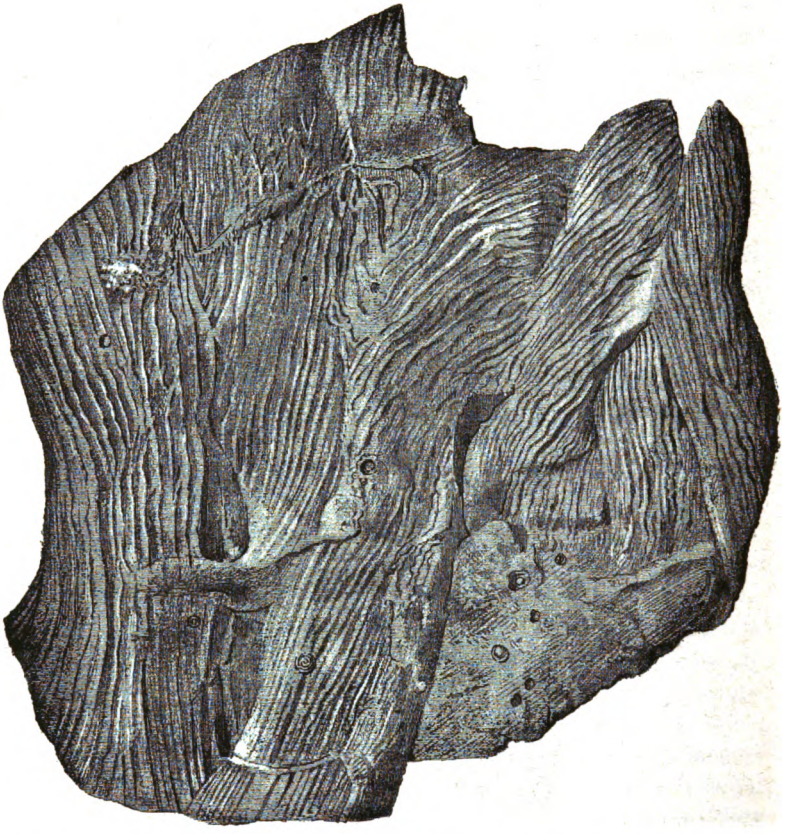


Fig. 17. — *Bilobites furcifera* (d'Orb.), Sap. et Mar. — Partie moyenne d'un autre phyllome, avec des traces d'expansions et de ramifications. Silurien de Bagnols (Orne). $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

La plante, soit simple, soit subdivisée, a dû s'accroître constamment dans une direction, et suivant une zone déterminées, « par l'adjonction apicale ou périphérique de parties similaires à celles déjà existantes ».

Digitized by Google

Les Bilobites [1] se présentent sous la forme de deux cylindres accolés, l'accolade étant marquée par un sillon médian d'où partent des stries obliques et onduleuses qui recouvrent la convexité des cylindres en les entourant d'un réseau de cannelures sinueuses. Les crêtes ou costules qui délimitent les sillons varient dans leur direction et leur saillie, selon les espèces, et les sinuosités du réseau qu'elles constituent sont aussi plus ou moins prononcées; mais leur disposition demeure invariable dans chacune des espèces du genre. Celles-ci paraissent avoir été assez nombreuses et se montrent en grande abondance sur une foule de points du silurien inférieur, en Amérique, en Bretagne, dans la péninsule ibérique, etc. Quelle que soit la nature des Bilobites, on ne saurait contester leur grande diffusion géographique à l'époque des plus anciennes manifestations de la vie. On peut, sans inconvénient, réserver le nom générique de *Fræna* aux formes beaucoup moins répandues, dont le *Fræna Goldfussii* R. est le type, et dont les parois sont finement chagrinées à la surface, mais dépourvues de stries et de cannelures.

On a voulu voir dans les Bilobites le moule d'un animal en marche, à travers le sable ou la vase, et qui aurait été pourvu latéralement d'un appareil d'ambulacres, correspondant au réseau des stries qui sillonnent obliquement le double cylindre; on aurait été encore porté à y reconnaître les rides tégumentaires d'un organisme inférieur inconnu, soit ver, soit mollusque nu. Mais l'animal en mouvement, quelle que puisse être la lenteur de sa progression, ne saurait tracer dans la vase que des stries parallèles et longitudinales.

Si on le suppose immobile et enseveli sur place, comment concevra-t-on la terminaison, soit en avant, soit en arrière, de cette longue succession de parties absolument semblables qui caractérise les Bilobites? Comment, au surplus, la trace ouverte par le passage ou le séjour de l'animal supposé aurait-elle pu persister intacte et vide jusqu'après la consolidation définitive du sédiment? Au lieu d'hypothèses si peu compréhensibles, il suffit d'admettre la nature végétale et la consistance feutrée ou cartilagineuse des Bilobites, pour trouver une solution complète de toutes les difficultés.

1. *Bilobites* Dekay, *Ann. of New-York;* — *Cruziana* d'Orb.; — *Fræna*, M. Rouault, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, VII (1849-50).

Digitized by Google

Mais s'il s'agit réellement d'une plante, comment s'attachait-elle au fond de la mer? Quelle était la conformation du phyllome? Demeurait-il simple ou allait-il en se ramifiant? Enfin, sur quelle sorte de pied ou de base les cylindres accolés des Bilobites s'élevaient-ils? Les recherches et les communications d'un grand nombre de savants, parmi lesquels la reconnaissance

Fig. 18. — *Fræna Goldfussi*, M. Rouault; silurien inférieur de l'Orne, d'après un échantillon communiqué par M. Crié; $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

nous fait un devoir de mentionner M. le professeur Jean Morière, de la Faculté des sciences de Caen, M. le professeur Crié, de la Faculté de Rennes, enfin M. le professeur Vilanova, de Madrid, nous ont fourni les éléments d'une étude instructive de ces diverses questions. Déjà l'un de nous avait remarqué, sur des échantillons de Bagnols (Orne), recueillis par M. Morière, que les cylindres accolés se confondaient parfois inférieurement en un seul, recourbé sur lui-même, comme pour aller rejoindre un point d'attache. Il avait encore observé, malgré la confusion de certaines plaques, sur lesquelles les tronçons de Bilobites paraissent amoncelés en désordre, que quelques-uns des cylin-

Digitized by Google

dres allaient en s'élargissant et se partageant, tout en perdant de leur relief, de façon à produire une sorte d'expansion terminale. Mais c'est à un échantillon du silurien d'Almaden, en Andalousie, recueilli par M. le professeur Vilanova, que nous devons la connaissance précise d'une « souche » ou base de phyllome d'une Bilobite, montrant deux accolades de cylindres, accompagnées d'un cinquième cylindre latéral, divergeant tous d'un même point ou région, et offrant par là une structure tout à fait conforme à celle de l'*Arthrophycus Harlani* Hall, dont la

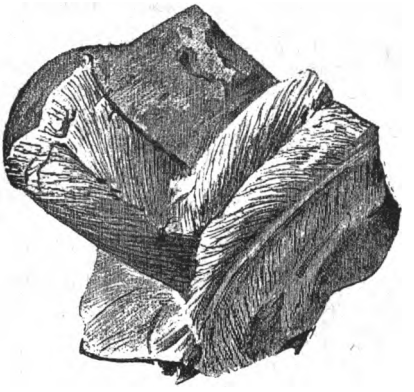


FIG. 19. — *Bilobites Vilanovæ* Sap. et Mar., base d'un phyllome; silurien d'Almaden (Andalousie).

nature végétale n'a jamais été jusqu'ici contestée, que nous sachions. (Voy. la figure 21, A.)

Les cylindres accolés des Bilobites avaient une consistance ferme; leur résistance à la décomposition en fait foi; mais ils étaient probablement lâches et semi-lacunaires à l'intérieur, à la façon des *Codium*. Leur organisation ne différait pas beaucoup extérieurement de celle des *Crossochorda* Schimp., du silurien inférieur de l'Écosse et de Bagnols (Orne). Les *Crossochorda* montrent également une accolade de deux cylindres vers le haut de la plante, dont la terminaison se trouve connue. Les dimensions étaient beaucoup moindres, en sorte que les *Crossochorda* représentent, pour ainsi dire, des Bilobites en miniature. Les parties terminales, telles que nous les figurons, montrent deux bandes

Digitized by Google

convexes séparées par un sillon commissural, d'où partent des stries obliques séparées par autant de costules. Vers le sommet, le sillon s'efface et les costules, de moins en moins prononcées, se confondent, comme si elles naissaient l'une après l'autre de

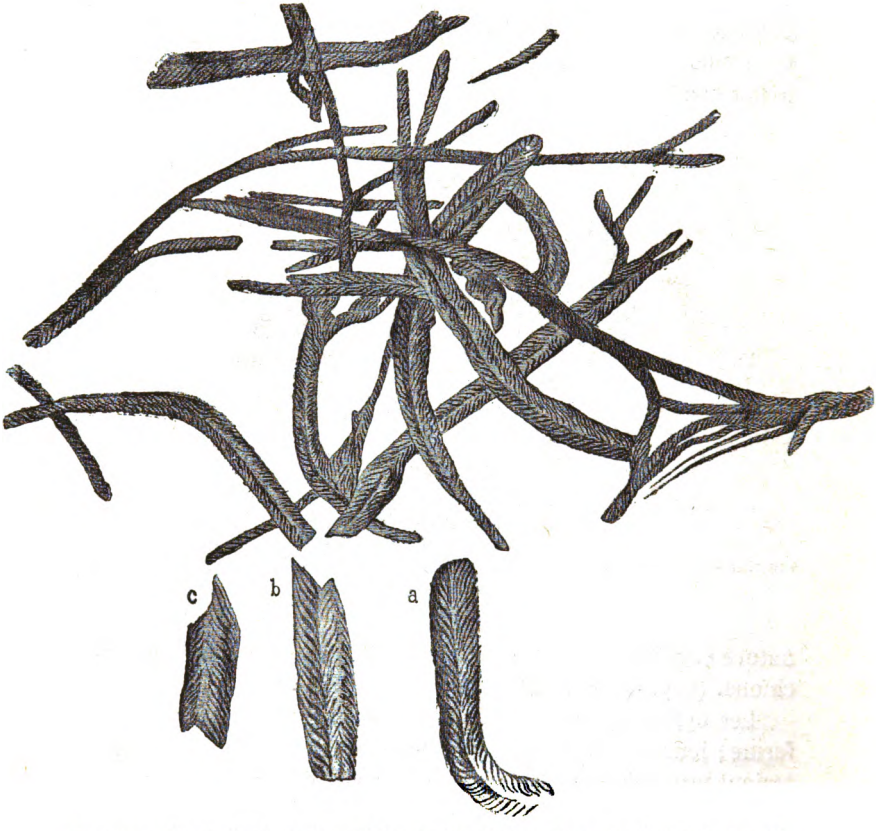


Fig. 20. — *Chrossochorda scotica* Schimper, d'après une plaque du silurien de Bagnols (Orne), communiquée par M. le professeur Morière. On distingue en *a, b, c* plusieurs fragments de phyllome légèrement grossis, dont l'un *a* montre la terminaison supérieure.

l'extrémité médiane du phyllome, dont le contour est obtus. Ces costules s'ajoutaient ainsi une à une, et le phyllome prenait son accroissement par le prolongement apical et continu de son sommet.

Digitized by Google

Il en était visiblement de même des *Arthrophycus*, formés comme les *Bilobites* et les *Crossochorda* de parties cylindriques, soit détachées, soit accolées, et divergeant à partir d'un pied ou souche. Seulement ici, au lieu de sillons obliquement dirigés, on distingue autour de chaque cylindre ou de chaque accolade de cylindres des rainures transverses séparant autant d'anneaux. L'accroissement s'opérait par l'adjonction de nouveaux anneaux, au sommet obtus de chacun des membres ou partitions du phyllome, ainsi que le montre notre figure. Il est à croire

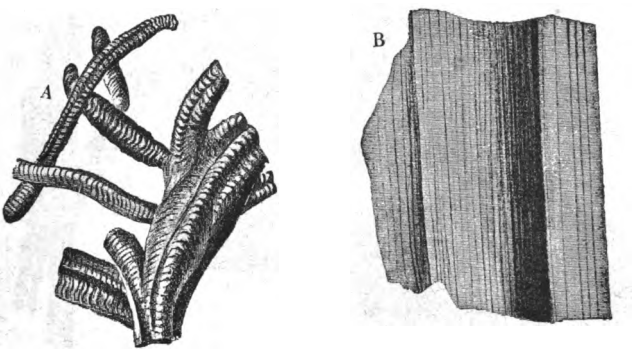


FIG. 21. — A, *Arthrophycus Harlani* Hall, base et terminaison supérieure d'un phyllome silurien d'Europe et d'Amérique. B, *Eophyton Mrierei* Sap. et Mar., tronçon de phyllome ; silurien de Bagnols (Orne).

que le phyllome des *Arthrophycus*, de même que celui des types précédents, se composait d'un tissu feutré et résistant à l'extérieur, de plus en plus lâche et lacunaire dans l'intérieur, comparable à la structure des Caulerpées et des Codiées, en un mot des Siphonées, qui seraient une reproduction affaiblie, au sein des mers actuelles, de ces protophytes siluriens. Quant aux *Arthrophycus*, ils se rencontrent, à divers niveaux du silurien, de la base au sommet de la formation, dans le grès de Médine, aux États-Unis, en Russie, dans des couches synchroniques au calcaire de Wenlock, en Sardaigne et ailleurs.

Les types précédents, même en les assimilant directement aux Siphonées, ont dû former dans les mers siluriennes un seul ordre divisé en plusieurs groupes secondaires, revêtus de carac-

Digitized by Google

tères communs. Les *Cylindrites* Gœpp., à certains égards les *Münsteria* Sternb., peut-être encore les *Gyrochorda* et les *Tænidium* de Heer, genres plus récents, mais aussi bien plus douteux, ont continué les premiers au sein des mers postérieures et

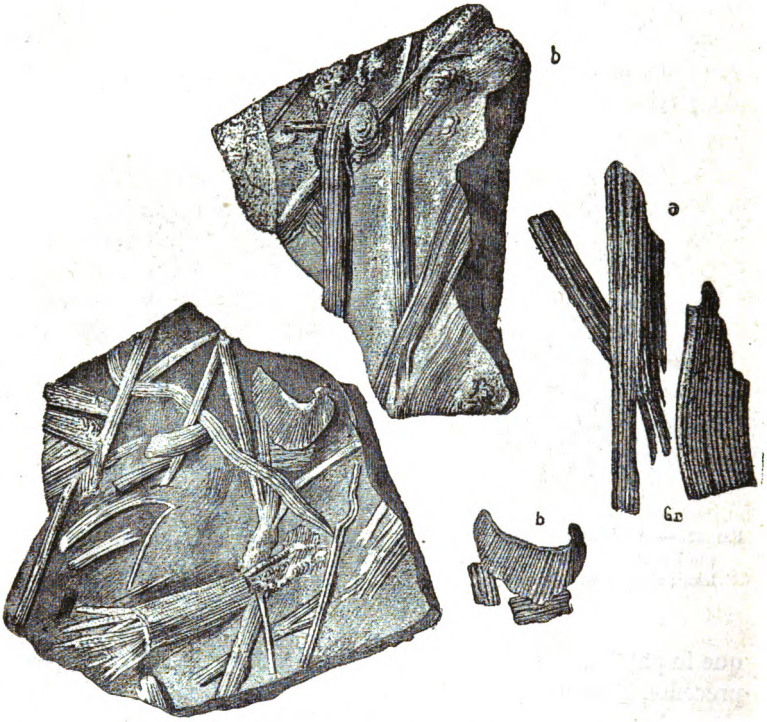


Fig. 22. — *Eophyton Torelli* Sap. et Mar. — Fragments de phyllomes lacérés, conservés en demi-relief à la surface de plaques de grès du silurien inférieur de Scandinavie, d'après des échantillons reçus en communication de M. Nathorst. — On a figuré en *a* et *b* quelques-uns de ces fragments légèrement grossis, pour montrer l'aspect et l'ordonnance des stries longitudinales.

jusque dans le tertiaire. Mais en laissant de côté ce qui est incertain, nous ne voulons pas négliger les *Eophyton* du silurien inférieur de Scandinavie, ni les *Palæophycus* de Hall.

L'*Eophyton* a été découvert par M. le professeur Torell, de Stockholm, qui n'hésita pas à le considérer comme une plante.

Digitized by Google

Depuis, M. Nathorst a voulu ne voir en lui que des rayures provenant d'objets inertes, promenés sur un fond de mer par le remous des vagues; mais il nous paraît impossible d'admettre son explication et de ne pas reconnaître dans les vestiges signalés par M. Torell un organisme végétal, analogue à ceux que nous avons passés en revue, bien que très distinct par le genre, et sans doute aussi par la famille. Ce sont des lambeaux, des tronçons détachés, de toute grosseur et de toute taille, conservés en « demi-relief » et occupant dans le plus grand désordre la superficie inférieure des plaques siluriennes. Quelques-uns de ces lambeaux (voy. nos figures) sont plats et rubannés; d'autres accusent une forme cylindrique; beaucoup paraissent lacérés; tous ont leur surface sillonnée de nombreuses stries longitudinales, parallèlement et régulièrement disposées. Le hasard seul ne saurait avoir produit une semblable ordonnance, non plus que le relief visible de certains échantillons. D'ailleurs ce même genre, ou un type très rapproché, se rencontre dans le silurien de l'Orne[1]; il y est représenté par une grande espèce que nous figurons, et qui consiste en un tronçon de phyllome fortement convexe dans le milieu, accompagné d'une double bordure latérale, marquée à la superficie de rayures longitudinales nettement exprimées. Il est difficile pourtant de se faire une idée du phyllome des *Eophyton* dans son ensemble, ni de son mode de terminaison supérieure.

Quant au *Palæophycus* de Hall, que l'un de nous avait nommé *Siphonites*, avant d'avoir assimilé le type infraliasique de la Côte-d'Or avec celui du silurien d'Amérique, il est certain que la ressemblance, nous dirions presque l'identité du *P. virgatus* J. Hall[2] avec le *Siphonites Heberti* Sap.[3] est une preuve évidente de la permanence de ce type, depuis le début du silurien jusque dans le milieu des temps secondaires. Les *Palæophycus* dont les phyllomes sont simples et tubuleux ou subdivisés en segments

1. Au moment de l'impression, nous recevons de M. le professeur Crié, la reproduction fort exacte d'un très bel exemplaire d'*Eophyton*, conservé en « demi-relief » et recueilli par lui dans le silurien inférieur de la Sarthe (Grès à Bilobites.) M. Crié a donné le nom d'*Eophyton Saportanum* à cette forme, qu'il croit distincte de celle de Suède, mais qui en est sûrement congénère.

2. *Palæont. of New-York*, I, p. 263, pl. 70, fig. 1.

3. *Paléont. française; Vég. jurass.*, I, p. 111, pl. 22, fig. 1-2.

Digitized by Google

cylindroïdes, toujours peu nombreux et obtus au sommet, rappellent mieux que les autres Protophytes primordiales la structure et l'aspect des Caulerpées actuelles. L'échantillon du *Palæophycus Heberti* que nous figurons laisse très bien apercevoir la cavité intérieure du phyllome, par conséquent lacuneux et sans doute unicellulaire, caractères entièrement conformes au rap-

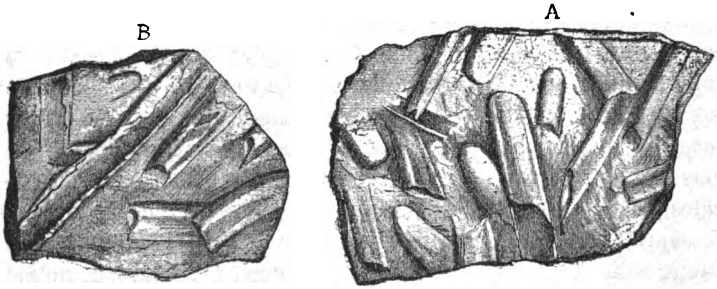


Fig. 23. — *Palæophycus Heberti* Sap., A et B, fragments de phyllome déchirés et laissant voir l'intérieur des tubulures; étage rhétien de Chalindrey (Côte-d'Or).

prochement avec les Caulerpées, que nous signalons comme le plus naturel.

Le groupe sur lequel nous allons maintenant reporter l'attention est aussi remarquable par la netteté de ses caractères que par sa très longue durée, durée qui s'étend du silurien inférieur à la base du pliocène, et pendant laquelle les Algues, réunies sous le nom d'Alectoruridées par Schimper, n'ont cessé d'habiter les fonds océaniques, en conservant exactement la même apparence morphologique, tout en donnant lieu, à ce qu'il semble, à divers sous-genres ou sections secondaires, difficiles à définir et passant peut-être de l'un à l'autre.

Les Alectoruridées comprennent effectivement, dans les limites d'une même famille, les genres paléozoïques *Alectorurus* Schimp., *Spirophyton* J. Hall., *Physophycus* Schimp., observés en premier lieu en Amérique, les genres secondaires ou tertiaires, *Taonurus* F. O., *Cancellophycus* Sap., *Zoophycos* Mass. Toutes ces désignations s'adressent visiblement à des formes alliées de près, sinon absolument congénères; et, tandis que l'*Alectorurus cincinnaticus* Schimp. provient du silurien inférieur de Cincinnati et l'*A. circinnatus* du même niveau en Suède, les *Taonurus*

Digitized by Google

Brianteus Villa et *flagelliformis* F. O. appartiennent au flysch bernois, et une espèce que nous figurons plus loin au miocène supérieur d'Alcoy, dans la province d'Alicante.

Le règne végétal fournit bien peu d'exemples d'une pareille longévité. Parmi les plantes terrestres, les types les plus anciens que l'on puisse signaler comme faisant encore partie de la flore actuelle, les *Equisetum, Selaginella* et *Salisburia,* ne remontent guère au delà du carbonifère récent, au moins sous l'apparence que nous leur connaissons aujourd'hui. Mais entre la plus ancienne Alectoruridée silurienne et la plus récente de ce même groupe, la divergence est tellement faible, qu'on voit bien qu'il s'agit d'un seul et même type.

On a donné d'abord aux empreintes laissées par ces Algues le nom de « coups de balai », à cause des stries et des costules ou cordelettes, contournées en arc ou ramifiées en spirale, qui marquent la surface des phyllomes, dont les bords, quand ils existent, dessinent des sinuosités plus ou moins prononcées, ordinairement cernées par un ourlet marginal. Ces stries, quelle qu'en ait été la nature, partent d'un point basilaire ou encore d'un pied servant de support à l'ensemble de l'organe; on remarque encore qu'elles sont émises le long du bord par une côte latérale; quelquefois cependant cette côte se trouve engagée au milieu du phyllome, qu'elle partage en plusieurs régions en se subdivisant. Quoi qu'il en soit, les stries ou costules donnent toujours lieu à des ramifications repliées en arc sur elles-mêmes en atteignant la marge. Cette marge, comme nous venons de le dire, est accompagnée d'un rebord, d'un ourlet ou d'une baguette, et, pour ce qui est des stries, elles forment une sorte de réseau à mailles étroites et ellipsoïdes, qui résulte de l'anastomose d'une multitude de linéaments obliquement interposés. Ce réseau, visible à la loupe, acquiert parfois une très grande finesse. Il est probable que les mailles de ce réseau ont répondu à des enfoncements, quelquefois même à des percillures creusées dans la substance du phyllome; de là le nom de *Cancellophycus,* adopté par l'un de nous pour désigner des formes jurassiques d'Alectoruridées. L'apparence du phyllome variait certainement beaucoup. Conformé souvent en une lamelle plane, plus ou moins étendue ou sinueuse, il constituait d'autres fois une expansion enroulée en cornet autour de son point

Digitized by Google

d'attache, et il prenait alors l'aspect d'une sorte d'entonnoir évasé, étalé et sinueux à la périphérie. Ailleurs encore il a paru à certains auteurs, comme M. Heer, que le phyllome des Alectoruri-

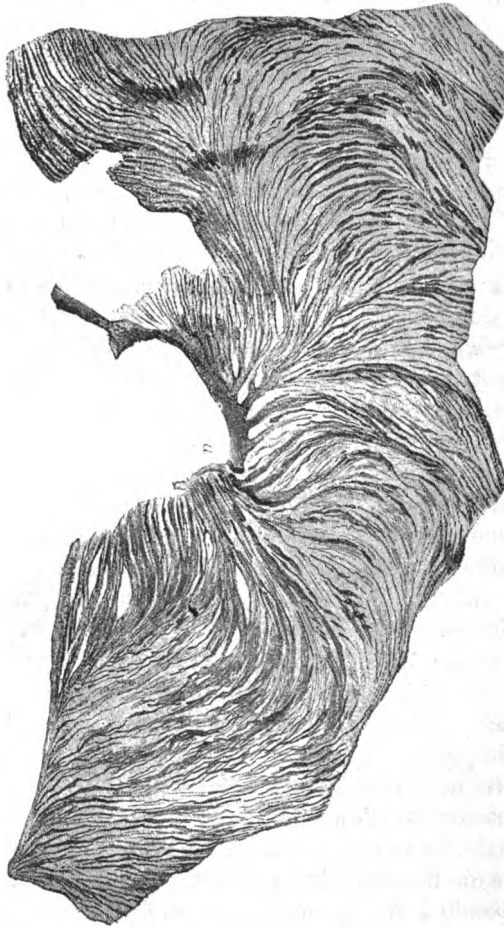


Fig. 24. — *Cancellophycus scoparius* (Thioll.) Sap., phyllome conservé en demi-relief vu par dessous et lacéré vers la périphérie. On distingue en *a* le point d'attache ou pied cartilagineux, tronqué soit par accident, soit par une cassure de la roche, d'après un échantillon provenant de l'oolithe inférieure de l'Hérault, communiqué en 1873 par M. Fabre.

dées avait la configuration d'une vessie ou utricule cyathiforme comprimée, limitée à la périphérie par un rebord plus ou moins épais. Ces appréciations, en apparence si diverses, n'ont rien d'inconciliable, comme nous allons le voir, si l'on veut bien avoir égard à la polymorphie inhérente aux sous-types d'un groupe

Digitized by Google

très uniforme d'ailleurs par la physionomie de ses traits caractéristiques.

Il faut remarquer d'abord l'existence d'un triple mode de conservation pour les Alectoruridées devenues fossiles : ces Algues se présentent en effet, tantôt à l'état de demi-relief, conformément à ce que nous avons établi au sujet des Bilobites,

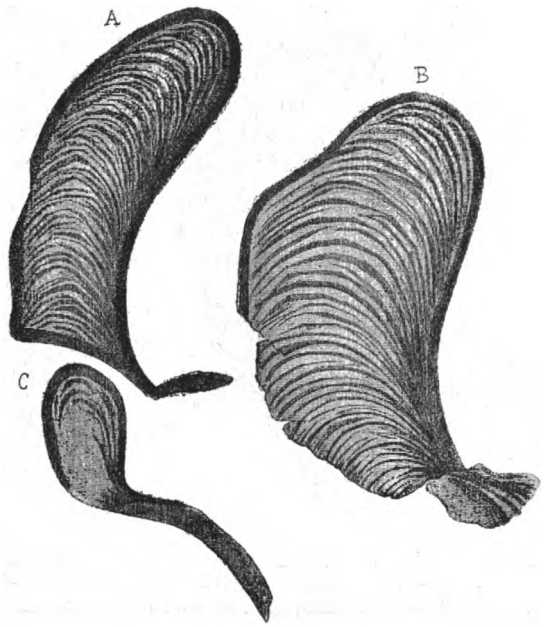


FIG. 25. — *Physophycus marginatus* (Lqx.) Schimp., du groupe de Chemmung, dévonien de Pensylvanie; d'après des figures de M. Lesquereux, représentant des phyllomes qui laissent voir la bordure marginale, et dont deux A et C, montrent leur support.

tantôt à l'état d'empreintes creuses, tantôt enfin en plein relief par suite du remplissage, subséquemment opéré, de la cavité de l'empreinte. Par le premier de ces modes de fossilisation, qui se montre fréquemment chez le *Cancellophycus scoparius* (Thioll.) Sap., nous saisissons l'aspect extérieur et le relief de la face inférieure du phyllome. Le deuxième mode nous traduit l'apparence de l'une ou de l'autre face du phyllome, qu'il est facile de reproduire à l'aide d'un moulage ; par le troi-

Digitized by Google

sième enfin nous possédons l'ancien organe intégralement reconstitué, avec la forme extérieure qu'il présentait autrefois.

La présence d'une bordure ou bourrelet plein et cartilagineux, cernant le phyllome et servant de point d'appui au réseau des stries qui le parcourent, est attestée, chez certaines formes d'Alectoruridées, par des exemples qui ne laissent au doute aucune prise. Il en est ainsi du *Taonurus marginatus* Lqx.[1], du groupe

Fig. 26. — *Glossophycus Camillæ* Sap. et Mar., espèce et genre nouveaux du conchylien des environs du Cannet (Var); phyllome complet cerné d'une mince bordure cartilagineuse, ayant la forme et la consistance d'une baguette, détachée en *a*; $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

de Chemmung (voir plus haut la figure 25). Les figures de Lesquereux montrent distinctement une bande marginale qui suit le pourtour du phyllome et qui forme, en se prolongeant à la base, un support par lequel il était fixé; l'organe dans son ensemble affectait la forme d'une harpe ou d'une raquette allongée. A la surface s'étendent des stries repliées en arc, qui courent de l'un à l'autre bord du phyllome. Les bandes périphériques se montrent çà et là éparses et détachées, comme si elles

1. C'est le *Physophycus marginatus* de Schimper. — Voy. *Coal Fl. of Pensylv. and the carbonif. form. through the United States*, atl., pl. A, fig. 1-7. — Schimp. *Handb. d. Palæontol.*, II, p. 56.

Digitized by Google

eussent constitué autour de l'organe une ceinture cartilagineuse, susceptible d'en être séparée.

Une autre empreinte, provenant du conchylien du Cannet (Var), dénote un type nouveau d'Alectoruridées, à phyllome « linguiforme », marqué de stries longitudinales, reliées entre elles par des linéaments obliques; l'organe laisse voir un rebord marginal en forme de baguette, encore partiellement en place, en partie détaché et pendant. Une de nos figures reproduit ce curieux échantillon, que nous nommons *Glossophycus Camillæ* en l'honneur de Mlle Camille de Colbert, à qui en est due la découverte.

Enfin, des échantillons remarquables que nous devons à M. le professeur Vilanova, de Madrid, et que nous figurons ici (fig. 28) sous le nom de *Taonurus ultimus*, parce qu'ils ont été recueillis dans le miocène récent d'Alcoy, jettent un jour des plus précieux sur la structure des Alectoruridées. Ce sont des moules naturels, provenant du remplissage de la cavité laissée dans le sédiment par l'empreinte d'un phyllome de *Taonurus*. On voit au moyen de ces moules, qui reproduisent exactement tout l'extérieur de l'ancien organe, que celui-ci était fort épais, comprimé dans le milieu et cerné d'un large bourrelet périphérique en forme de boudin.

Le bourrelet marginal circonscrit deux faces opposées et planes, relativement étroites et d'égale dimension, sur lesquelles s'étalent des stries ramifiées en arc qui courent, en s'anastomosant, de l'un à l'autre des bourrelets marginaux. Ces bourrelets sont marqués à la surface de costules longitudinales sinueuses, reliées entre elles par des rameaux obliques; le phyllome, dans son intégrité, s'élevait visiblement sur un pédicule cylindrique, en affectant une conformation sensiblement analogue à celle de l'espèce paléozoïque de M. Lesquereux, dont les échantillons aplatis par la compression ont perdu leur reliel. On reconnaît aisément qu'en dépit de son âge si récent, le type tertiaire d'Alcoy concorde génériquement avec les *Taonurus* et *Cancellophycus* secondaires, de même qu'avec les *Physophycus* siluriens. Son assimilation à ce point de vue, soit avec le *Cancellophycus scoparius* Schimp.[1] (*non* Sap.), soit avec une espèce provenant du conchy-

1. *Handb. d. Palæontol.*, II, fig. 44, non Sap., *Pl. jurass.*, I, pl. 6.

Digitized by Google

lien de Draguignan que nous figurons sous le nom de *Taonurus Panescorsii*, semble parfaitement naturelle.

Quoi qu'il en soit de cette affinité présumée, les exemplaires du miocène d'Alcoy démontrent que les phyllomes des Alectoruridées, au moins dans plusieurs cas, présentaient une notable épaisseur. Dans le plus gros des spécimens que nous figurons, le diamètre des bourrelets marginaux mesure environ 18 millimètres, et l'épaisseur de la lame intermédiaire est de 6 à 7 millimètres; elle est de près de 1 centimètre dans le plus petit des

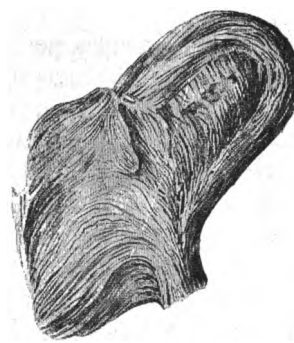


FIG. 27. — *Taonurus Panescorsii* Sap. et Mar., phyllome complet reproduit avec son aspect naturel, d'après le moule d'une empreinte; conchylien des environs de Draguignan (Var); $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

deux échantillons d'Alcoy. Il est concevable, malgré bien des obscurités qui persistent, que l'accroissement des phyllomes ainsi cernés s'opérait sur la périphérie de l'organe, au moyen de l'écart des bourrelets et par la projection de nouvelles costules ramifiées en arceau; il est certain, d'autre part, que les bourrelets ou les bandes cartilagineuses n'étaient pas toujours strictement périphériques chez les Alectoruridées.

Le type le plus ordinaire du *Cancellophycus scoparius* (Thioll.) Sap.[1] montre la bande cartilagineuse, continue avec le support du phyllome, divisée en plusieurs branches qui s'engagent en se ramifiant, à travers l'expansion du phyllome, de manière à procurer à celui-ci un développement pour ainsi dire indéfini.

1. Voy. *Paléont. française, Terrain jurass.; Végétaux*, t. I, pl. 6 et 69.

Digitized by Google

D'après les échantillons conservés en demi-relief, le support aurait été central et basilaire, et le phyllome, contourné sur lui-même, aurait décrit une sorte d'expansion en éventail étalé, prenant sa croissance par la périphérie. Mais il serait fort possible que, dans ce dernier cas, l'accroissement ait été limité à certains points de cette périphérie, et, pour ce qui est de la substance du phyllome, elle a dû être formée d'un tissu plus dense

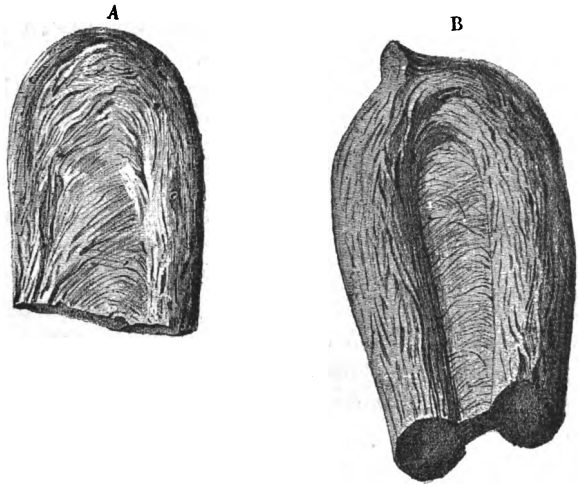


FIG. 28. — *Taonurus ultimus* Sap. et Mar., parties de phyllome, d'après des moules naturels reproduisant l'aspect et la forme de l'ancien organe; miocène supérieur d'Alcoy, province d'Alicante; envoi de M. Vilanova; $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

et plus ferme à la superficie, plus lâche ou même lacunaire à l'intérieur, et cette substance, amincie sur bien des endroits, a pu présenter parfois des rangées de perforations en forme de mailles circonscrites par d'étroites lanières. C'est ce qu'ont paru montrer distinctement, à l'un de nous, les phyllomes de certaines espèces, les *Cancellophycus reticularis* Sap. et *Marioni* Sap., tandis que l'espèce conchylienne de Draguignan, *Taonurus Panescorsii*, laisse voir un réseau superficiel de fines nervures ramifiées, couvrant les deux faces d'un phyllome notablement épais, à partir du bourrelet marginal d'où elles sont émises.

En résumant tous ces caractères, on reconnaît aisément que les Alectoruridées ont dû former une famille à part, actuelle-

Digitized by Google

ment éteinte, ayant une histoire spéciale, et dont les plus anciens représentants appartiennent au silurien inférieur, tandis que les plus récents touchent au déclin des temps tertiaires. Comme les Bilobites, les Arthrophycées et Paléophycées, les Alectoruridées dénotent sans doute des organismes de Siphonées, pourvus de phyllomes unicellulaires, assimilables par cela même aux Caulerpées, ou mieux encore, aux Codiées et aux Udotées, mais constituant une souche latérale très distincte, disparue du fond des mers après une immense durée, comprenant la série presque entière des périodes successives.

Les Chondritées forment, de leur côté, ainsi que nous l'avons dit, un groupe d'Algues parallèle aux précédents, ayant comme eux leur point de départ dans le silurien, et redescendant de même les âges et les périodes pour disparaître ensuite vers le milieu du tertiaire. En effet, malgré leur ancienneté si reculée, les Chondritées étaient encore puissantes et variées à l'époque du flysch, et leurs dernières formes ne diffèrent réellement des plus archaïques, nommées *Bythotrephis* par Hall, par aucune particularité saisissable. Ce sont bien là des plantes dépendant d'un seul et même groupe et congénères selon toute apparence. Une aussi longue permanence des mêmes caractères empêche de croire que les Chondritées aient été des Floridées, malgré leur analogie d'aspect, plus superficielle que vraie au fond, avec les Gigartines. Les Chondritées ressemblent du reste à d'autres genres actuels, particulièrement aux *Chordaria* et aux *Cladosiphon*, mais leur thalle pourrait bien avoir été formé réellement de ramifications à tissu feutré, à l'exemple de celles des Codiées, dont quelques espèces, telles que les *Codium tomentosum*, *tenue et Mulleri*, laisseraient dans les sédiments des empreintes absolument identiques à celles des Chondritées.

Le phyllome ou « thalle » des Chondritées consiste en une tige ou réunion de tiges subdivisées en ramules cylindroïdes, d'après un mouvement sympodique, et dont les dernières partitions plus ou moins menues ou allongées, plus ou moins nombreuses, présentent presque toujours une terminaison apicale obtuse. Les Chondritées constituent sans doute le type le plus élevé, le plus « alguiforme » au sens actuel, de tous ceux qui, à notre connaissance, paraissent avoir peuplé les mers primordiales. Non seulement la longévité du groupe a été immense,

Digitized by Google

mais celle des espèces ou, pour mieux dire, des formes particulières affectées par les Chondritées, a été parfois vraiment exceptionnelle. Il est impossible, en effet, de distinguer spécifiquement certaines Chondritées de la craie de Bidart de celles de la mer oligocène du flysch. Ainsi, les mêmes formes ont dû se perpétuer depuis la craie moyenne jusqu'à la fin de l'éocène, et comme à ce moment les Algues supérieures, Fucacées et Flo-

Fig. 29. — *Chondrites bollensis elongatus* Kurr. — Lias supérieur de Glaris (Heer).

ridées, achevaient de se répandre, mais que les vestiges de celles-ci se trouvent bien rarement associés aux empreintes des dernières Chondritées à la surface des mêmes lits, il est naturel de conclure que des mers soit fermées comme la Caspienne, soit situées dans des conditions déterminées, ont eu le privilège de conserver plus longtemps que d'autres les types d'Algues primordiales, déjà remplacées sur d'autres points par des Algues plus récentes et plus élevées qui tendaient de plus en plus à se substituer aux premières.

En résumé, c'est à l'un des groupes d'Algues inférieures,

Digitized by Google

celui des Siphonées, sorti d'une différenciation des plus étranges d'un thalle demeurant unicellulaire bien que ramifié, que nous rapportons sans hésitation l'ensemble des types primordiaux, depuis longtemps disparus. A côté d'eux, ainsi qu'on pouvait le présumer, d'autres types également inférieurs, mais représentés encore de nos jours au sein des mers, principalement dans les mers chaudes et seulement en nombre restreint, se

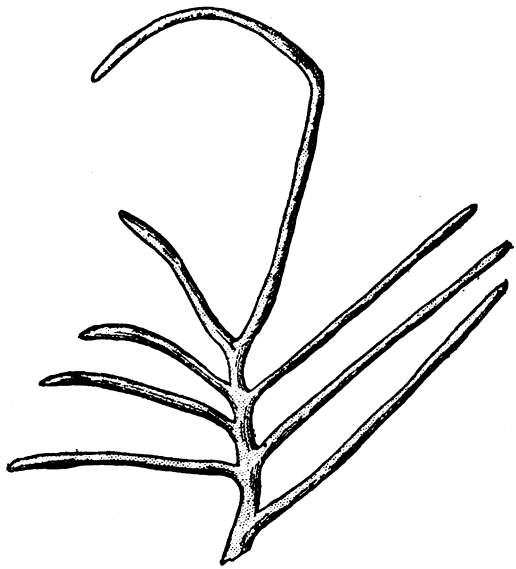


FIG. 30. — *Chondrites robionensis* Sap. et Mar. — Néocomien de Robion, près de Castellane (Basses-Alpes).

montrent dès un âge assez reculé, et rien ne s'oppose à ce que leur existence soit reportée plus loin vers le passé, au delà même de l'étage où leurs traces ont été récemment signalées.

Les « Dasycladées », Siphonées incrustantes ou Siphonées verticillées de Munier-Chalmas, plantes longtemps confondues avec des Zoophytes, formées de tubes articulés, simples ou rameux, incrustées de calcaire et souvent couronnées d'appendices verticillés, ont dû leur conservation à la solidité même de leur structure. La certitude de leur ancienne existence n'est plus à démontrer depuis que M. Munier-Chalmas est parvenu à res-

Digitized by Google

tituer l'aspect extérieur des formes fossiles à l'aide d'un ingénieux procédé de moulage et à établir leur attribution sur des bases certaines à des Siphonées analogues aux *Cymopolia* et aux *Acetabularia* actuels. Les moins récentes de ces Dasycladées remontent au trias; elles appartiennent au genre *Diplopora* Schafh. (*Giroporella* Gümb). Un grand nombre de genres et d'espèces de la même famille, les uns éteints, les autres en plus petit nombre encore vivants, ont été depuis signalés dans les roches jurassiques, crétacées et tertiaires, dont ils composent parfois toute la masse. Le calcaire grossier parisien en renferme une longue série. Les mers actuelles ne comprennent qu'un nombre assez restreint de Dasycladées, limitées à certains points des mers chaudes et australes. C'est là visiblement un groupe en voie de déclin.

Si les Siphonées à thalle incrustant du groupe des Dasycladées existent au moins depuis le trias, les Caulerpées, qui par leur structure unicellulaire présentent les mêmes points d'analogie apparente avec les Algues primordiales devraient, à ce qu'il semble, remonter au moins à une égale antiquité. Cependant, d'après M. Schimper, [1] les premières traces distinctes de *Caulerpa* ne dateraient que du tertiaire inférieur. Le groupe, il faut le dire, a pu demeurer longtemps obscur et profiter ensuite pour s'étendre du déclin des formes primordiales auxquelles il a survécu. En effet, pas plus ici que pour d'autres Zoosporées, l'absence ou plutôt la rareté des formes fossiles ne saurait avoir la signification d'une non-existence absolue. Nous serions fortement tentés de reconnaître de vraies Caulerpées dans le genre *Phymatoderma* dont le thalle présente des ramifications d'une apparence tubuleuse, parsemées à la surface de crêtes et d'inégalités plus ou moins en saillie. Le *Phymatoderma cœlatum* Sap. particulièrement, avec son revêtement de proéminences verruqueuses, retrace fidèlement la structure de certains *Caulerpa* actuels, tels que le *C. ericifolia* Ag. — Il en est sans doute de même des Codiées, dont nous avons déjà remarqué l'affinité extérieure avec le groupe des Chondritées; mais une curieuse espèce du néocomien de Barrème (Basses-Alpes), que nous figurons sous le nom de *Codites neocomiensis*, peut être assimilée sans anomalie à plu-

1. *Handb. d. Palæont.*, II, p. 29-38.

Digitized by Google

sieurs *Codium* ramifiés dichotomes, comme le *Codium elongatum* par exemple.

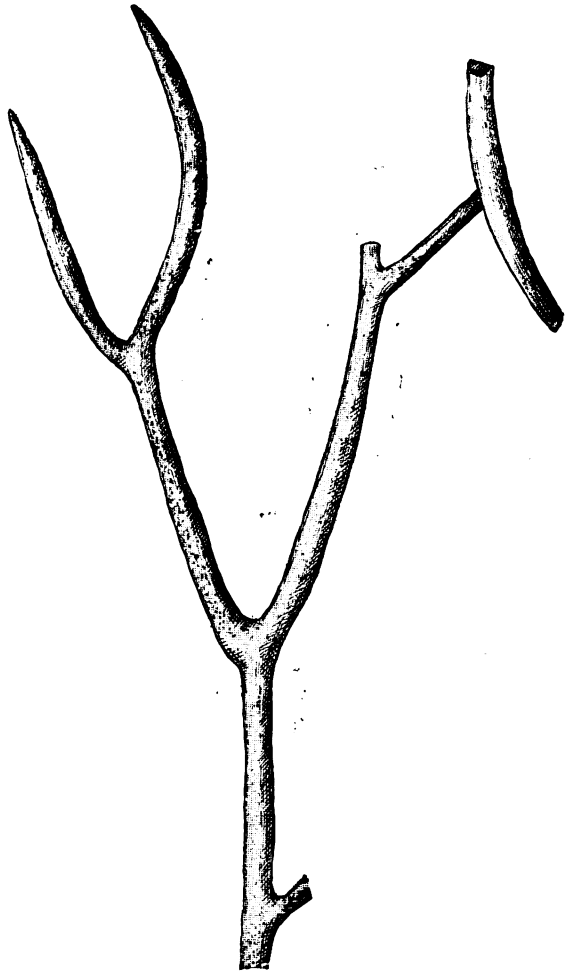


Fig. 31. — *Codites neocomiensis* Sap. et Mar. — Néocomien de Barrème (Basses-Alpes).

On voit que les Siphonées ont dû leur conservation précisément à la consistance ferme du thalle de beaucoup d'entre elles ; on ne saurait donc être surpris de l'absence, presque complète à

Digitized by Google

l'état fossile, d'une foule d'autres Algues inférieures, sans doute tout aussi anciennes, telles que les Ulvacées, Confervacées, Chétosporées. Leur thalle délicatement membraneux ou trop débile ne saurait échapper à la destruction.

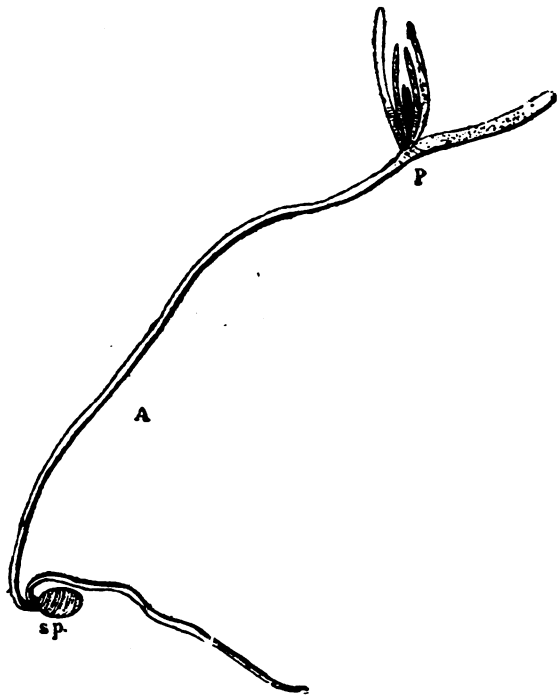


Fig. 32. — *Germination du Chara.* — On voit, en A, le thalle confervoïde (proembryon) sur lequel bourgeonnent en P les premiers rameaux de la plante définitive; *s p*, spore.

Les Algues supérieures, dont le rôle paléontologique va maintenant nous attirer, comprennent les quatre groupes des Characées, des Phéosporées, des Fucoïdées et des Floridées. Ce sont les plus différenciées, les plus élevées et les plus répandues de toutes celles de nos jours, et l'adaptation du premier de ces groupes à l'habitat dans l'eau douce dénote chez lui une accommodation spéciale qui le place entièrement à part. Les trois autres groupes, à raison même de leur supériorité, se sont répandus bien plus tardivement que les types primordiaux dont

Digitized by Google

il a été question tout d'abord. La grande rareté de leurs vestiges au sein des couches d'un âge plus reculé qne le tertiaire, dès que l'on s'attache uniquement à des restes légitimement déterminés, atteste à quel point cette diffusion a été lente à s'opérer. Malgré l'obstacle qu'oppose cette pénurie, il est cependant possible d'entrevoir les caractères de l'impulsion évolutive à laquelle ces

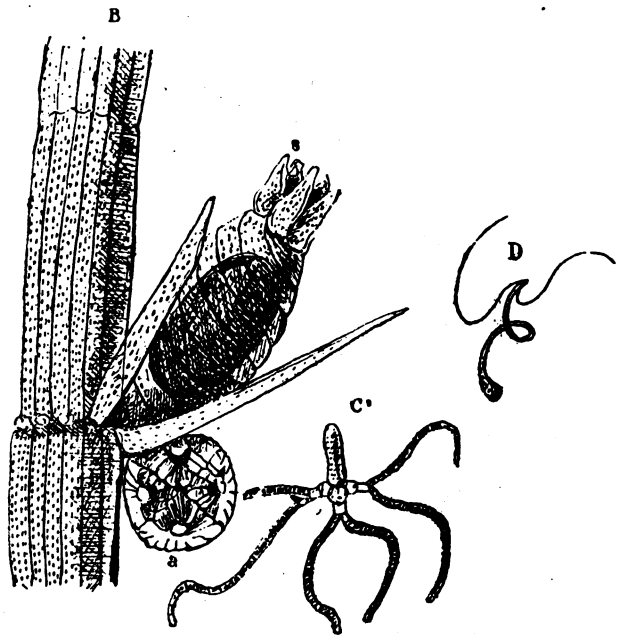


Fig. 33. — *Organes reproducteurs des Chara.* — B représente un rameau sexué; *s*, oogemme; *a*, anthéridie. C, manubrie de l'anthéridie avec ses filaments anthéridiens. D, anthérozoïde.

groupes ont obéi en se transformant et en se ramifiant peu à peu, jusqu'au moment où leur extension s'est finalement réalisée.

Les Characées représentent une très ancienne adaptation, résultant de l'évolution particulière d'un type assez peu éloigné originairement de celui qui a donné naissance aux Fucacées. L'écart entre les deux groupes s'est accentué nécessairement par a diversification hâtive du premier, fixé de bonne heure dans ses traits essentiels. Depuis le trias, en effet, date de la plus

Digitized by Google

ancienne Characée qui ait été signalée (conchylien de Moscou), le type n'a plus changé, à l'exemple de la plupart des organismes appropriés à l'eau douce, c'est-à-dire à un milieu uniforme et infiniment peu variable.

Les Characées se font remarquer par leurs organes végétatifs, dont tous les membres se trouvent symétriquement verticillés à des distances déterminées le long de l'axe caulinaire. Il existe donc ici une distinction entre les parties appendiculaires et les parties axiles, et de ces appendices, les uns jouent le rôle et tiennent la place des feuilles, tandis que les autres s'allongent pour former un appareil rhizoïde analogue à celui que présentent les Caulerpées. Seulement les Characées, au lieu d'être constituées par une seule cellule ramifiée, possèdent un tissu assez complexe, dont l'accroissement s'opère uniquement par les extrémités (accroissement acrogène) et qui se compose d'un nombre déterminé de cellules disposées dans un ordre constant, les axiles placées en file, les autres corticales intercalées aux premières et leur servant de revêtement. Ces cellules se font remarquer par leur grande dimension et leur contenu protoplasmatique, riche en chlorophylle, dont les mouvements giratoires sont faciles à observer. A des caractères d'ordre secondaire qui n'appartiennent qu'aux plantes cryptogames supérieures se joignent donc chez les Characées des indices d'infériorité par la grandeur inusitée, l'allongement et le nombre limité des cellules qui entrent dans la contexture des tissus. Les Characées sont ainsi des Algues paucicellulaires, mais différenciées avec régularité. Leurs appareils reproducteurs ne les élèvent décidément pas au-dessus des Algues vraies : ce sont des sommités appendiculaires, des sortes de gemmes ou bourgeons élémentaires détachés de la plante mère et se divisant en deux catégories. Les uns sont destinés à s'allonger immédiatement et par conséquent « agames » ; ce sont des « branches proembryonnaires » ou encore des « corps tuberculeux », sortes de nœuds souterrains remplis d'amidon, remplissant des fonctions analogues à celles des hormogonies et reproduisant la plante mère. L'autre catégorie comprend les organes sexués des Characées : ce sont aussi des bourgeons ou appendices transformés en agrégat cellulaire, dont les uns (anthéridies) renferment et mettent en liberté des « anthérozoïdes », ou corpuscules fécondateurs ciliés et nageant,

Digitized by Google

tandis que les autres (oogemmes) comprennent une cellule centrale, entourée de cinq tubulures enroulées en spirale, et qui germe après avoir reçu l'imprégnation des anthérozoïdes. De cette cellule centrale préalablement fécondée ne dérive pas directement la plante mère [1], mais une sorte de proembryon de faible dimension, formé d'une seule rangée de cellules; la plante définitive se constitue aux dépens d'une des cellules de ce proembryon, située à quelque distance de son sommet.

Cette diversification du thalle des Characées indique sans doute l'existence d'un état confervoïde primitif qui devait caractériser les membres de cette famille lors de leur adaptation aux eaux douces. Il semble que ce thalle primordial, analogue à celui des Algues les plus simples, se soit ensuite transformé en revêtant la structure de l'appareil végétatif définitif. Mais ce phénomène de différenciation morphologique n'est point allé jusqu'à produire, comme chez les Cryptogames terrestres, une alternance de générations sexuées et agames superposées. Postérieurement au trias, des exemples d'abord très rares, peut-être à raison seulement du rôle restreint des formations d'eau douce dans le terrain secondaire, démontrent la présence des Characées dans l'oolithe, dans l'oxfordien (*Chara Bleicheri* Sap.), dans le wealdien (*Chara Jaccardi* Heer). A partir de l'éocène, les *Chara* se multiplient, et tout semble attester que depuis leur première apparition jusqu'à nos jours, les traits essentiels de leur structure n'ont éprouvé que d'insignifiantes variations.

Les Phéosporées, qui comprennent les Laminaires, sont des Algues exclusivement marines, bien supérieures aux Siphonées par la différenciation de leur thalle et la complexité de leur tissu cellulaire, enfin par une localisation déjà prononcée des organes reproducteurs. Plus élevées que l'ensemble des Zoosporées, et pourvues d'éléments sexués, elles opèrent une transition visible vers les Fucacées, puisque, d'après les recherches récentes de Falkenberg, elles produisent des zoospores de deux sortes, les unes plus grosses, se fixant après une première phase de motilité, devenant globuleuses et recevant l'imprégnation fécondante; les autres, plus petites, jouant le rôle et remplissant les

1. Voy. Sachs, *Traité de botanique*, trad. de Van-Tieghem, p. 382 et 383, fig. 198.

Digitized by Google

fonctions des anthérozoïdes. Les Phéosporées ne seraient ainsi que des types de Fucacées inférieures, très-voisins de celles-ci. Il est par cela même légitime de croire et naturel de constater que les Phéosporées ont dû commencer à se montrer, d'une façon erratique, il est vrai, et par des exemples toujours enta-

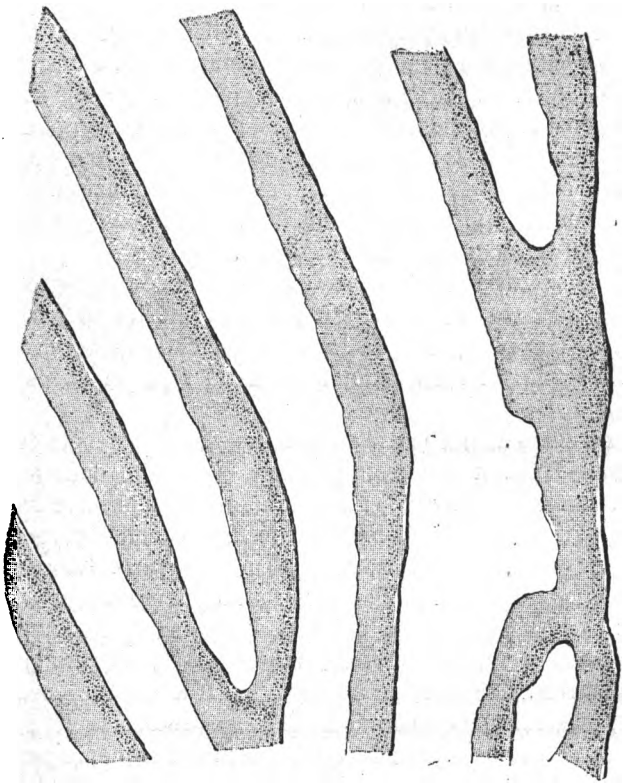


Fig. 34. — *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar. — Infralias de Hortes (Haute-Marne); — portion d'une très-grande fronde ; $\frac{1}{4}$ Gr. nat.

chés d'une certaine obscurité, vers le commencement des temps secondaires.

Il est difficile effectivement de ne pas reconnaître des portions de frondes divisées en lanières allongées, simples ou bipartites, d'une Phéosporée de grande taille, dans des empreintes infraliasiques dont nous figurons ici un échantillon très réduit.

Digitized by Google

Ces empreintes couvrent la surface de grandes plaques de grès dans les environs de Hortes (Haute-Marne); elles ont été observées et recueillies par M. le Dr Lagrange, membre de la Société géologique de France. On voit sur ces plaques les lanières du phyllome s'étendre et se ramifier par dichotomie. Tantôt les branches ainsi détachées s'allongent (toujours dans le même plan) en demeurant parallèles, tantôt elles se croisent à angle droit ou bien elles se superposent, comme si plusieurs frondes étaient venues se placer au fond des mêmes sédiments sableux. La dimension vraiment gigantesque des anciens organes, qui atteignaient peut-être vingt à trente mètres dans leur intégrité, s'oppose seule à ce que l'on ait pu saisir la terminaison de l'une de ces frondes, qui flottaient sans doute à la façon de nos Laminaires, au sein des mers infraliasiques.

Le genre *Itieria* Sap., observé successivement dans le corallien de la Meuse et dans le kimméridien inférieur d'Orbagnoux (Ain), et qui n'a pas d'analogue direct dans la flore marine actuelle, pourrait bien dénoter aussi un type de Phéosporées jurassiques.

C'est seulement à partir du tertiaire, dans les dépôts éocènes de Monte-Bolca et du bassin parisien, et ensuite dans les couches miocènes de Radoboj en Croatie, que l'on observe les premières Fucacées assimilables aux formes actuelles et représentées par les genres *Fucus*, *Sargassum*, *Cystoseira*, *Himanthalia*.

A la même date, les Floridées font également leur apparition : alors seulement on observe d'une manière certaine les genres *Delesseria*, *Sphærococcus*, *Halymenia*. Le calcaire grossier parisien renferme, à ce qu'il paraît, les traces d'une Coralline; enfin, plusieurs Lithothamniées, Floridées incrustantes, se rencontrent à divers niveaux du terrain tertiaire et même par delà, à partir de l'horizon de la craie de Maëstricht. Il semble donc, en combinant tous ces indices, que les Floridées aient commencé à se répandre vers la fin des temps secondaires; alors du moins, elles ont envahi graduellement les plages sous-marines pour y obtenir enfin la prépondérance dans le cours et surtout après la fin de l'éocène.

Telle est en gros et en se servant des éléments dont la science dispose actuellement, la marche évolutive des Algues ou « Protophytes ». On voit qu'une fois définitivement adaptées au milieu

Digitized by Google

océanique, les plantes destinées à y vivre submergées ou flottantes, tout en demeurant simples et exclusivement cellulaires, ont donné lieu à des combinaisons variées, à des différenciations opérées dans plusieurs directions et dont les plus récentes sont en même temps celles qui atteignent le plus haut degré de

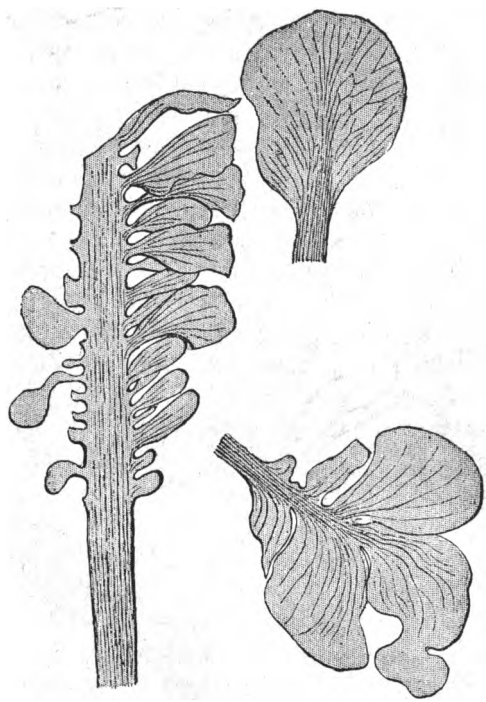


FIG. 35. — *Delesseria parisiensis* Wat. — Fragments de fronde; calcaire grossier parisien.

perfection relative. Ces plantes tardivement élaborées, pourvues d'organes reproducteurs spéciaux et rigoureusement localisés, s'éloignent par cela même de celles qui les ont précédées. Avant les Floridées, les Fucacées et les Phéosporées, d'autres Algues plus simples uni ou paucicellulaires habitaient le fond des mers. Ces Algues primitives étaient sans doute en partie les similaires de nos Siphonées; seulement aux types actuels de Siphonées, à ceux du moins qui ne différaient pas plus de ces derniers que

Digitized by Google

ceux-ci ne diffèrent entre eux, se joignaient d'autres types d'Algues, plus puissants, mais selon toute probabilité tout aussi élémentaires, par leur mode de croissance et de reproduction, que les Siphonées encore vivantes. Ce n'est pas seulement dans

Fig. 36. — *Halymenites Arnaudi* Sap. et Mar. — Fronde avec ses ramifications variées. Miocène inférieur de Bonnieux (Vaucluse).

les mers secondaires que ces formes aujourd'hui éteintes ont été rencontrées; en s'enfonçant au sein du passé, on les observe sans grands changements, mais encore plus fortes de taille, dans des âges tellement reculés qu'on est porté à reconnaître en elles les représentants des plus anciennes différenciations dont le

Digitized by Google

règne végétal voisin de son berceau ait donné le spectacle. — Ces Algues primordiales seraient donc à celles des mers postérieures ce que les Ganoïdes sont aux poissons téléostéens, ce que les Labyrinthodontes ont été aux reptiles vrais, enfin ce que les Cryptogames terrestres et les Progymnospermes ont été vis-à-vis des végétaux phanérogames, qu'elles ont précédées : une accommodation précoce, un état organique obtenant d'abord l'avantage dans le combat pour la vie, mais destiné, après une longue durée, à décliner ensuite et à disparaître enfin devant des organismes plus lentement élaborés, plus complexes et plus parfaits, moins puissants en apparence, mais aussi plus flexibles en même temps que plus étroitement adaptés, en réalité plus forts en dépit de leurs proportions plus modestes.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE IV

MÉTAPHYTES A PROTHALLES PERMANENTS
HÉPATIQUES, MOUSSES

La végétation aérienne procède tout entière des Protophytes aquatiques. Nous avons dit déjà comment diverses Algues appartenant aux types les plus élémentaires ont dû abandonner les eaux douces ou salées pour prendre possession du sol émergé, s'établissant d'abord dans des stations humides et souvent inondées, se dispersant ensuite de proche en proche en soumettant l'agrégat cellulaire primordial à des influences modificatrices nouvelles de plus en plus énergiques.

Cette période importante de l'évolution végétale a dû nécessairement inaugurer une foule de différenciations organiques dont il serait difficile de retracer aujourd'hui exactement tous les traits. Les phases les plus importantes nous ont été cependant conservées, et elles suffisent pour nous donner le sens du phénomène. Quelques Thallophytes ont pu, à la faveur de stations particulièrement humides et d'une vie individuelle très courte, conserver tous les caractères des Algues véritables inférieures; mais la plupart des premières plantes aériennes virent rapidement leurs thalles transformés. Sous l'influence du nouveau milieu, les tissus cellulaires, primitivement homogènes, tendaient à donner naissance, plus nettement encore que dans les Algues supérieures (Floridées et Fucacées), à une région tégumentaire distincte. Les fonctions d'absorption ou de nutrition gazeuse prenant une énergie toujours plus grande, des régions spéciales se façonnèrent spécialement dans ce but. Sous la couche tégumentaire, des espaces assez vastes se sont quelquefois produits

Digitized by Google

par la destruction des cellules limitrophes; de là sont venues des cavités aériennes ou respiratoires, se mettant directement en communication avec l'extérieur par des canaux, sortes de stomates bordés de cellules spéciales, tandis que le tissu profond, prolifiant à la manière de certaines Algues, donnait naissance à des groupes de cellules gorgées de chlorophylle, cellules au moyen desquelles s'effectue l'absorption de l'acide carbonique.

D'autres fois, la différenciation organique portait sur le thalle

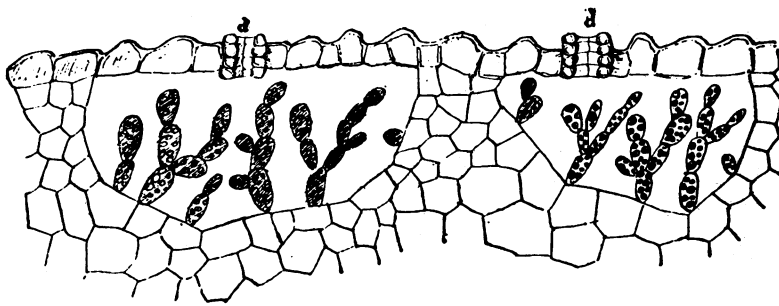


FIG. 37. — Coupe dans le thalle du *Marchantia polymorpha* montrant deux chambres respiratoires avec leurs cellules à chlorophylle et leur canal aérien *d*,

cellulaire dont elle façonnait diverses parties sous forme de poils radiculaires, d'axes et d'appendice lamelleux. Les cellules dans certaines régions se rangeaient en files plus denses, de manière à ébaucher des sortes de fausses nervures, mais sans jamais se transformer pour constituer de véritables vaisseaux, ni même des fibres prosenchymateuses. On comprend que cette élaboration organique devait être d'autant plus complexe, que l'agrégat qui en était le siège avait une durée plus longue. Nous avons dit dans un premier chapitre comment l'acte sexuel, arrivant tardivement ou hâtivement chez ces premières plantes aériennes, a dû permettre ou entraver, suivant les cas, cette différenciation morphologique. De là une facile distinction systématique en *Métaphytes* à sexualité précoce et en *Métaphytes* à sexualité tardive. Cette division correspond à des groupes nettement séparés dans la nature actuelle. Tandis que les plantes dont les Fougères, les Ophioglossées et les Équisétacées sont issues, furent promp-

Digitized by Google

tement arrêtées par une sexualité hâtive, la différenciation organique s'accentuait chez d'autres types dont plusieurs sans doute n'ont point donné de descendance, mais qui dans le monde actuel aboutissent aux Mousses et aux Hépatiques. Nous avons déjà exposé comment l'acte sexuel de ces Métaphytes primitives a été le début d'une remarquable alternance de générations, consistant en l'apparition d'un second système végétatif agame dérivant directement de l'oospore fécondé dans l'archégone, et produisant des spores destinées elles-mêmes à reconstituer le système végétatif sexué primordial.

Nous ne pouvons dire quelle fut la cause de cette élaboration nouvelle, mais nous voyons bien que ce second appareil agame ou sporogone n'a dû s'établir que progressivement, s'offrant d'abord à l'état de simple ébauche, mais destiné à prendre ensuite un développement prépondérant, à subordonner et à remplacer totalement le thalle cellulaire primitif.

Dans les Fougères, les Ophioglossées et les Équisétacées, chez lesquelles le thalle sexué est promptement arrêté dans son développement par la formation des archégones et des anthéridies, le *sporogone* agame ne pouvait subsister qu'en s'adaptant promptement à une vie indépendante, qu'en se dégageant de l'archégone et du thalle pour pousser dans le sol des racines, appareils de fixation et de nutrition. Cette adaptation fut évidemment l'occasion d'un développement considérable pour ce sporogone, qu'aucun organe sexuel ne venait arrêter dans son essor. Nous étudierons plus loin toutes les différenciations anatomiques et histologiques dont cet appareil végétatif des Métaphytes à prothalles éphémères a été susceptible. Nous indiquerons comment le tissu cellulaire primordial a pu se transformer dans ce sporogone indépendant pour former des faisceaux fibro-vasculaires diversement groupés, et nous suivrons ensuite la réduction parallèle du thalle sexué, atrophie que nous avons déjà signalée dans notre premier chapitre. Mais, tandis que cette évolution du sporogone subissait ses premières phases avec les plantes ancestrales dont les Fougères, les Ophioglossées et les Équisétacées se sont dégagées, d'autres adaptations évidemment moins heureuses et moins fécondes se réalisaient dans des plantes chez lesquelles l'appareil sexuel balançait encore dans son développement l'importance du sporogone. Ce second système

Digitized by Google

végétatif agame n'apparaissait d'ordinaire que tardivement, incapable de s'individualiser, restant engagé dans le thalle et donnant rapidement naissance à des spores sans que les tissus pussent se différencier en fibres et en vaisseaux. Telle est la signification qu'il faut donner à l'appareil dit fructificateur des *Mousses* et des *Hépatiques*. Ces deux classes ne nous retracent point

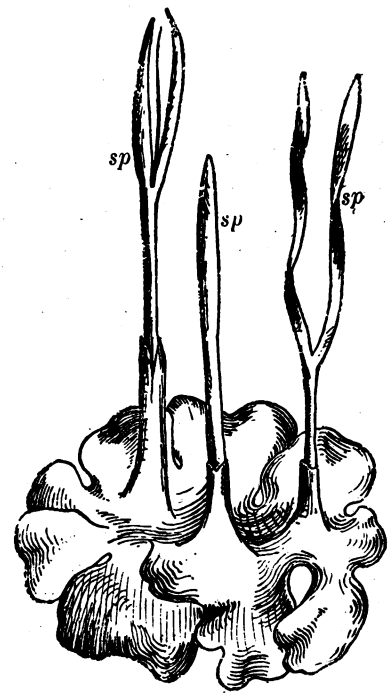


FIG. 38. — *Anthoceros*, thalle portant trois sporogones, *sp*.

sans doute toutes les formes qui ont pu prendre naissance au début de la phase d'élaboration du règne végétal s'adaptant à la vie terrestre. Toutefois les Hépatiques de la flore actuelle sont encore assez intimement rattachées aux Mousses, et par quelques familles infimes elles touchent également aux plantes prothalliennes primitives, dont les Fougères ont dû dériver.

D'une manière générale, on peut dire que les Hépatiques ont moins évolué que les Mousses. Leur système végétatif sexué indique qu'elles dérivent pour la plupart d'Algues lamelleuses,

Digitized by Google

comme les Fougères elles-mêmes, dont les Prothalles revêtent encore les mêmes aspects. On pourrait, en se basant sur ces analogies, établir une sorte de classification des Hépatiques allant aux Mousses et aux Fougères.

Dans les *Anthoceros*, le thalle sexué constitue une lame vaguement ramifiée, rampant sur l'une de ses faces, munie de poils rhizoïdes. La ressemblance avec un prothalle sexué de Fou-

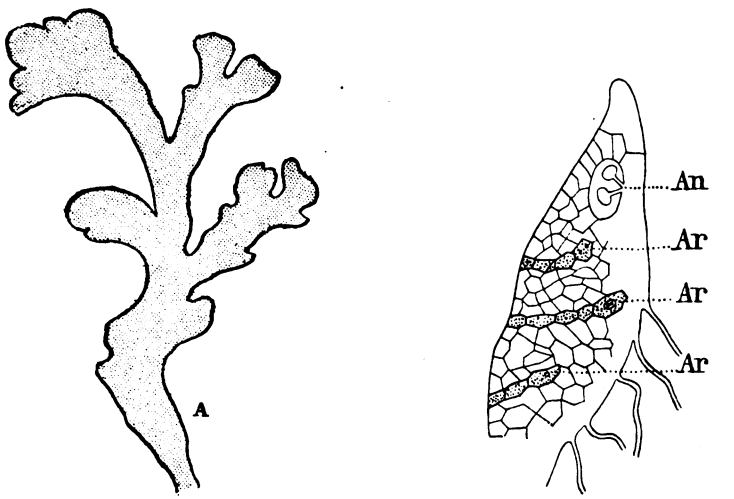


Fig. 39. — *Anthoceros*. — A, thalle ramifié; B, portion de thalle montrant en Ar le début des archégones et en An les anthéridies encore incluses.

gères est des plus intimes. Ce thalle des Anthoceros, plus évolué cependant que celui des Fougères, montre des cavités respiratoires. Les appareils sexuels, anthéridies et archégones, naissent à l'intérieur des tissus et vers la face supérieure, suivant des processus particuliers. L'oospore des archégones, après la fécondation, se segmente rapidement et devient le point de départ d'un sporogone dans lequel on peut distinguer diverses régions, toutes absolument cellulaires, mais comprenant des éléments de formes un peu différentes. Dans la partie centrale, des cellules très longues, superposées, constituent une sorte d'axe autour duquel les spores naîtront dans des cellules spéciales entourées d'organites particuliers, les *élatères*, dont la croissance déterminera la déhiscence du tissu périphérique.

Digitized by Google

Ces sporogones, arrivés à maturité (voir la fig. 38), peuvent être insérés plusieurs ensemble au sein d'un même thalle; ils acquièrent un développement relativement considérable et qui s'accorde bien avec l'état d'humilité que garde l'appareil végétatif sexué. Les *Anthoceros* nous indiquent un état de Méta-

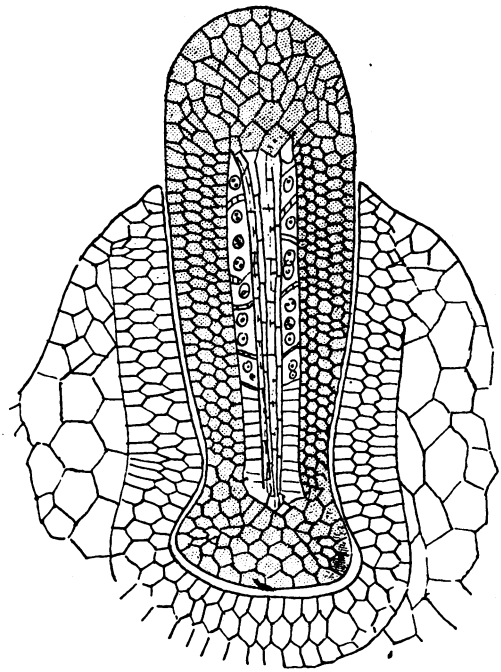


FIG. 40. — *Anthoceros* — Jeune sporogone se développant au milieu du tissu du thalle sexué.

phytes à prothalles permanents, chez lesquelles l'appareil végétatif évolue bien moins que dans les autres Hépatiques, arrêté, pour ainsi dire, par la production de sporogones, qui sont eux-mêmes cependant très loin d'atteindre l'importance d'un sporogone d'Ophioglossée ou de Fougère.

Nous le répétons, toutes les formes anciennes de ce grand groupe ne nous ont pas été sans doute conservées; mais il suffit de jeter un coup d'œil sur les familles actuelles pour concevoir immédiatement toutes sortes de degrés dans cet antago-

Digitized by Google

nisme constant entre le sporogone et l'appareil végétatif sexué. Dans les *Anthoceros*, le thalle est notablement subordonné; il se complique un peu plus dans les Ricciées en se ramifiant davantage par dichotomie. Par contre, le sporogone reste enfermé au sein de l'archégone et n'offre aucune différenciation importante.

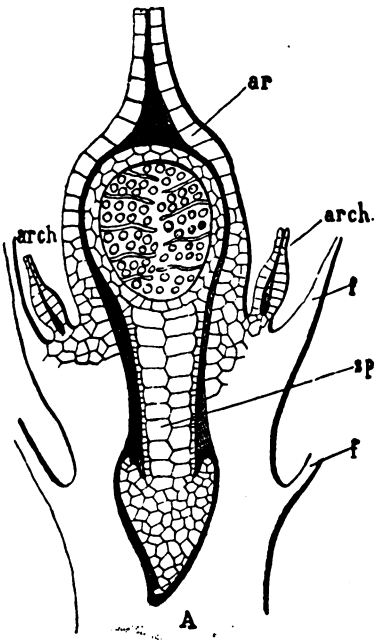


Fig. 41. — *Jungermannia bicuspidata.* — Coupe longitudinale dans la partie sexuée d'une tige A, montrant le sporogone *sp* se développant en entier dans un archégone *ar*. Ce sporogone est différencié en une portion pédonculaire et en une région fertile globuleuse. On voit en *arch* deux archégones stériles et en *f* les feuilles du thalle.

Dans les Jungermanniées, les thalles se différencient dans divers sens. Chez quelques genres, ils restent lamelleux et se divisent simplement par dichotomie; dans la plupart, ils poussent des appendices foliacés, tandis que leur axe devient filiforme ou cylindrique. Les sporogones naissent au sein des archégones et subissent dans l'intérieur même des tissus du thalle sexué une longue élaboration (voir la figure du *Jungermannia bicuspidata*), nourris pour ainsi dire par le thalle lui-même.

Digitized by Google

Ils possèdent une partie pédonculaire et une portion fertile et déjà les spores sont formées lorsque, par une rapide croissance du pédoncule, le sporogone déchire le sommet de l'archégone qui le protégeait encore.

Les Marchantiées nous offrent d'autres particularités morpho-

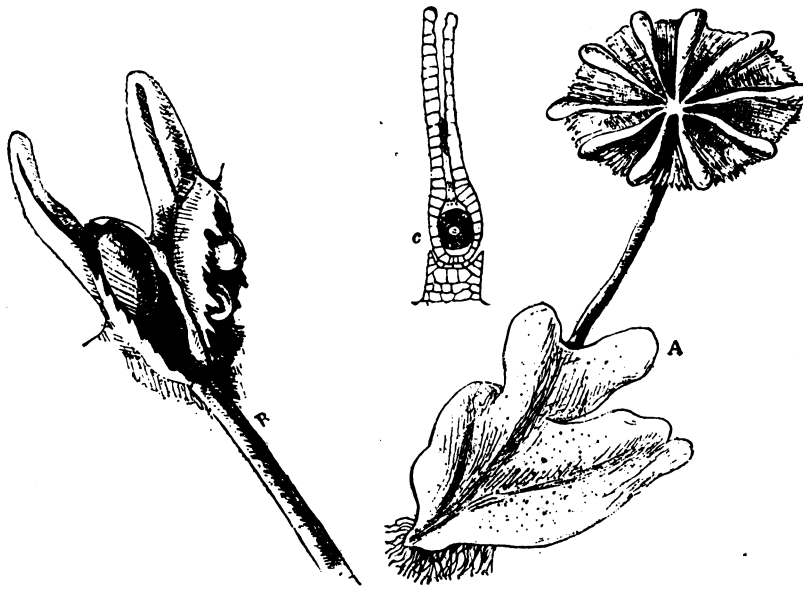


FIG. 42. — *Marchantia polymorpha.* — A, thalle femelle avec son réceptacle archégonifère; B, portion de ce réceptacle après fécondation, vu par la face inférieure et montrant des sporogones oviformes; C, archégone

logiques. Le thalle sexué se façonne d'abord bien moins que celui des Jungermanniées, mais au moment de la reproduction une partie de ce thalle bourgeonne pour constituer des sortes de réceptacles fungiformes sur lesquels naissent les archégones ou les anthérides. Dans les *Marchantia* proprement dits les sexes sont séparés sur des réceptacles spéciaux différant par leur aspect. Les anthéridies s'organisent à la face supérieure de leur réceptacle, les archégones au contraire dans les tissus de la région inférieure (voir les figures). Mais les sporogones qui succèdent à la fécondation n'atteignent qu'un faible développe-

Digitized by Google

ment et ne se montrent que sous forme de corps ovoïdes faisant à peine saillie au-dessous des réceptacles femelles.

On le voit, la différenciation du système végétatif sexué est nettement opposée à celle du sporogone.

Le thalle sexué des Hépatiques est susceptible de se multiplier en outre par propagules agames, mais seulement dans les

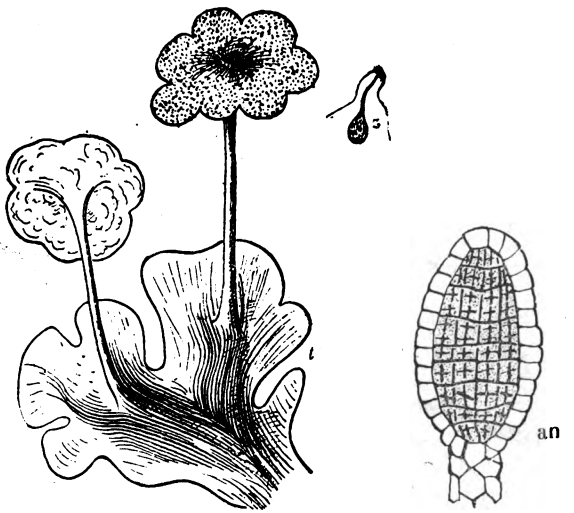


Fig. 43. — *Marchantia polymorpha.* — Portion de thalle *t*, avec des réceptacles mâles; à côté et à part, anthéridie, *an* et anthérozoïde, *z*.

types où il atteint la structure la plus complexe. Lorsqu'il revêt la forme d'une simple lame cellulaire ramifiée, rappelant le thalle des Fougères, il procède directement de la spore agame et il reporte invinciblement l'esprit vers les Algues ulvoïdes dont il semble dériver. D'autres fois, de la spore de certaines Jungermanniées se dégage un filament confervoïde qui semble représenter une souche ancestrale différente et qui, après une courte existence, donne latéralement naissance à une tige feuillée. Cette tige feuillée peut bien, dans quelques cas et par une sorte d'abréviation dans le développement, sortir directement de la spore; mais elle indique toujours, aussi bien lorsqu'elle succède à un thalle primordial filiforme que lorsqu'elle dérive d'un thalle lamelleux, une différenciation secondaire du système végé-

Digitized by Google

tatif sexué. Les types tels que les *Anthoceros* et les *Pellia* n'ont point subi cette différenciation, tandis que les autres *Hépatiques* représentent un second état plus éloigné des Métaphytes à prothalles éphémères et plus proche des Mousses. En allant des *Anthoceros* vers les Mousses, nous assistons à une complication progressive de l'appareil végétatif primordial, corrélative à un état rudimentaire du sporogone, tandis que, dans la

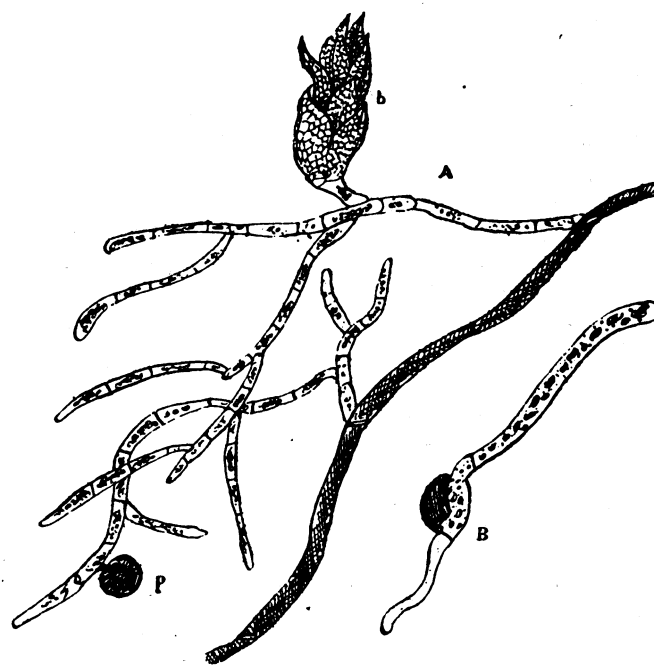


FIG. 44. — *Germination d'une Mousse.* — A, thalle confervoïde (Protonema) donnant naissance au thalle feuillé E; on voit en P un propagule agame du thalle primordial; B, germination de la spore agame donnant naissance au « protonema. »

direction opposée des *Anthoceros* vers les Fougères, nous assistons à la réduction du premier système végétatif et au développement rapide du sporogone. La première voie est une sorte d'impasse, la seconde se ramifie dans toutes les directions, et c'est en la suivant que le règne végétal s'est enrichi de toutes ses diversifications les plus remarquables.

Digitized by Google

Il nous reste à dire quelques mots des Mousses que nous rattachons intimement à cette catégorie d'Hépatiques, caractérisée par un double système prothallien. Les Mousses nous offrent les plus délicates combinaisons organiques dont le « système végétatif sexué » ait été capable. Nous ne voulons pas dire qu'il n'ait

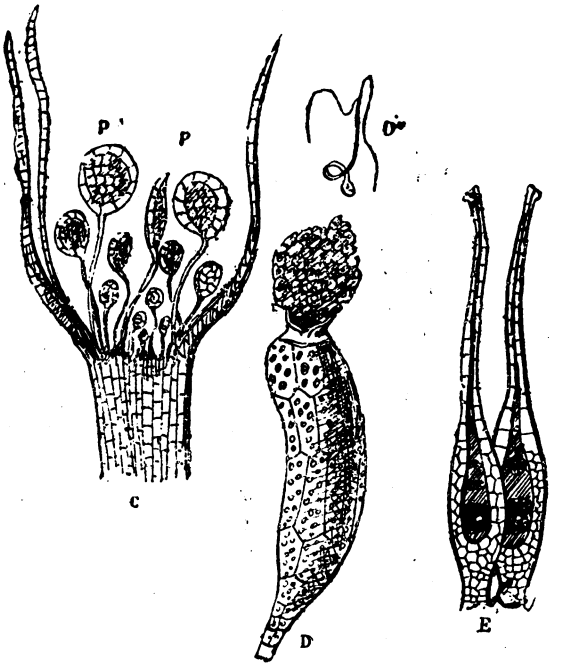


Fig. 45. — *Organes reproducteurs d'une Mousse.* — C, propagules agames *pp*, produits par le thalle feuillé secondaire; D, anthéridie; D' anthérozoïde; E, archégones.

pas existé parmi les Métaphytes à sexualité tardive, durant les périodes anciennes, quelques formes un peu plus complexes et par cela même moins susceptibles de résister aux événements géologiques ; mais il nous paraît que les Mousses de la nature actuelle n'ont pas dû s'éloigner notablement de ces types d'autrefois, dont l'évolution absolument inadaptive a dû promptement atteindre son point culminant.

Digitized by Google

Le tissu n'a pas cessé d'être constitué par des cellules, tout en ébauchant des axes et des appendices foliaires.

Chez la plupart des Mousses, la spore détachée du sporogone donne naissance à un premier système de filaments cellulaires ramifiés, rappelant certaines Algues confervoïdes et indiquant un premier état du thalle sexué. Ce *protonema* stérile bourgeonne des rameaux dans lesquels les cellules se groupent en lames plus larges et peu à peu produisent une tige s'enracinant par des poils radicaux et portant des feuilles lancéolées, arrondies ou aciculaires. — La partie axile de ce thalle secondaire comprend une région centrale de cellules plus denses et une couche tégumentaire. Les feuilles sont quelquefois formées par une seule lame de cellules (*Fontinalis*), mais le plus souvent elles contiennent une ligne médiane, constituée par plusieurs plans de longues cellules formant une sorte de fausse nervure ou de faisceau primitif. Ce thalle jouit d'une puissance végétative exceptionnelle. A son début, encore confervoïde, il est une plante véritable, capable de se multiplier par propagation agame. Le protonema peut produire plusieurs bourgeons feuillés. Ses filaments se séparent souvent et donnent naissance à des propagules sphériques pluricellulaires. Les poils rhizoïdes du thalle feuillé secondaire prennent quelquefois l'aspect de filaments protonematiques et dégagent de nouvelles tiges.

Ces protonemas confervoïdes peuvent même naître sur les feuilles, qui donnent en outre dans quelques cas des propagules spéciaux, analogues à ceux des Hépatiques. Aucun autre groupe de plantes n'offre une énergie de multiplication agame aussi considérable, et cette curieuse particularité ne peut être attribuée, ainsi que nous l'avons indiqué, qu'à la tardive sexualité de ce thalle. Ainsi se trouve expliquée la différence apparemment si grande qui sépare le thalle des Mousses de celui des Fougères et des autres Métaphytes, dont le sporogone domine l'appareil sexué.

Les diverses familles de Mousses sont assez distinctes entre elles. Celle des Sphaignes se rattache évidemment aux Hépatiques. La spore germant dans l'eau produit un protonema confervoïde, tandis que, dans la terre humide, cette même spore aurait produit un thalle lamelleux d'Hépatique auquel aurait succédé, comme dans le cas précédent, une tige feuillée de

Digitized by Google

Mousse. Ces analogies avec les Hépatiques persistent au moment de la reproduction sexuelle. Les anthéridies et les archégones naissent chez les Sphaignes d'une manière spéciale et le sporogone se développe au sommet d'un rameau particulier et enveloppé par l'archégone dont les parois ne sont déchirées qu'au moment de la chute des spores.

Chez les Mousses proprement dites, le sporogone prend une plus grande importance. Les anthéridies et les archégones se groupent pour former, au milieu d'appendices remarquablement modifiés, une façon de fleurs unisexuées ou hermaphrodites qu'il ne faudrait pas confondre avec les organes de même nom des végétaux supérieurs provenant du sporogone et non plus de l'appareil sexué.

Dans l'archégone des Mousses, fécondé par les anthérozoïdes, l'oospore germe et produit un sporogone qui s'allonge rapidement en emportant à son extrémité sous forme de coiffe la sommité de l'archégone. Ce sporogone se différencie d'une manière assez complexe, son pédoncule ou soie est engagé dans la tige du thalle qui l'engaine. Au-dessus s'élargit une urne ou capsule dans laquelle on peut distinguer plusieurs régions. Des stomates se forment quelquefois à sa surface dans un épiderme véritable; son centre est occupé par un faisceau de cellules plus denses sur le prolongement du pédoncule. Un tissu sporifère existe autour de cet axe appelé *columelle*. La dissémination des spores entraîne enfin des différenciations remarquables tendant toutes à détacher, au moment de la maturité, sous forme de couvercle ou opercule, la partie supérieure de l'urne dont l'ouverture peut se montrer alors garnie d'un péristome de dents cellulaires. Il est indiscutable que ce sporogone réalise chez les Mousses un système organique qui n'est pas exempt de complexité, mais nous restons avec lui bien loin de la structure des sporogones des Métaphytes à sexualité précoce, dans

FIG. 46. *Andræa petrophila;* sporogone avec son axe pédonculaire ou pseudopode portant des archégones stériles *a, a.*

Digitized by Google

lesquels les cellules se transforment en faisceaux fibro-vasculaires et dont les tissus atteignent un volume bien plus considérable. Notre étude comparative pourrait être plus approfondie, mais il nous suffit d'avoir indiqué les caractères de l'adaptation spéciale des Mousses et des Hépatiques.

Ces plantes ne jouent évidemment qu'un rôle subordonné dans la nature actuelle, bien qu'elles constituent quelquefois des associations vigoureuses; on acceptera aisément ce point de vue, si l'on a bien compris qu'elles représentaient au début un embranchement du règne végétal divergeant du même point qui donna naissance à la série ascendante des Fougères, des Rhizocarpées, des Lycopodiacées, des Gymnospermes et des Angiospermes.

Tout nous porte à croire que les Mousses et les Hépatiques n'ont pas possédé une plus grande importance aux époques anciennes. Il faut cependant attribuer à des conditions spéciales de stations défavorables à leur fossilisation, l'absence ou la rareté de leurs débris dans les dépôts géologiques anciens. Les Mousses et les Hépatiques ont dû à toutes les époques affectionner les endroits humides. Peut-être ont-elles été limitées autrefois, après leur évolution complète, à des régions élevées, éloignées du rivage de la mer et des grands lacs. Dans toute la série des terrains primaires et secondaires, aucun reste de Mousse ni d'Hépatique n'a été encore découvert. Mais il faut observer que nous n'avons exploré de ces périodes que des formations marines ou de rares dépôts d'estuaires. Les plantes dont nous nous occupons pouvaient fort bien s'abriter loin des plages, au sein des montagnes. Heer fait justement remarquer que la présence à l'état fossile, dans les couches jurassiques de Chambelen d'un Coléoptère du genre *Birrhus*, qui ne vit actuellement qu'au milieu des Mousses, laisse supposer que ces Cryptogames étaient alors représentées. Les seules données évolutives nous forcent à le croire. Dans les formations tertiaires qui nous offrent dans nos pays des dépôts se rapportant à des cascades ou à des lacs situés au sein de continents déjà étendus, les restes de Mousses et d'Hépatiques se montrent bien reconnaissables.

Dans les travertins paléocènes de Sézanne, une Marchantiée abonde représentée par des thalles ramifiés portant des réceptacles sexués bien caractérisés (voir la figure 47). Cette espèce,

Digitized by Google

appelée *Marchantia sezannensis*, n'est pas sans analogie avec notre *Marchantia polymorpha* actuelle. Une autre espèce des mêmes dépôts, *Marchantia gracilis*, rappelle une forme du Népaul.

D'autres Hépatiques moins caractérisées sont signalées dans les terrains miocènes.

Ajoutons, en terminant ce chapitre, que les Mousses se

FIG. 47. — *Marchantia sezannensis* Sap. — A, thalle; B, portion de thalle portant un réceptacle mâle; travertins paléocènes de Sézanne.

montrent dans les mêmes couches tertiaires avec des espèces déjà très rapprochées aussi des types actuels (*Weisia, Trichostomum, Thuidium, Fontinalis*). Nous considérons ce fait comme une nouvelle confirmation de l'hypothèse que l'embranchement tout entier avait subi alors toutes les différenciations morphologiques dont il était susceptible, et que son origine doit être par cela même reportée très loin dans le passé.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE V

STADE CRYPTOGAMIQUE A PROTHALLES SEXUÉS ÉPHÉMÈRES
ÉQUISÉTINÉES — FILICINÉES — OPHIOGLOSSÉES

En traversant le stade précédent, non seulement le règne végétal s'est différencié de plus en plus, à mesure qu'il prenait possession du sol émergé, mais parmi les plantes qui participaient au mouvement terripète un certain nombre réussit à s'élever au-dessus des autres. Ces types favorisés furent caractérisés par la diversification et la complexité croissantes des organes, par l'adjonction d'éléments fibreux, vasculaires et trachéens, à la trame jusqu'alors purement cellulaire des tissus, par la distinction désormais définitive de l'axe et des appendices, par l'acquisition d'un appareil radiculaire perfectionné; enfin, par la présence d'une phase végétative « toujours agame, » il est vrai, mais bientôt prépondérante et aboutissant constamment à la production de « spores », dont la germination aboutit invariablement à la naissance d'une nouvelle plante sexuée.

C'est ainsi que s'est établi pour la première fois une sorte d'antagonisme entre deux états régulièrement alternants, l'un sexué, l'autre agame ou sporogonien; mais, tandis que la seconde de ces deux phases demeure insignifiante et se trouve rapidement franchie dans le stade que nous venons de considérer, dans le stade présent, au contraire, la proportion se trouve renversée. Les organes végétatifs sporogoniens deviennent indépendants, et par leur développement, en rapport avec l'habitation purement terrestre, ils donnent une importance extrême à la phase sporoïde.

Libres dans leur essor, que la nécessité de pourvoir aux actes

Digitized by Google

de la sexualité ne vient pas arrêter, ces organes ont pu acquérir une prépondérance de plus en plus marquée ; ils n'ont cessé d'étendre et de compliquer leur appareil; ils ont enfin amené par corrélation l'appauvrissement et l'atténuation de la phase sexuée, en la réduisant à l'unique fonction de donner naissance aux organes reproducteurs et de réaliser la fécondation.

On conçoit très bien, *à priori*, comment les végétaux sortis définitivement du milieu aquatique, placés dès lors dans la né-

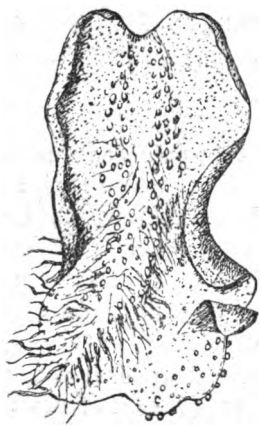


Fig. 48. — Prothalle d'une Fougère, *Osmunda regalis L.*, âgé de huit mois, vu sous un très faible grossissement, pour montrer la physionomie de l'organe et sa ressemblance avec le thalle des Marchantiées; d'après Kny.

cessité de puiser dans le sol le liquide nourricier et de se mettre en rapport, au moyen de stomates, avec les gaz atmosphériques, sont devenus relativement vigoureux, à raison même de l'extension des organes acquis en vue de leurs nouvelles fonctions. De là évidemment la prédominance toujours plus exclusive de la phase végétative agame. Dans cette phase, le végétal se nourrit et s'accroît; dans l'autre, il continue comme auparavant à accomplir, au moyen de l'archégone et de l'anthérozoïde, la fonction sexuelle. Cette dernière n'a pas changé comme l'autre; elle garde son mécanisme premier et jusqu'à un certain point son état morphologique antérieur. Il n'en est pas ainsi des fonctions végétatives dont le rôle a dû se transformer et s'agrandir dans la

Digitized by Google

même proportion que le phénomène auquel la plante a été redevable de pouvoir prendre racine au sortir des eaux. De plus, la phase végétative se termine par la production des spores.

Le nombre de ces spores directement sorties des organes végétatifs peut être infini, et chacune d'elles engendre à son tour un prothalle sexué. On conçoit par là à quel point les moyens

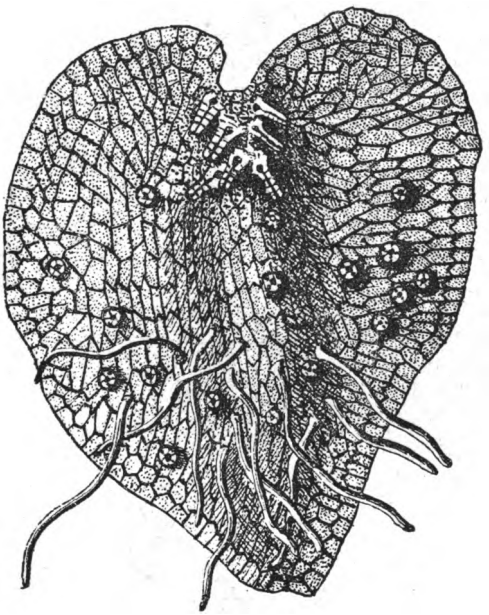


FIG. 49. — Autre prothalle de Fougère, assez fortement grossi, vu par dessous, montrant les poils rhizoïdes, les anthéridies dispersées à la surface de l'organe et les archégones placées à la base de l'échancrure terminale.

de reproduction se trouvent accrus, en même temps que l'organe sur lequel se développent les sexes devient rigoureusement spécialisé. Nous avons vu comment de la fusion de ce double état l'un agame, l'autre sexué, devra sortir finalement l'appareil reproducteur des plantes tout à fait supérieures. Le stade que nous considérons maintenant est encore cryptogamique ; c'est celui des plantes à prothalles éphémères et à sexualité précoce ; il nous faut donc, avant tout, dire en quoi consiste le thalle sexué qui les caractérise.

Digitized by Google

C'est un corps uniquement cellulaire et rampant, à contours vagues, diversement lobé ou étalé, formé généralement d'une seule assise de cellules et fixé au sol par des poils radicaux plus ou moins allongés.

Dans certains cas, celui des Ophioglossées, le même organe

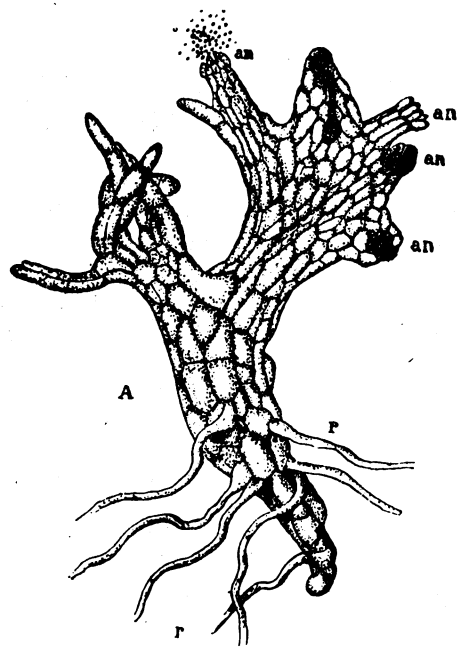


Fig. 50. — Prothalle des *Equisetum*. — A, prothalle mâle de l'*Equisetum limosum*, *r*, poils radicaux; *an*, *an*, anthéridies encore fermées; l'une d'elles dans le haut est en train d'émettre les anthérozoïdes (d'après Thuret).

est épaissi, charnu et dépourvu de chlorophylle. Les archégones et les anthéridies naissent sur ce thalle, groupés de plusieurs manières, tantôt réunis, tantôt séparés. Évidemment, là où il n'est ni amoindri ni sub-inclus, le prothalle des Cryptogames doit être assimilé au thalle des Marchantiées les plus simples et, dans une direction plus éloignée, au phyllome membraneux des Ulvacées, parmi les Algues. Cette affinité de l'organe éphémère, que nous considérons comme répondant au thalle permanent des

Digitized by Google

Marchantiées, a été mise en lumière par Sachs. On a comparé le prothalle des Hyménophyllées au « protonema » des *Andræa* et des *Tetraphis*, parmi les Mousses. On a fait ressortir l'analogie de développement qui entraîne une ressemblance entre celui

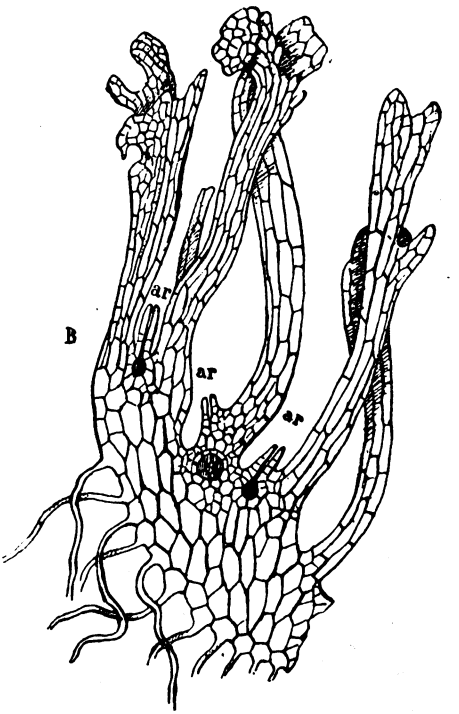


FIG. 51. — Prothalle des *Equisetum*. — B, coupe longitudinale d'un prothalle femelle de l'*Equisetum arvense; ar, ar*, deux archégones non fécondées; on remarque entre ce deux archégones, en *ar*, une archégone fécondée dont le canal est clos et qui contient déjà un embryon pluricellulé (d'après Duval-Jouve).

des Polypodiacées et le thalle échancré des *Pellia;* enfin, on sait que les prothalles de quelques Fougères (*Pteris*), à l'exemple de beaucoup d'Hépatiques, développent des rameaux adventifs aux dépens de certaines cellules marginales, et que ces rameaux, véritables propagules, sont susceptibles de s'affranchir.

L'apparition du prothalle a donc toute l'apparence d'un retour passager vers un stade antérieur, et ce retour nous reporte à un âge

Digitized by Google

où les Cryptogames, au sortir de l'eau, rampaient sur la terre humide, n'ayant d'autre tige qu'une lamelle cellulaire, la plupart

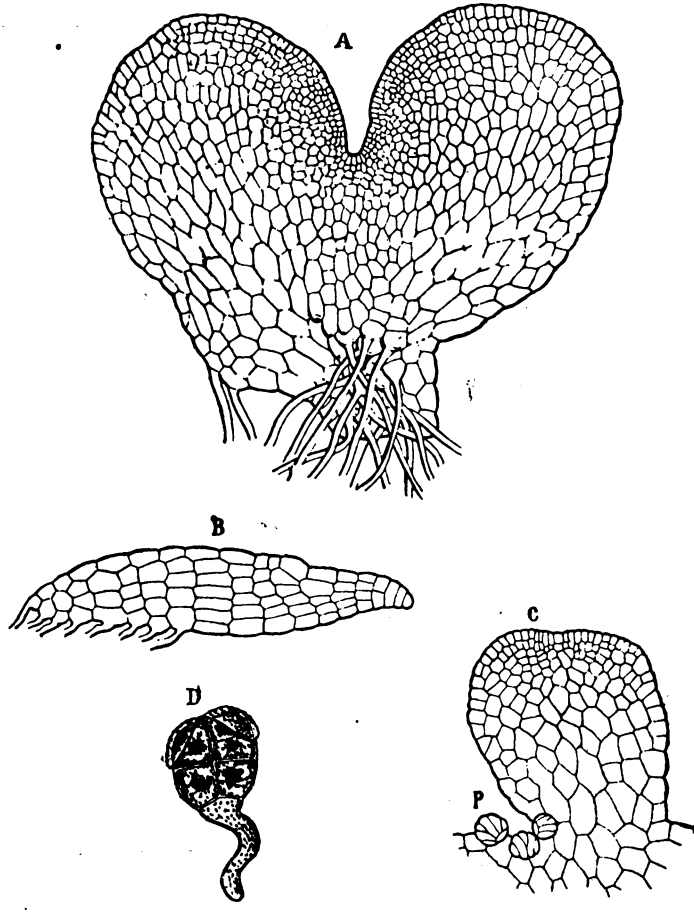


FIG. 52. — Prothalle d'une Osmonde à divers degrés de développement. — A, prothalle entier vu par dessous avec des poils rhizoïdes à la base; B, même organe vu latéralement et par dessus, montrant la carène dorsale; C, portion du même organe avec des propagules *p*; D, spore ouverte à l'état de germination, pour montrer l'origine du prothalle.

de leurs cellules étant susceptibles de produire des anthérozoïdes ou de devenir des archégones. Cependant, même dans cet

Digitized by Google

état primitif, antérieur à la plupart de leurs organes essentiels, à la constitution de l'axe caulinaire, à sa séparation d'avec les feuilles, antérieur à plus forte raison à l'apparition de tout élément fibro-vasculaire, les Cryptogames que nous considérons présentaient sans doute déjà un certain degré de différenciation, puisqu'en définitive les prothalles comparés se distinguent entre eux par des diversités relativement importantes.

Celui des Équisétacées est plus divisé, plus replié sur lui-même que celui des Fougères, souvent triangulaire ou oblong. Dans l'intérieur de ce dernier groupe, les prothalles varient selon les tribus que l'on considère : celui des Osmondes présente une saillie médiane accompagnée de deux rangées d'archégones au nombre de plus de cent; enfin, le même organe considéré chez les Ophioglossées constitue, selon M. Duchartre, non plus une expansion verte et membraneuse, mais une petite masse parenchymateuse, épaisse et allongée. Ces notions suffisent pour démontrer que, même à l'état thalloïde, alors qu'elles gardaient toute leur vie l'apparence qu'elles revêtent passagèrement au sortir de la spore, les Cryptogames primitives offraient déjà des différences relatives, tenant soit à la conformation du thalle, soit au mode de groupement des cellules sexuées, auxquelles donnait naissance cet organe.

Le prothalle est donc le point de départ; mais à partir de ce point, les plantes qui se sont élevées plus haut et chez lesquelles la phase végétative sporogonienne a fini par prédominer, ont acquis à la longue une structure extérieure et intérieure tellement complexe et variée que non seulement ces types, une fois engagés dans des voies divergentes, ont été constitués sur des plans très divers, eux-mêmes subdivisés en plans de deuxième et de troisième ordre, mais qu'enfin plusieurs d'entre eux ont succombé par suite d'une adaptation par trop rigoureuse, tandis que d'autres, au contraire, désormais fixés dans leurs traits essentiels, et assez armés pour résister dans la lutte pour l'existence, sont venus jusqu'à nous à travers les âges, presque sans changement. Il en est d'autres encore qui, tout en survivant, se sont amoindris : diminués de taille comme d'importance, subissant l'effet d'une sorte de régression, ils n'occupent plus le même rang qu'autrefois. Mais leur comparaison avec les plantes fossiles correspondantes donne le sens véritable des phénomènes du passé.

Digitized by Google

Les Cryptogames vasculaires à prothalle sexué, à la fois indépendant et fugace, constituent actuellement les trois groupes ou classes des Équisétinées ou Prèles, des Filicinées ou Fougères et des Ophioglossées. Non seulement le dernier de ces

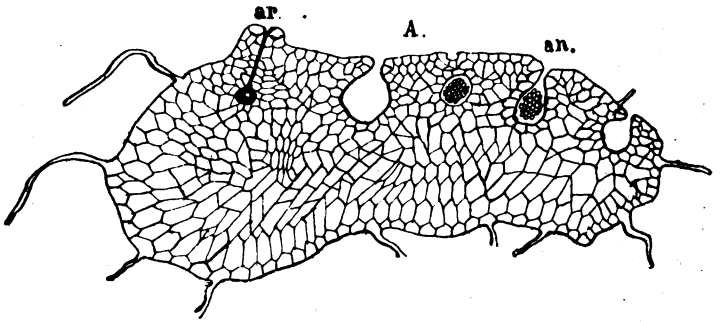


FIG. 53. — Prothalle d'une Ophioglossée. — A, coupe dans le prothalle du *Botrychium lunaria* (d'après Luersen); on distingue en *ar* une archégone et en *an* l'anthéridie.

groupes s'écarte de celui des Filicinées, auquel il a été longtemps réuni par des particularités de structure distinctives, mais ces mêmes particularités semblent le rapprocher des Lycopodinées[1], dont nous parlerons plus loin. Les Ophioglossées représenteraient donc un anneau détaché d'une série devenue incomplète, et leur étude intéresserait vivement, si elles pouvaient être retrouvées à l'état fossile dans un des âges primitifs. Mais bien que l'on ait maintenant la preuve de l'ancienne existence du groupe, cette existence ne se trouve attestée jusqu'ici que par de rares débris. Les mœurs, la consistance molle, le rhizome rampant et souterrain des Ophioglossées expliquent d'ailleurs parfaitement cette pénurie. Il n'en est pas heureusement ainsi des deux autres groupes, et la divergence même, en tout ce qui concerne l'aspect, le plan de structure et le port, qui les sépare mutuellement, dans la phase végétative agame, se trouve en parfait accord avec

1. D'après une notice que nous transmet M. le professeur Crié, la liaison entre les deux groupes se réaliserait très naturellement par l'intermédiaire du *Phylloglossum*, spécialement du *P. Drummondii* Kze, petite plante peu connue de la Nouvelle-Hollande, qne M. Crié a pu examiner, et dont il a fait germer les spores. Ces spores donnent naissance à un prothalle souterrain, blanchâtre, de forme bulboïde, très analogue d'aspect aux prothalles monoïques des Ophioglossées. Le *Phylloglossum* réunit en lui les traits caractéristiques confondus des Lycopodiacées Isosporées et des Ophioglossées.

Digitized by Google

leur présence constatée dans les étages les plus anciens; de telle sorte que l'époque où l'on peut reporter la date de leur éloignement d'une souche commune dont ils seraient issus se perd, pour ainsi dire, au fond du passé. Le retour périodique et constant de ces deux groupes au même stade prothallien suffit pour affirmer leur parenté originaire, quelque lointain que puisse en être le berceau.

Comparées entre elles, au point de vue de leur plan de structure, les Équisétinées et les Filicinées offrent un contraste complet. Les éléments anatomiques sont les mêmes, il est vrai, de part et d'autre; mais la disposition de ces éléments diffère du tout au tout. Chez les Équisétinées, la tige est « calamitoïde », c'est-à-dire fistuleuse ou lacunaire, et munie à l'intérieur de diaphragmes, de distance en distance. Les membres ou organes appendiculaires et accessoires, lorsqu'ils existent, sont toujours disposés par verticilles, et ces verticilles s'insèrent constamment sur la ligne des diaphragmes. Dans l'épaisseur de la paroi cylindrique qui circonscrit la cavité centrale, les faisceaux fibro-vasculaires se trouvent distribués par files verticales en un cercle unique, et séparés les uns des autres par du parenchyme médullaire. Chacun de ces faisceaux est accolé à une lacune de petite dimension, tandis qu'une série de lacunes plus larges constitue une rangée extérieure, concentrique à la précédente et alterne par rapport à elle, au milieu du parenchyme qui sépare la région corticale de la région fibro-ligneuse intérieure. On voit, sans entrer dans plus de détails, qu'il existe trois zones ou régions dans la tige des Équisétinées, lorsqu'on va de l'intérieur au dehors : une zone ligneuse comprenant une rangée circulaire de faisceaux associés à autant de lacunes; une zone parenchymateuse renfermant un cercle de grandes lacunes; enfin une zone corticale généralement striée ou cannelée. Dans ce plan de structure, les faisceaux fibro-vasculaires n'émettent des ramifications vers l'extérieur qu'à l'endroit des cloisons diaphragmatiques, et la présence de ces cloisons se trouve déterminée, non seulement par la continuité des cellules parenchymateuses qui interrompent la cavité centrale, mais surtout par l'anastomose des faisceaux réunis latéralement en un anneau continu. De cet anneau sortent les ramifications destinées à desservir les appendices verticillés et les racines.

Digitized by Google

Dans les Filicinées, au contraire, la tige est pleine, non articulée ni invaginée, verticale, oblique ou couchée, simple ou divisée par dichotomie, et les organes appendiculaires sont disposés de manière à décrire des lignes spirales. L'intérieur de la tige comprend, sous la zone corticale extérieure, des faisceaux fibro-vasculaires dispersés au milieu d'un parenchyme, et constituant par leurs ramifications et leurs anastomoses multiples une cage cylindrique treillissée, dont la composition plus ou moins complexe donne lieu à d'innombrables variations de détail, en rapport avec la polymorphie du groupe lui-même, dont le contraste est si marqué lorsqu'on le compare à l'excessive monotonie des Équisétinées. Quant aux éléments histologiques, considérés à part, ils ne diffèrent pas essentiellement dans l'un et l'autre groupe, et l'on conçoit *à priori* que des structures aussi divergentes aient pu cependant sortir originairement du même berceau.

ÉVOLUTION PARTICULIÈRE DES CALAMARIÉES OU ÉQUISÉTINÉES.

Le nom de « Calamariées », appliqué fréquemment à l'ensemble des plantes paléozoïques « équisétiformes », convient à cause de la diversité plus grande de ces plantes, réduites maintenant aux seuls *Equisetum*, mais qui primitivement comprenaient un certain nombre de types établis sur le même plan, et pourtant assez distincts les uns des autres pour constituer une classe.

Il faut pourtant écarter préalablement des Calamariées, comme y ayant été englobés à tort, certains types dont le caractère commun consistait à présenter des tiges fistuleuses-calamitoïdes, striées longitudinalement à l'intérieur, munies de diaphragmes et pourvues le long de ces diaphragmes d'organes appendiculaires verticillés. En dépit de ces caractères, qui peuvent se montrer dans des types n'ayant entre eux aucune connexion directe ni même éloignée, il est bien certain que, selon nous, ni les Calamodendrées ni les *Bornia*, encore moins les *Bryon* de M. Grand'Eury, ne sont de vraies Calamariées. Nous ne rangeons sous cette dénomination que les seuls végétaux assez analogues aux *Equisetum* actuels pour que leur classement dans le même groupe n'implique d'anomalie d'aucune sorte. En dehors des Équisétées propres et du genre *Equisetum* ou Prèle, qui se dégage du fond de la classe vers la fin du carbonifère, d'abord

Digitized by Google

associé aux *Schizoneura* et aux *Phyllotheca*, pour survivre seul à ceux-ci, les Calamariées comprenaient encore, lors des temps paléozoïques, les types *Calamites*, *Annularia* et *Asterophyllites*. Les différences qui séparent ces divers types, comparés entre eux et aux *Equisetum*, nous feront aisément saisir le caractère de ces derniers, leur infériorité ou leur supériorité relatives, et peut-être aussi la vraie cause de leur persistance véritablement surprenante.

Nous avons parlé de la structure anatomique des tiges et de la disposition verticillée des appendices foliaires; les organes servant de support aux sporanges, ou « sporangiophores » des Équisétinées, ne sont que des feuilles modifiées, qui par cela même constituent nécessairement des verticilles substitués aux verticilles foliaires. Ces verticilles de sporanges peuvent occuper exclusivement la sommité des axes fructifiés, ou bien alterner sur ces mêmes parties avec des verticilles foliaires non transformés; on conçoit également que, dans les rangées de sporangiophores, chacun de ces organes se montrant libre d'adhérence avec son voisin, cette liberté implique la distinction originaire des éléments foliaires d'où proviennent ces supports, éléments plus ou moins complètement soudés en gaine dans beaucoup de cas. De ces deux circonstances combinées : le mode de distribution des verticilles de sporangiophores par rapport aux verticilles foliaires et l'indépendance ou la soudure mutuelle de ces derniers éléments, résultent évidemment tous les types d'Équisétinées dont on a connaissance. Considérées en elles-mêmes, dans ce qui les constitue essentiellement, les combinaisons organiques d'où ces divers types sont sortis se réduisent à des oscillations en plus ou en moins, de nature à amener des changements partiels dans le nombre et la situation respective des parties.

Les verticilles des sporangiophores alternent avec les verticilles foliaires non modifiés ou imparfaitement modifiés, de manière à servir à la protection des premiers, chez les *Annularia*, les Astérophyllites et les Calamites. Ces mêmes verticilles de sporangiophores demeurent nus et composent exclusivement l'épi fructificateur chez les *Equisetum*. Il y a eu, dans ce dernier cas, élimination de l'un des deux éléments, simplification ou transformation absolue de l'organe, et le genre que caractérise cette transformation est justement celui qui a survécu à tous les

Digitized by Google

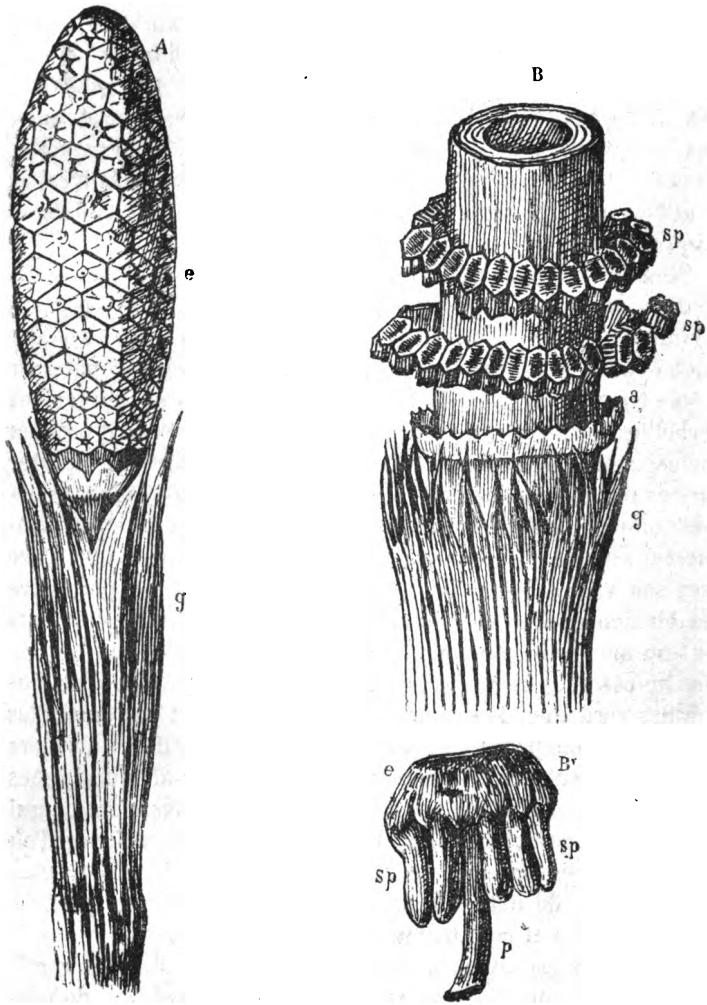


FIG. 54. — *Organes caractéristiques et appareils reproducteurs sporoïdes des Équisetées vivantes.* — A, extrémité supérieure d'une tige fertile de l'*Equisetum arvense* L., d'après une figure de Schimper. Cette tige, terminée par une gaine ou verticille de feuilles soudées, *g*, se trouve surmontée par un épi *e* ou appareil fructificateur encore clos, formé de « sporangiophores » ou feuilles fertiles, étroitement connivents et réunis en strobile. B, portion supérieure d'une tige fertile d'*Equisetum telmateia*, comprenant la base d'un épi mûr et ouvert, pour montrer la forme et la disposition des sporangiophores *sp*, dont les écussons pédicellés supportent au-dessous d'eux 6 à 8 sporanges. — On distingue en *g* la dernière gaine foliaire normale et en *a* l'anneau ou bractée qui sert de collerette à la base de l'épi; B', sporangiophore représenté à part et montrant son pédicelle *p* surmonté d'une expansion peltoïde ou écusson *e*, au-dessous duquel sont appendus les sporanges *sp*; d'après Sachs.

Digitized by Google

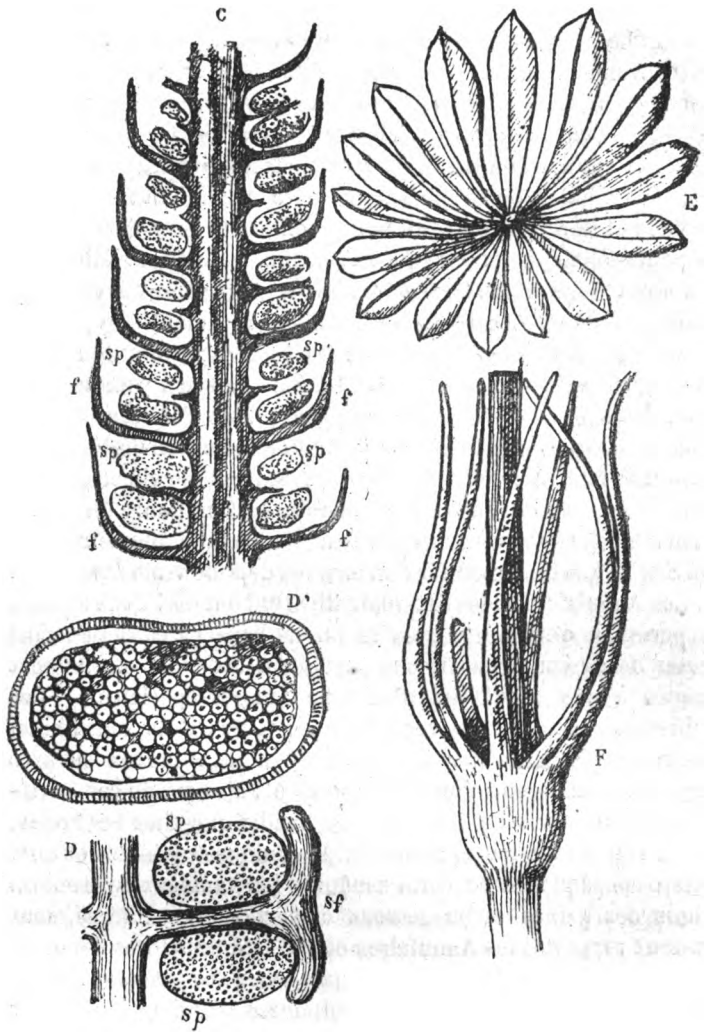


FIG. 55. — *Organes caractéristiques et appareils reproducteurs des Calamariées fossiles.* — C, *Calamostachys Binneyana* Schimp., coupe longitudinale de l'épi fructificateur d'une Calamariée fossile (*Asterophyllites* ou *Annularia*), du terrain carbonifère du Lancastershire, préparée pour le microscope et dessinée sur l'original par M. Schimper. On distingue sur cet échantillon des verticilles alternatifs de feuilles stériles et de sporangiophores *sp* Chacun de ceux-ci paraît avoir supporté quatre sporanges. D, l'un des sporangiophores grossi et restitué pour montrer sa terminaison en forme d'écusson peltoïde, recouvrant deux sporanges *sp*. D', un des sporanges figuré à part, sous un assez fort grossissement, pour faire voir sa structure intérieure et les spores accumulées dont il est rempli. E, verticille foliaire d'un *Annularia*, *A. sphenophylloides* Ung., comme exemple d'un type de Calamariées à feuilles libres jusqu'à la base. F, *Phyllotheca Brongniartiana* Zign., fragment de tige pourvu d'un verticille foliaire, pour montrer la soudure incomplète des feuilles de ce type de Calamariées, éteint depuis les temps secondaires.

Digitized by Google

autres. La réduction des parties et l'avortement de celles qui sont devenues inutiles sont toujours le signe d'un degré d'évolution plus avancé. Il est vrai que les sporangiophores nus des *Equisetum* manquent d'appareils protecteurs, tandis que, dans les genres éteints de Calamariées, les verticilles foliaires changés en gaine ou recourbés en voûte couvraient les sporangiophores intercalés. Ceux-ci, moins nombreux de moitié que les éléments foliaires, étaient situés sur le milieu de l'intervalle séparant deux verticilles stériles (*Annularia*), ou insérés à l'aisselle de chacun d'eux (*Asterophyllites, Calamites?*); mais une pareille disposition, si elle eût existé chez les *Equisetum*, loin de favoriser la dispersion des spores, aurait été de nature à y mettre obstacle, puisque ces corps reproducteurs, munis d'élatères ou filaments élastiques que la sécheresse déroule, se trouvent projetés au loin à leur sortie du sporange. Qui sait même si cette particularité n'a pas contribué à la longue durée d'un genre qui a traversé bien des époques successives sans varier notablement, puisque dès la fin du carbonifère on observe déjà de vrais *Equisetum*.

Les Annulaires et les Astérophyllites qui ont péri dans le cours du permien, c'est-à-dire avec la fin de l'âge paléozoïque, sans laisser de descendants directs, paraissent avoir été étroitement adaptés à des conditions d'existence toutes spéciales. — Les feuilles ou éléments des verticilles appendiculaires sont libres, remarquons-le, dans ces deux genres, et les rameaux ou axes secondaires naissent d'un point situé à l'aisselle de ces verticilles et au-dessus de l'articulation, tandis que chez les Prêles, les verticilles foliaires sont soudés en tuniques vaginales et que, comme conséquence de cette soudure, les rameaux naissent en dehors des gaines et au-dessous des articulations. Ainsi, sous ces deux rapports, les Annulaires et les Astérophyllites dénotent un degré évolutif moins avancé ; mais, chez ces plantes, l'adaptation à un mode de végétation étroitement défini se dévoile par la disposition des ramifications et des verticilles toujours inclinés dans un même plan horizontal; cette inclinaison est encore plus visible chez les Annulaires dont les rosettes s'allongent dans la direction des tiges, comme si elles avaient appartenu à un végétal débile et flottant dont les épis fructifères auraient été seuls redressés à la surface de l'eau. Quant aux Astérophyllites, M. Grand'Eury pense qu'elles constituaient des végétaux fléchis-

Digitized by Google

sant sous le poids du feuillage, sans fermeté et décombants à la façon des rotangs.

Les Calamites, malgré leur extrême abondance, ont été assez mal connues et exposées à une foule de confusions jusqu'à ces derniers temps. M. Grand'Eury, qui les a observées sur place dans les gisements de Saint-Étienne, a contribué plus que personne à rectifier les idées préconçues, adoptées par d'autres auteurs. Ces plantes, souvent confondues avant lui soit avec les *Bornia*, soit avec les Astérophyllites, en sont en réalité très distinctes. Les notions relatives à l'organisation des Calamites nous paraissent d'autant plus importantes que leur type touche de plus près que les précédents aux Équisétées proprement dites, dont il peut servir par conséquent à asseoir le vrai caractère et à définir le degré évolutif.

On doit se figurer les Calamites comme surgissant en colonies multipliées de rhizomes souterrains striés, assez vaguement articulés, dépourvus de gaines, mais pourvus de radicules, étendus horizontalement et ramifiés en tous sens à travers la vase molle, probablement au fond des eaux. Selon M. Grand'Eury[1] dont nous adoptons pleinement les idées, les tiges aériennes et verticales des Calamites s'élevaient çà et là sur le prolongement de ces rhizomes, en donnant lieu à un renflement en forme de cône renversé, renflement qui coïncidait avec le rapprochement des articulations. Les tiges, érigées dans leur partie souterraine, pouvaient émettre des radicules sur le plan extérieur des articulations, aussi bien que les rhizomes eux-mêmes; elles pouvaient aussi se prolonger pour constituer de nouveaux rhizomes traçants, à l'aide de bourgeons latéraux. Ce mode de végétation, comme le remarque M. Grand'Eury, correspond à celui des Prêles et en particulier à celui de l'*Equisetum variegatum*.

Les radicules des vraies Calamites, faciles à observer à Saint-Étienne et encore en connexion avec les bases de tiges souterraines, favorisent ce rapprochement. Elles prennent naissance plusieurs ensemble sur la ligne des diaphragmes; elles paraissent avoir été cylindriques, et leur empreinte laisse voir à la superficie des rangées de cellules tabulaires, disposées en

1. Voy. *Flore carbonifère du département de la Loire*, I, p. 28 et 29.

Digitized by Google

files longitudinales et reproduisant par leur ordonnance caractéristique la structure du tissu sous-épidermique des racines

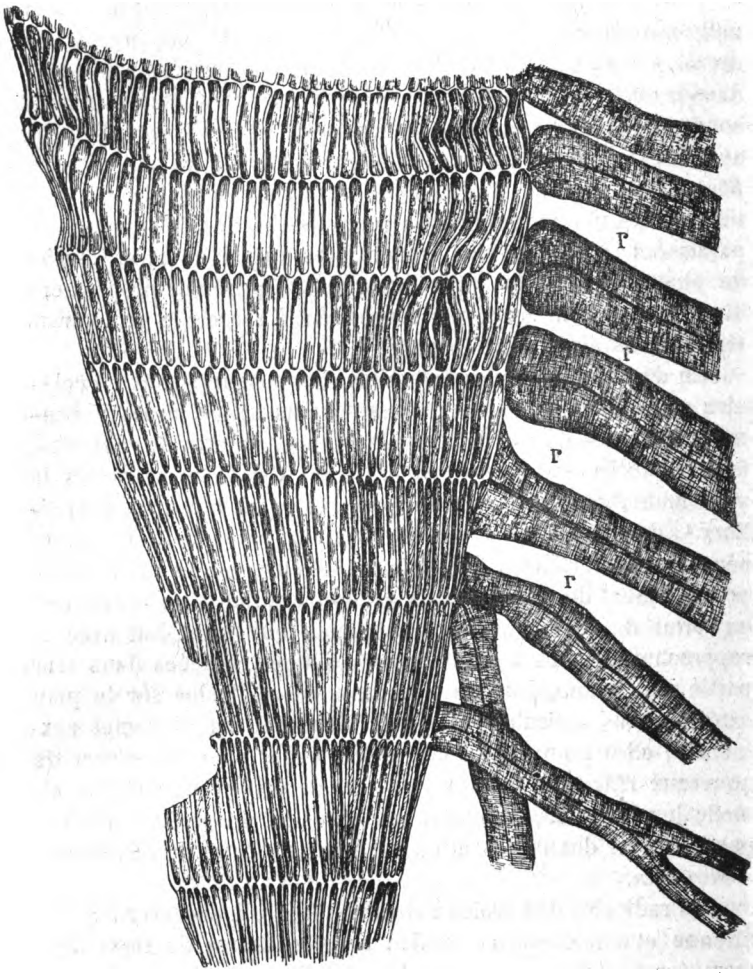


FIG. 56. — Partie souterraine ascendante d'une tige aphylle de Calamite, munie de radicules en place, *rr*, adhérant encore à la ligne des diaphragmes; d'après une empreinte recueillie à Saint-Étienne sur les indications de M. Grand'Eury; $\frac{1}{2}$ Gr. nat.

d'*Equisetum*. La dimension seule est différente, et sur les exemplaires examinés par nous, la proportion entre les organes

Digitized by Google

actuels et ceux de l'ancienne Calamite était comme 1 par rapport à 20.

Malgré tout ce que l'on a pu dire, l'étui solide des Calamites était extrêmement mince par rapport à la cavité centrale qu'il circonscrivait. La ténuité de cette enveloppe, presque toujours détruite ou mesurant au plus 2 à 3 millimètres en épaisseur de houille, étonne lorsque l'on songe qu'il existe des tiges de Calamites qui s'élevaient jusqu'à 10 et 12 mètres, presque toujours sans se ramifier.

Ce que l'on sait de l'organisation intérieure de cette paroi end à démontrer qu'elle s'écartait peu de ce qui existe chez les *Equisetum*, tandis que les tiges à zone ligneuse relativement épaisse et disposée par bandes rayonnantes que l'on a si souvent réunies aux Calamites, en sont réellement très distinctes et appartiennent aux Calamodendrées, c'est-à-dire à un type sans rapport avec les vraies Calamites. Les tiges de ces dernières, de même que leurs rhizomes, malgré l'étroite affinité que nous venons de signaler dans le mode de végétation et l'ensemble de la structure, différaient de celles des *Equisetum* par l'absence des gaines, qui ne se montrent nulle part sur les tiges ordinaires. Ces tiges constituaient ainsi un support d'une nature spéciale; elles répondaient à un stade végétatif que nos Prêles ne possèdent pas, puisque chez ces plantes les bourgeons souterrains développent immédiatement des axes pourvus de gaines, que termine enfin l'appareil fructifère asexué ou sporangifère. Cet appareil existait nécessairement chez les Calamites; mais où et comment se montrait-il? d'où sortait-il et quelle était son apparence? On s'est posé ces questions à bien des reprises et avec d'autant plus de raison que l'on n'a jamais observé jusqu'ici les appareils reproducteurs des Calamites en connexion avec leurs tiges. Malheureusement, on n'a pas reculé devant les opinions les plus bizarres et les moins justifiées, soit en voulant retrouver ces rameaux fertiles dans les Astérophyllites désignées sous le nom de *Calamocladus*, soit en admettant, comme l'a fait dernièrement M. Stur, que les *Annularia* et les *Bruckmannia* représentaient l'inflorescence de l'un des deux sexes des Calamites qui, à l'exemple d'une partie des Lycopodinées, auraient été « hétérosporées ». L'hétérosporie, c'est-à-dire la distinction des spores en « macrospores » et « microspores », les premières

Digitized by Google

uniquement femelles, les secondes exclusivement mâles, produisant par conséquent des prothalles unisexuées, cette distinction a pu exister effectivement autrefois chez les Calamites, qui représenteraient ainsi le type le plus élevé des Calamariées. Une première remarque de M. B. Renault et dernièrement une observation due à la sagacité de M. Williamson confirmeraient cette pensée; mais il ne s'ensuit pas qu'il faille, sans droit et sans autre motif que l'existence probable de spores différenciées, joindre aux Calamites les *Annularia* et les *Asterophyllites*, ni vouloir leur trouver des rapports de parenté avec les Lépidodendrées. Il nous semble bien plus raisonnable d'admettre que les tiges nues et stériles des Calamites constituaient un stade végétatif particulier, et que chez elles les rameaux producteurs de sporanges naissaient sur ces tiges, par verticilles disposés sur les articulations et à un moment donné, comme le terme naturel, mais non pas nécessaire, de leur développement. Nous serions portés à reconnaître ces organes, qui devaient être aussi promptement évolués que rapidement caducs dans les *Macrostachia* (*Equisetites infundibuliformis* de Brongniart), sortes de tiges ou de gros appareils cylindriques, garnis de gaines emboîtées, conformes à ce que serait une tige aérienne d'*Equisetum* qui achèverait d'évoluer. Les *Macrostachia*, si l'on adopte ce point de vue, représenteraient les parties feuillées et sporangifères du végétal dont les Calamites seraient les parties nues et stériles. D'après Weiss, il existait des sporangiophores vers l'aisselle des gaines de *Macrostachya*. M. B. Renault, qui a pu étudier récemment un fragment de ces mêmes organes converti en silice, a reconnu également des traces de sporanges situés entre les gaines, et ces sporanges auraient contenu des macrospores. Les assertions de M. Williamson, appuyées de dessins à l'appui, semblent mettre hors de doute ce dernier point de vue, en attestant la distinction des spores sexuées chez une partie au moins des anciennes Calamites.

On voit que le type des Calamites semble se distinguer surtout de celui des *Equisetum* par une plus grande perfection relative des organes reproducteurs, ainsi que par des phases végétatives plus complexes et aussi plus étroitement adaptées. La disparition des Calamites s'explique par cela même et les deux circonstances par lesquelles les Équisétées s'en écartent :

Digitized by Google

l'absence du stade végétatif aphylle et les sporangiophores nus indiquent une simplification organique qui a dû favoriser la vitalité du type, tandis que la présence des élatères aidait à la

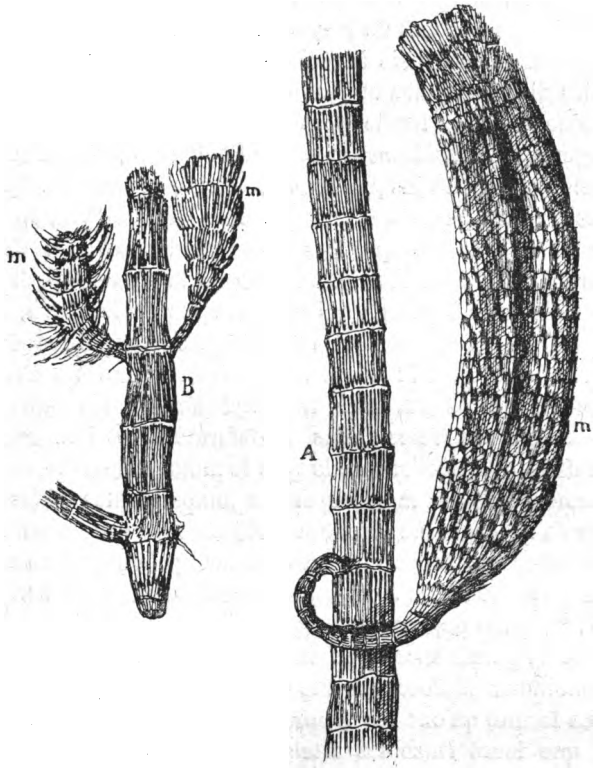


Fig. 57. — A et B, tiges aphylles de Calamites avec l'appareil fructificateur ou *Macrostachia m*, encore en place; d'après des figures de Stur légèrement modifiées. La tige A porte le *Macrostachia infundibuliformis* dessiné conformément à un exemplaire recueilli par M. Grand'Eury à Saint-Étienne. La tige B supporte deux *Macrostachia* dont les gaines, d'après la figure donnée par Stur, sont en partie désagrégées.

dissémination des spores. Au contraire, l'appareil reproducteur complexe des Calamites, la persistance des gaines involucrales, probablement aussi la séparation des sexes dans les spores, particularité de nature à entraîner la perte de l'un des deux, ont pu constituer à la longue des causes de décadence et de mort,

Digitized by Google

lorsque les conditions extérieures auxquelles les Calamites avaient dû leur premier essor cessèrent d'exister.

Il est certain, de toute façon, que les *Equisetum*, d'abord associés aux Calamites et dominés par elles, se substituèrent à celles-ci dans le cours du permien. Dans le trias, il n'y a déjà plus de Calamites; mais à côté des *Equisetum* proprement dits, dont les divers organes et jusqu'aux tubercules servant à l'emmagasinage de la fécule peuvent être observés, il se montre deux genres, les *Schizoneura* et les *Phyllotheca*, dont l'existence se prolonge ensuite jusque dans le terrain jurassique. Ces deux genres ne sont peut-être que des sous-genres et ne se distinguent des *Equisetum* que par une moindre soudure des éléments foliaires dont la réunion a formé la gaine. Ces éléments étaient libres ou à peu près libres chez les *Schizoneura*, à demi soudés chez les *Phyllotheca*. On voit que ces deux genres semblent se rattacher à un état primitif et ancestral que les *Equisetum* eux-mêmes ont dû traverser. Les *Phyllotheca* et les *Schizoneura* ne sont que des Prêles moins transformées, et l'on reconnaît qu'en définitive c'est encore le type le moins complexe, le moins étroitement adapté, mais en même temps le plus transformé, soit en ce qui concerne les organes foliaires, soit en ce qui touche à la structure de l'appareil reproducteur, qui a survécu à tous les autres et qui continue à offrir le spectacle d'un végétal fixé dans ses divers traits depuis les temps paléozoïques. Il est vrai qu'en dépit de sa persistance, tout en cessant de varier, il n'a cessé de s'amoindrir et d'occuper une place de plus en plus subordonnée. La faculté qu'ont les *Equisetum* de plonger dans le sol, de façon que leurs rhizomes atteignent, en se prolongeant, une profondeur pouvant aller jusqu'à 30 mètres a dû contribuer puissamment à cette persistante vitalité.

ÉVOLUTION PARTICULIÈRE DES FILICINÉES.

Contrairement aux Équisétinées, dont le plan de structure ne se prête qu'à de faibles variations, celui des Filicinées accuse une souplesse qui aboutit à des diversités pour ainsi dire infinies. La disposition des faisceaux fibro-vasculaires de la tige, repliés, subdivisés, tantôt réunis et comme soudés entre eux,

Digitized by Google

tantôt formant des branches et des anastomoses, cette disposition, que l'on peut dénommer « en cage » et « en treillis », offre réellement tous les passages, depuis le faisceau axillaire unique des Hyménophyllées et des jeunes tiges des autres sections, jusqu'au cylindre en réseau sinueux, à mailles régulièrement distribuées et entremêlées de tissu fondamental, associé parfois à des faisceaux entièrement isolés, qui forme le squelette des grandes tiges adultes et surtout des arborescentes. On conçoit combien ce dédoublement des éléments vasculaires ramifiés a dû favoriser le développement des organes appendiculaires, toujours émis dans ce groupe suivant un ordre spiralé. Aussi bien ne s'agit-il plus, chez les Filicinées, d'éléments foliaires simples, linéaires, verticillés et aisément soudés en gaine multiradiée, mais d'un appareil désigné du nom de fronde, souvent complexe et plusieurs fois pinné, parfois dichotome, étalé avec ses subdivisions dans un même plan, et dans lequel les ramifications des faisceaux vasculaires ou veines peuvent dessiner les replis les plus déliés à travers une lame de mésophylle, qui suit les contours résultant des dernières segmentations des faisceaux, engagés tous ensemble dans le support commun (pétiole ou rachis). De cette façon, l'esprit le comprend sans effort, toutes les combinaisons, à partir de la fronde simple en lame non découpée, des Scolopendres, de l'*Asplenium nidus avis* et de l'*Adiantum reniforme*, jusqu'aux frondes multipartites des Cyathées et des Dicksoniées, des *Sphenopteris* et des *Pecopteris*, parmi les fossiles, ont pu librement se produire et se répéter. En effet, que l'on considère le présent ou le passé, telle section ou telle autre, au sein de la classe entière, il faut s'habituer à ces retours qui n'ont rien à voir avec l'affinité véritable et la descendance. Ce sont là des conformités apparentes qui n'entraînent le plus souvent, entre les plantes vivantes et fossiles comparées, aucun degré de parenté prochaine, aucun lien de filiation réciproque, et lorsqu'on a voulu s'appuyer sur de semblables caractères pour assimiler les plantes de l'ancien monde à celles de l'ordre actuel, on s'est exposé volontairement à des méprises que de patientes études achèvent à peine de redresser. Il en a été certainement ainsi des *Asplenites, Cheilantites, Diplazites, Cyatheites*, etc., de Gœppert, et les rapprochements indiqués en dernier lieu par M. d'Ettingshausen, entre les Fougères vivantes et fossiles, rap-

Digitized by Google

prochements basés uniquement sur l'aspect des frondes et sur la nervation, n'ont pas plus de valeur intrinsèque.

L'évolution successive n'a visiblement amené que des changements peu significatifs dans la forme des feuilles de Fougères, ou du moins les caractères que l'on en pourrait tirer n'ont rien d'assez fixe pour servir de guide à l'analogie dans la recherche du développement phyllogénétique de la classe. Il est pourtant nécessaire d'admettre *à priori* que les premières Filicinées devaient posséder des frondes plus simples et un axe fibro-vasculaire unique, ou formé de la juxtaposition d'un petit nombre de parties occupant le centre de la tige, conformément à ce qui existe chez les Hyménophyllées. Celles-ci paraissent, en effet, être les moins transformées des Filicinées actuelles, en ce qui concerne les organes végétatifs, bien que leur appareil reproducteur sporoïde soit déjà plus éloigné de cette simplicité que l'on est en droit d'attribuer aux plus anciennes Fougères. Il nous est cependant impossible d'en juger autrement que par la théorie, en nous aidant toutefois de l'observation directe des organismes actuels, et remontant, par eux, des effets produits aux causes qui les ont engendrés et d'où ces effets ont dû provenir.

Les Hyménophyllées, par leurs tiges et leurs feuilles, demeurées très peu complexes, offrent sans doute une image fidèle de ce que toutes les Filicinées ont dû être originairement, à l'époque où leur sporogone, possédant déjà un corps fibro-vasculaire, retenait encore plus d'un trait emprunté au stade prothallien d'où ces plantes tendaient à s'éloigner graduellement. Dans les Hyménophyllées, non seulement le faisceau vasculaire est axile et unique, au moins en apparence, mais le limbe foliaire est presque toujours formé, comme dans les Mousses, d'une seule assise cellulaire, dépourvue par conséquent de stomates[1]. Une semblable fronde peut descendre à un degré tel de simplicité, qu'elle se confonde presque avec le thalle des Marchantiées ou qu'elle s'élève très peu au-dessus de ces sortes d'organes, surtout si l'on a égard au prothalle de ces mêmes Hyménophyllées. Ce dernier, en effet, plus complexe que celui de la plupart des

1. Il faut excepter les *Loxoxoma*, chez lesquels, du reste, l'anneau est plutôt oblique qu'horizontal. — Voy. Sachs, *Traité de botanique*, trad. par Van-Tieghem, p. 474 et 476.

Digitized by Google

autres Filicinées, après être sorti d'un filament proembryonnaire, se subdivise en plusieurs segments lamelliformes latéraux. On peut citer à ce double point de vue les *Trichomanes sinuosum* Rich., *sphenoides* Kz. et l'*Hymenophyllum elegans* Spr., du Pérou.

FIG. 58.

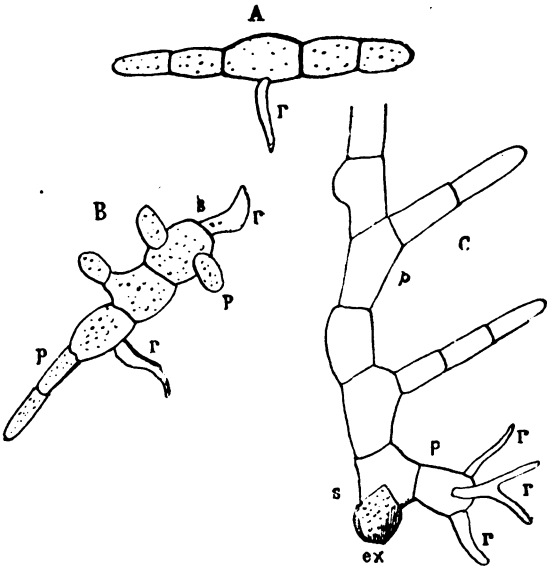


FIG. 59.

FIG. 58. — Fronde sporangifère d'une Hyménophyllée du genre *Trichomanes* (*T. sinuosum*). Sur cette fronde les sores ou groupes de sporanges se trouvent constitués par un réceptacle situé à l'extrémité terminale des segments.

FIG. 59. — *Prothalles jeunes d'Hyménophyllées à divers degrés de développement.* — A. marque un état plus âgé; B, représente un jeune prothalle ramifié; C reproduit, sous un plus fort grossissement, un état jeune dans lequel la membrane de l'exospore est encore visible. Sur ces figures, *rr* indique les poils rhizoïdes; *p*, les filaments prothalliens ou filaments proembryonnaires; *s* désigne la cellule sporique primitive d'où procèdent les ramifications cellulaires de l'organe (d'après Kny).

L'importance et la différenciation relatives du prothalle, signe évident d'infériorité et d'une liaison plus intime avec le stade antérieur, se remarque plus particulièrement chez les Osmondées, où cet organe se montre, après son développement, traversé de la base au sommet par une nervure médiane, formée

Digitized by Google

de plusieurs assises de cellules et accompagnée d'une double série latérale d'archégones, tandis que les anthéridies naissent vers les bords extérieurs du prothalle ou sur sa face extérieure. Ces prothalles développent même, d'après Sachs (1), des pousses adventives qui s'affranchissent et qui constituent un moyen de propagation végétative dont l'analogie avec celui que présente le thalle de beaucoup d'Hypnées ou Mousses propres, ne saurait échapper.

La présence presque assurée des Hyménophyllées dans les

FIG. 60. — Prothalle d'une Osmonde âgée de huit mois, vu sous un très faib e grossissement, pour montrer la double rangée d'archégones qui occupe le milieu de l'organe dans le sens longitudinal.

terrains paléozoïques, même les plus anciens, vient à l'appui de nos considérations, et les exemples de parties fructifiées, alliées de plus ou moins près aux Osmondées, au sein de ces mêmes couches, ne manquent pas non plus. Mais ce n'est pas seulement la structure plus développée du prothalle qui nous engage à regarder les Osmondées comme se rattachant plus étroitement que les autres Fougères aux Filicinées tout à fait primitives ; ce qui nous le conseille encore c'est la considération des sporanges, qui présentent, dans cette section, une simplicité de structure bien faite pour attirer l'attention. Par là, puisqu'il s'agit de suivre l'évolution des Filicinées, nous nous trouvons

1. Consultez la figure 52.

Digitized by Google

ramenés vers l'étude de leurs sporanges ou capsules, organes d'une telle importance, que toute la classification de ces plantes repose sur la considération de la structure et, subsidiairement, du mode de groupement d'une partie aussi essentielle.

Le sporange, dans l'intérieur duquel se forment les spores, corpuscules agames unicellulaires, propagules ou cellules libres et enkystées, dont la germination donne naissance au prothalle, le sporange des Filicinées se forme, disons-nous, aux dépens d'une cellule de l'épiderme; il se montre presque toujours au contact des nervures et sur la face inférieure du limbe foliaire. Après son développement, ce sporange constitue un organe clos dont la paroi ne comprend qu'une seule assise de cellules susceptibles de se différencier plus ou moins. L'organe peut être nu, c'est-à-dire dépourvu de tégument protecteur, inséré isolément ou disposé par groupes distincts, nommés sores. Enfin, chacun de ces groupes peut se composer d'un nombre défini de sporanges régulièrement ordonnés ou d'un nombre indéfini de de ces mêmes sporanges, ou bien encore les nervures qui portent les sporanges peuvent se renfler, s'étendre, ou se prolonger en une expansion de nature à leur constituer un réceptacle diversement configuré.

Ces particularités combinées ont donné lieu à des différences qui servent à distinguer les tribus actuelles de Filicinées, au nombre de sept.

1. HYMÉNOPHYLLÉES. .	Sporanges à anneau transversal ou oblique donnant lieu à une rupture longitudinale, insérés sur un prolongement des nervures fertiles, recouvert par un tégument cupuliforme qui s'avance au delà de la marge foliaire.
2. OSMONDÉES.	Sporanges exannulés s'ouvrant en deux valves, à l'aide d'une faible différenciation d'un groupe latéral de cellules pariétales, disséminés ou agglomérés le long des nervures des folioles fertiles, le plus souvent réduites ou contractées.
3. LYGODIÉES.	Sporanges exannulés, s'ouvrant longitudinalement par la contraction d'un groupe apical de cellules disposées en forme de calotte rayonnante, distribués un à un sur les folioles fertiles ou le long des segments transformés des frondes.

Digitized by Google

4. GLEICHÉNIÉES....	Sporanges à déhiscence longitudinale, s'ouvrant à l'aide d'une large zone transversale de cellules différenciées, groupés en nombre défini et restreint, à la face inférieure du limbe foliaire.

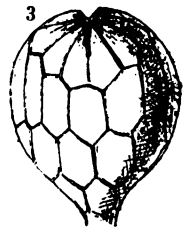


FIG. 62.

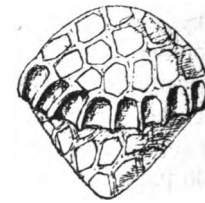


FIG. 61. — Sporange d'une *Hyménophyllée* avec son anneau ou connecticule transversalement périphérique.

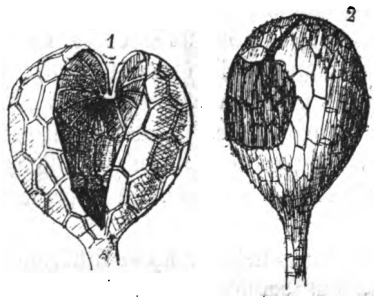


FIG. 62. — Sporanges d'*Osmondées*, pour montrer la plaque ou groupe de cellules dorsales qui opère la déhiscence. 1 et 2, sporanges de *Todea africana* après la déhiscence, vus par la face ventrale, 1, et par la face dorsale, 2. — 3, sporange ou capsule d'une Osmonde vu par la face dorsale et montrant le groupe de cellules infra-apicales qui détermine la déhiscence.

5. MARATTIÉES.....	Sporanges groupés le long ou sur un point déterminé des nervures latérales des folioles fertiles et soudés latéralement, demeurant distincts et s'ouvrant en deux valves (*Angiopteris*) ou constituant un *synangium* divisé en autant de thèques qu'il existait primitivement de sporanges.
6. CYATHÉES.....	Sporanges munis d'un anneau dorsal, c'est-à-dire vertical, amenant une déhiscence transverse, groupés en nombre indéterminé sur un point réceptaculaire, qui constitue un organe de support ou de protection plus ou moins développé.

Digitized by Google

7. POLYPODIÉES. . . . . { Sporanges pédicellés, munis d'un anneau vertical amenant une déhiscence transverse, disséminés un à un, dispersés et couvrant toute la face inférieure des feuilles fertiles ou groupés sur cette face en nombre indéterminé le long du parcours des veines, de manière à former des *sores* soit nus soit protégés par un tégument superficiel.

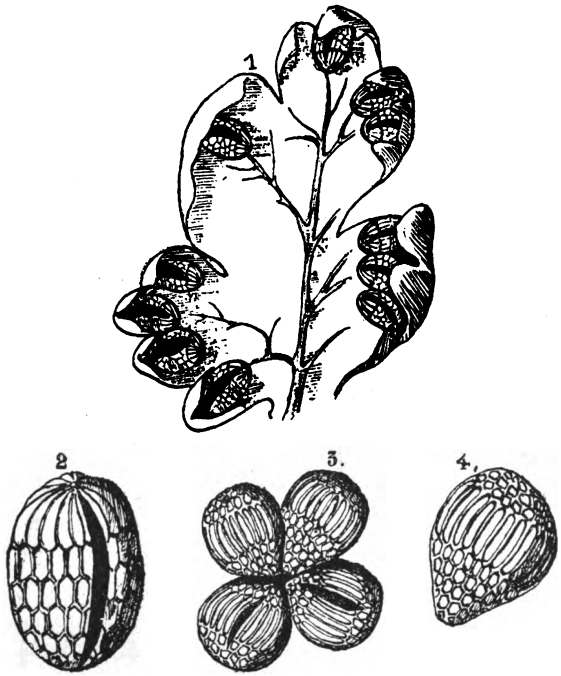


FIG. 63. — 1, pinnule grossie d'une *Lygodiee* du genre *Mohria*, pour montrer la disposition des sporanges à la face inférieure de la fronde ; 2, sporange isolé et ouvert, plus fortement grossi, pour montrer le groupe de cellules apicales, en forme de calotte, qui détermine la déhiscence ; 3, groupe de sporanges ou sore d'une *Gleichéniée*, pour montrer le mode de déhiscence de ces organes et la disposition de la zone périphérique de cellules qui constitue le connecticule ; 4, un des sporanges isolé et plus fortement grossi, avant la déhiscence.

Le plus grand nombre des Filicinées actuelles se rangent parmi les Polypodiées ou Polypodiacées, elles-mêmes subdivisées en sections secondaires. — Les Cyathées sont généralement arborescentes. Parmi les Polypodiacées, les types arborescents

Digitized by Google

se remarquent surtout dans la section des Dicksoniées. — Les Marattiées élèvent leur fronde sur une souche épaisse et puissante ; elles offrent plusieurs particularités de structure qui les

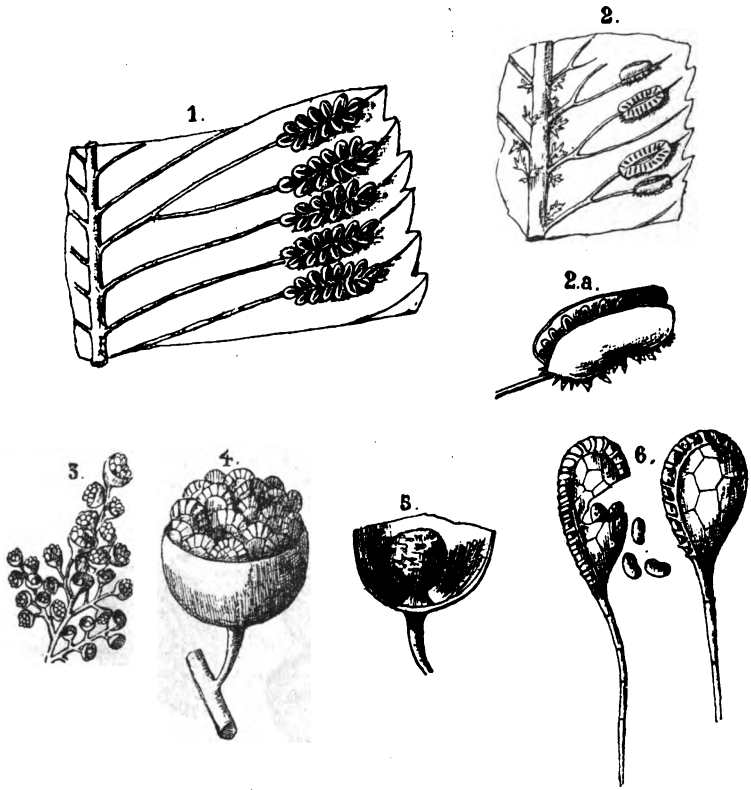


Fig. 64. — 1, fragment d'une pinnule d'*Angiopteris* avec les groupes de sporanges réunis mais non soudés; 2, fragment d'une pinnule de *Marattia* avec les groupes de sporanges soudés en un *synangium* pluriloculaire; 2a, un des *synangium* grossis 3, extrémité d'une portion de fronde fertile d'une Cyathée (*Thyrsopteris elegans*); 4, un des réceptacles vu isolément, en forme de coupe pédicellée, rempli de sporanges munis de leur anneau multiarticulé; 5, le même organe coupé, montrant l'intérieur occupé par le support des sporanges en forme de pelotte posée sur un pied; 6, deux sporanges ou capsules de Polypodiées, avec leur anneau périphérique vertical, portés sur de longs pédicelles; l'un d'eux est ouvert et laisse échapper les spores (très-grossi).

écartent notablement des autres groupes. — Les Gleichéniées se distinguent par la dichotomie caractéristique de leur rachis foliaire, pourvu de bourgeons avortés à l'aisselle de chaque par-

Digitized by Google

tition. — Les Osmondées sont les moins nombreuses de toutes les Filicinées, en même temps les plus rapprochées des Ophioglossées. — Les Lygodiées, de leur côté, par certains traits qui les rapprochent des Osmondées, par d'autres qui leur communiquent une physionomie spéciale, par le port grimpant du genre principal, sont faites pour attirer fortement l'attention. — Les Hyménophyllées, remarquables par la délicatesse de leur tissu foliaire renferment les plus faibles et les plus humbles de toutes les Filicinées.

Si l'on prend, ce qui est naturel, le sporange libre, solitaire, exannulé, comme point de départ de tout l'ensemble, il est facile de s'assurer que la série qui en résulte n'a rien en soi de linéaire, mais qu'on s'engage presque aussitôt dans des voies entièrement divergentes, aboutissant à trois ou quatre types, séparés l'un de l'autre par des intervalles inégaux et répondant à autant de plans de structure, basés sur des modifications partielles, qui toutes ont affecté quelque côté du sporange, sans atteindre les autres. Ces différenciations tiennent soit au sporange lui-même, dont elles modifient la taille et la structure des parois, en entraînant le développement de l'anneau, soit à son mode de groupement et de distribution à la face inférieure des feuilles, soit enfin à son mode d'insertion et aux appareils protecteurs, qui sont de nature à le supporter ou à le recouvrir.

Les Polypodiées sont réellement le dernier terme de l'une de ces séries partielles; par elles s'est réalisée l'existence de Filicinées pourvues de sporanges individuellement pédicellés, munis d'un anneau périphérique vertical, très petits mais très nombreux, dispersés sans ordre ou groupés plusieurs ensemble, sans soudure ni adhérence mutuelles, ni aucune symétrie dans le mode de groupement. On conçoit très bien comment une semblable organisation, une fois constituée, a dû se prêter à d'ultérieures et incessantes combinaisons, variables à l'infini, et comment les plantes qui l'ont obtenue ont dû se montrer capables de se maintenir avec avantage en luttant contre celles qui en étaient dépourvues. Mais on conçoit aussi que cette différenciation des cellules pariétales du sporange, d'où l'anneau périphérique et vertical est à la fin sorti, n'ait pu s'effectuer qu'à la longue et se soit perfectionnée graduellement avant de prévaloir. Le mécanisme de structure et la direction verticale de l'anneau ne sont

Digitized by Google

pas du reste l'unique cause de la supériorité relative des Polypodiées, mais cette particularité y a certainement contribué puissamment, si l'on y joint l'avantage résultant de la petitesse des sporanges en rapport évident avec leur multiplicité. Celle-ci exclut à son tour les soudures par agrégation qui restreignent forcément, en le limitant, le nombre des sporanges et qui doivent finalement, malgré l'avantage qui résulte d'un appareil plus complexe, gêner la dissémination des spores et devenir à la longue un obstacle au dédoublement subséquent des types et des formes. C'est au contraire cette double tendance, gage assuré de longévité, dont les Polypodiées portent au plus haut degré l'empreinte.

Ainsi, les types à sporanges libres, de dimension relativement considérable, exannulés ou à cellules pariétales faiblement et imparfaitement différenciées, à déhiscence valvaire, seraient les plus anciens. En admettant ce point de départ, on voit se manifester un double courant modificateur, provenant d'une différenciation croissante de l'organe ou de son support. L'une de ces voies conduit aux Polypodiées par le développement et la constitution de l'anneau, par la ténuité et la multiplicité corrélatives des sporanges, enfin par leur distribution en nombre indéfini et leur mutuelle inadhérence. Les Cyathées représenteraient, dans la même direction, un rameau fixé de bonne heure et limité dans son développement ultérieur par l'insertion des groupes de sporanges sur un point réceptaculaire. Ici, le mode d'insertion obtient de l'importance et entraîne des combinaisons qui suffisent pour caractériser une famille, subordonnée d'ailleurs aux Polypodiées par les traits essentiels de sa structure.

L'autre courant ne s'écarte pas autant de l'état de choses primitif; il semble avoir prévalu tout d'abord en donnant naissance à des combinaisons plus variées, plus complexes, par cela même plus parfaites et plus étroitement adaptées. Il amène à des types que représentent encore de nos jours les Gleichéniées et les Marattiées. Dans cette direction, partagée de bonne heure en plusieurs voies divergentes, les sporanges n'ont acquis que des connecticules imparfaitement caractérisés ou dirigés dans un autre sens que la verticale, c'est-à-dire en zone apicale ou transverse périphérique. Chacun de ces organes a gardé une dimension relative considérable, et finalement restreints en

Digitized by Google

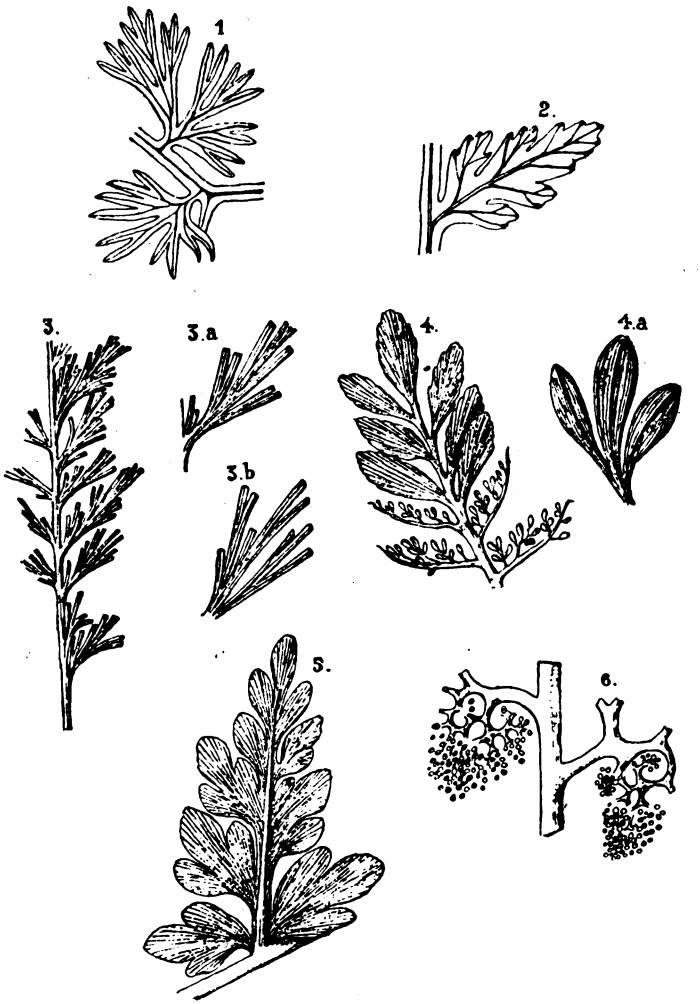


FIG. 65. — 1-3, Hyménophyllées paléozoïques : 1, *Hymenophyllites furcatus* Brongn.; 2, *Hymenophyllites alatus* Brongn.; fragments de pinnules, la seconde espèce paraît fructifiée; 3, *Hymenophyllites Schimperianus* Gœpp., du terrain houiller inférieur de la vallée de Thann, fragments de fronde dont les derniers segments paraissent fructifiés à leur extrémité supérieure; 3*a* et 3*b*, deux segments grossis; 4, *Palæopteris hibernica* (Ed. Forb.) Schimp., fragment d'une fronde fertile, de grandeur naturelle; 4*a*, trois capsules ou organes fructifiés grossis; 5, *Triphyllopteris Collombi* Schimp., fragment d'une fronde stérile; 6, parties fructifiées de la même espèce; d'après des figures de M. Schimper; culm de la région des Vosges.

Digitized by Google

nombre, ils se sont groupés, puis soudés d'une façon plus ou moins intime, de manière à constituer un appareil composé, d'une structure remarquable et d'une perfection très-élevée, mais inférieur, à raison même de cette complexité et de sa délicatesse congéniale, à l'organisation plus simple, plus souple, atteignant son but plus sûrement et plus facilement, qui caractérise les Polypodiées.

Le genre réellement primitif des *Palæopteris* de Schimper (*Archæopteris* de Dawson et de Stur), déjà prédominant à la fin du dévonien, et plus tard encore dans la partie ancienne du carbonifère (étage du culm, grauwacke supérieure, paléanthracitique), constitue le plus ancien type de Filicinées dont les parties fructifiées soient connues. Les *Cardiopteris* et les *Triphyllopteris* de Schimper, ainsi que les *Rhacopteris* du même auteur, dont nous parlerons plus loin, pourraient bien avoir formé avec les *Palæopteris* une section ou tribu dont l'origine remonterait aux âges les plus reculés. Les parties fructifiées des *Palæopteris* consistent dans des folioles transformées par l'avortement du limbe et supportant des groupes de sporanges oblongs, exannulés, costulés, ouverts en deux valves. Les sporanges sont disposés par trois sur des pédicelles qui dépendent de la costule médiane de la foliole transformée.

Les *Rhacopteris,* qui ne diffèrent peut-être pas génériquement des *Palæopteris,* présentent des parties fructifiées conformées en une panicule dichotome, dont les dernières subdivisions supportent des agrégations de sporanges toujours exannulés, pourvus d'une déhiscence bivalve et que M. Stur compare à ceux des *Botrychium*, tandis que la disposition apicale de l'appareil fructifié rappelle à l'esprit les Osmondées. Le rapprochement de structure de ces sporanges tout à fait primitifs avec ceux des *Botrychium* n'a rien qui doive surprendre; sans entraîner une parenté directe avec le groupe des Ophioglossées, il peut être cependant l'indice d'une certaine affinité fort naturelle, si l'on a égard à la structure très peu différenciée du sporange des *Botrychium*.

Les organes de ces derniers, simplement bivalves ou plutôt bipartites à la maturité, sont recouverts à la surface d'un réseau très fin de cellules toutes égales, avec une terminaison apicale en forme de bouton à peine saillant. — Le sporange des Osmon-

Digitized by Google

dées, encore très simple, est pourtant déjà un peu plus différencié, par suite du groupement latéral et sous-apical de certaines cellules plus petites que les autres, réunies d'une façon caractéristique, mais qui malgré leur situation répondent sans doute au sommet normal, latéralement déjeté, de l'organe dont cette disposition favorise la déhiscence. C'est à peu près à ce même degré, un peu au-dessus cependant par le développement de l'anneau déjà ébauché et vertical comme celui des Polypodiées, que se montrent à nous les Botryoptéridées de M. Renault, dont les sporanges pyriformes, stipités, agglomérés par groupes et remplaçant, comme chez les Osmondées, les pinnules latérales transformées, présentent des caractères ambigus dont les uns paraissent empruntés aux *Botrychium*, tandis que les autres touchent aux Polypodiées; ces dernières sont surtout reconnaissables à la présence d'un anneau vertical plus ou moins développé. Ici, pourtant, les sporanges stipités forment de véritables grappes sur une fronde entièrement transformée, au lieu d'être seulement disposés sur la face inférieure de l'organe. Les particularités respectives des Botrychiées, des *Rhacopteris*, des Osmondées et des Polypodiées, se trouvent donc réunies et confondues chez les Botryoptéridées pour constituer un type de transition, un groupe réellement synthétique, que rien ne rappelle parmi ceux que nous avons sous les yeux. Les Botryoptéridées vivaient encore à la fin du carbonifère, mais elles remontaient sans doute à une origine antérieure, qu'il n'y aurait rien d'invraisemblable à rattacher aux *Rhacopteris* du culm ou carbonifère inférieur.

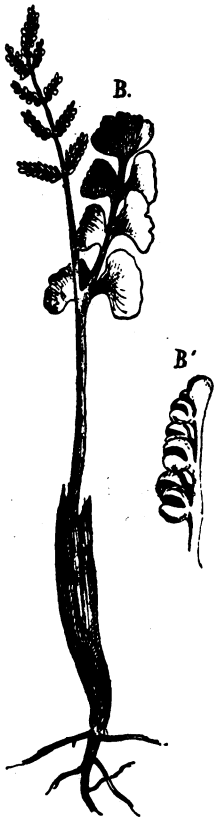


Fig. 66. — *Botrychium lunaria* L., plante entière B; B', portion grossie pour montrer les sporanges bivalves après la déhiscence.

Quelle qu'ait été la véritable place de ces Filicinées primi-

Digitized by Google

tives, on voit que la différenciation des cellules superficielles du sporange, tendait alors à se prononcer, après avoir suivi des degrés successifs depuis l'époque déjà lointaine du carbonifère inférieur. S'il fallait, dans cette marche, désigner le stade

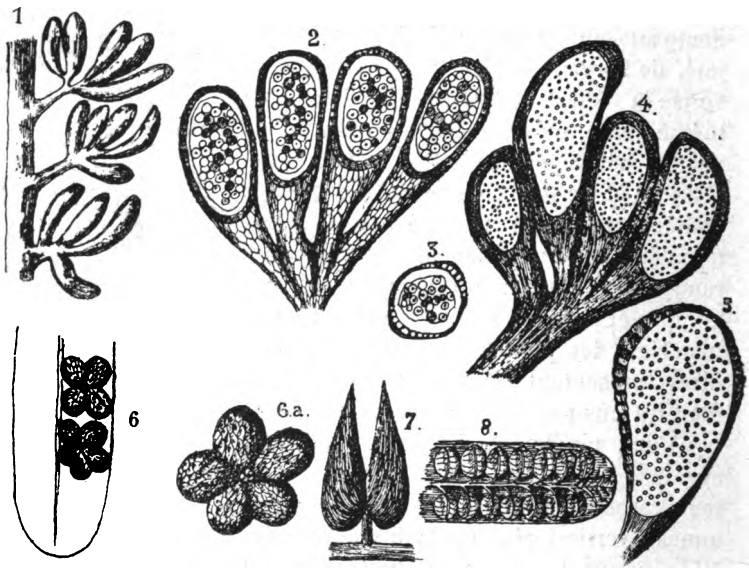


FIG. 67. — 1 à 5, Fougères éteintes du groupe des *Botryoptéridées* de M. Renault : 1, fragment d'une partie de fronde fructifiée de *Zygopteris pinnata* Ren., légèrement grossi, montrant les groupes de capsules réunies sur un pédicelle commun; 2, coupe longitudinale de l'un des groupes de capsules pour montrer les spores contenues dans leur intérieur; 3, coupe transversale de l'une des capsules ou sporanges, pour montrer les vestiges du connecticule qui les entourait dans le sens vertical; 4, groupe de sporanges du *Botryopteris dubius* Ren., vus à l'aide d'une coupe longitudinale qui découvre leur intérieur et fortement grossis; 5, autre sporange d'après une coupe longitudinale montrant les vestiges du connecticule incomplet qui l'entoure dans le sens périphérique vertical; 6 à 8, Fougères éteintes du groupe des *Marattiées primitives*, *Angiopéroptéridées* de Schimper; 6, *Asterotheca hemitelioides* Brongn., fragment de pinnule très grossi portant deux groupes de capsules; 6*a*, un de ces groupes ou sore formé de cinq sporanges réunis autour d'un point central, avec le réseau cellulaire superficiel, vu sous un très fort grossissement; 7, deux sporanges réunis au sommet d'un court pédicelle de *Scolecopteris subelegans* Grand'Eury, très fortement grossis; 8, pinnule de *Marattiotheca Grand'Euryi* Schimp., montrant des sores en forme de thèques dont l'analogie avec les parties correspondantes des *Marattia* actuels est vraiment frappante.

auquel répondent nos Osmondées, on le marquerait dans une situation intermédiaire aux *Palæopteris* et aux Bothryoptéridées, place où le groupe moderne viendrait naturellement s'intercaler.

Digitized by Google

Les Polypodiées, au contraire, devraient être rangées au delà; elles représenteraient une phase et un stade postérieur du même mouvement. Aussi jusqu'à présent on peut dire que, soit absence, soit rareté relative, aucune Filicinée de cette tribu ne s'est encore présentée à l'état fossile, avec son sporange caractéristique, dans les divers étages de la série paléozoïque.

Les *Senftenbergia*, genre de Filicinées du carbonifère ancien, ont la même signification. Chez eux, les sporanges sont bisériés, quoique distincts, le long du rachis des segments de dernier ordre. Ces sporanges avaient été décrits par Corda comme pourvus d'une calotte apicale formée de trois zones superposées de cellules constituant un connecticule terminal analogue à celui des Lygodiées, et par suite la fronde avait été assimilée à celle des *Mohria*. Mais, d'après les récentes observations de Stur, qui paraissent des plus précises, le sporange des *Senftenbergia* rappellerait plutôt celui des *Angiopteris*, dans les Marattiées, par sa conformation extérieure et son pourtour superficiel; au lieu de présenter les traces d'un anneau terminal nettement limité, il serait couvert d'un réseau de cellules rayonnant de l'extrémité supérieure de l'organe, et ce réseau donnerait lieu à une ciselure d'autant plus prononcée que les cellules seraient plus voisines du sommet, d'autant plus effacée au contraire qu'elles se rapprocheraient de la base. Une fente verticale est d'ailleurs visible sur le côté extérieur de chaque sporange, en sorte que le type des *Senftenbergia*, analogue à celui des *Angiopteris* par la structure du sporange et son mode de déhiscence, s'en distinguerait pourtant très-nettement par la direction de cette déhiscence tournée vers le dehors, ainsi que par l'indépendance des sporanges non groupés ni soudés entre eux; il s'agirait, par conséquent, d'une Marattiée « à sporanges isolés, » c'est-à-dire ne ressemblant en rien aux Marattiées actuelles, mais indiquant la marche que ces plantes ont dû suivre et le stade qu'elles ont certainement traversé, avant d'offrir les caractères qui les distinguent et qu'elles ont acquis depuis très longtemps.

En réunissant tout ce qui précède, nous obtenons un point de départ qui ne saurait être bien éloigné de celui d'où les Lygodiées, les Marattiées et les Polypodiées ont dû sortir autrefois en s'engageant dans des voies rapidement divergentes, et en se différenciant de plus en plus, les premières par la constitution

Digitized by Google

d'un connecticule apical en forme de calotte à séries rayonnantes, les secondes par le groupement définitif et la soudure de plus en plus intime de leurs sporanges demeurés sans anneau distinct, les dernières par la formation d'un anneau vertical nettement déterminé. En même temps, ce stade primitif est lui-même fort rapproché de celui auquel les *Osmunda* et les *Todea* se sont arrêtés, et il ne diffère réellement de celui que nous représentent les *Senftenbergia* que par une seule circonstance. Cette circonstance consiste en ce que, chez les premiers, le sommet normal du sporange est devenu sous-apical, par suite d'un arrêt de développement du côté opposé à celui par où s'opère la déhiscence. C'est ainsi que les sporanges des Osmondées paraissent bivalves, tandis qu'en réalité ils s'ouvrent par une fente latérale, comme ceux des *Senftenbergia;* mais on n'a qu'à admettre une déformation légère de ces derniers pour les amener à présenter une structure en tout analogue à celle des sporanges des Osmondées.

Le plus ancien exemple de groupement de ces sporanges primitifs, encore exannulés, mais offrant un commencement de différenciation dans les cellules du réseau superficiel, nous est fourni par le genre *Oligocarpia*, dont les glomérules situés vers le sommet des nervures de dernier ordre se composent généralement de 4, plus rarement de 3-5 sporanges insérés sur le même point, contigus, bien que distincts et susceptibles même de se détacher, de manière à être observés isolément. Le réseau cellulaire qui recouvre ces sporanges rayonne du sommet de l'organe, en donnant lieu, dans cette direction, à des mailles graduellement plus petites et à parois commissurales plus prononcées, mais sans anneau périphérique, ainsi qu'on l'avait cru jusqu'à présent [1].

Les types marattioïdes observés par divers auteurs, sous les noms d'*Asterotheca* Presl, de *Scolecopteris* Zenk, mais plus particulièrement définis par M. Grand'Eury, appartiennent à un carbonifère plus récent. Ils marquent un nouveau progrès vers la soudure des sporanges, d'abord simplement rapprochés, ensuite réunis en un « synangium » ou organe composé, analogue à celui qui caractérise toutes les Marattiées actuelles, à l'exception des seules Angioptéridées. Mais ces types de Marattiées, alors

1. Voy. Stur, *Culm-Flora*, p. 204.

Digitized by Google

parvenus à leur *summum* de développement, présentent une richesse de combinaisons bien supérieure à celle de leurs derniers survivants. De plus, ils laissent voir, dans certains cas, soit une soudure moins avancée des sporanges entre eux, soit les vestiges d'une ciselure superficielle qui semblent fournir les éléments d'une transition vers les Gleichéniées. Ces dernières, on peut le dire, paraissent se rattacher à un stade de fusion moins complète des sporanges distribués en glomérules.

Il existait effectivement dans le carbonifère supérieur, à côté de vrais *Marattia*, ou *Danæa*, peu éloignés des nôtres (*Pecopteris eunera* Schimp, *P. Marattiætheca* Gr., *P. Danæætheca* Gr.[1]), d'autres combinaisons bien éloignées de celles qui nous sont familières, et caractérisant surtout les formes rangées d'abord d'après leurs feuilles dans l'ordre des Pécoptéridées, et dont les *Psaronius* représentent les troncs.

Dans les *Asterotheca* de Presl, dont M. Grand'Eury a figuré plusieurs espèces distinctes, les sporanges, réunis au nombre de 4-5 et jusqu'à 8 autour d'un point d'attache central et soudés entre eux par les parois commissurales, sont cependant distincts extérieurement, et la superficie de chacun d'eux est occupée par un réseau à mailles cellulaires rayonnant du sommet, conforme à celui que nous avons signalé dans les genres précédents. A l'intérieur, les sporanges réunis donnent lieu à un conceptacle partagé en autant de loges qu'il existe de parties originairement libres. Il suffit de supposer un degré un peu moins avancé de soudure et une différenciation un peu plus prononcée des cellules du tégument des sporanges, pour obtenir la combinaison d'où sont vraisemblablement sorties les Gleichéniées.

Le type des *Scolecopteris*, au contraire, par suite d'une combinaison inconnue chez les Marattiées actuelles, présente un degré de soudure des sporanges plus prononcé. Dans ce genre, le « synangium » repose sur un pédicelle, et les sporanges érigés, atténués et libres par leur sommet, sont fusionnés en un seul organe par la base. Leur superficie est occupée par le même réseau à mailles cellulaires allongées et convergentes vers le sommet que nous avons déjà signalé plusieurs fois.

Ces divers faits ont la même signification; ils permettent de

1. Voy. *Fl. carb. du département de la Loire*, I., 71-78, atlas, pl. 7, fig. 3-6 et 7.

Digitized by Google

suivre la marche qui a dû présider à la formation et au développement graduel du groupe des Marattiées, à l'époque de leur plus grande extension. Plus tard ce groupe a décliné, et il paraît ensuite être demeuré stationnaire.

Le *Marattiopsis Münsteri* (*Angiopteridium* Schimp.) qui se montre à la fin du trias est un vrai *Marattia*, et à la même époque le *Danæopsis marantacea* de Heer présente des sporanges disposés en une double rangée continue le long des nervures secondaires, à peu près comme chez les *Danæa;* seulement la soudure naturelle de ces sporanges n'est pas tellement complète qu'on ne distingue chacun d'eux pris à part; mais postérieurement, avec le *Danæa Brongniartii*, de l'oolithe inférieure des Alpes vénitiennes, nous sommes bien en présence du genre tropical actuel.

Le groupe des Marattiées, depuis lors, n'a plus avancé, et de nos jours on ne l'observe guère en dehors des tropiques.

Les Lygodiées et les Gleichéniées ont eu des commencements plus obscurs et des développements plus difficiles à saisir que ceux des Marattiées. Ces deux sections nous reportent au stade pendant lequel les Filicinées achevaient de différencier les cellules de leur tégument sporangique, sans avoir pourtant obtenu encore l'anneau vertical multiarticulé des Polypodiées.

Il y a en réalité peu de distance à franchir pour arriver des *Senftenbergia* aux *Mohria* et des *Howlea* aux *Gleichenia*. Il s'agit uniquement d'un degré de différenciation un peu plus prononcé dans la disposition des cellules qui constituent le connecticule du sporange.

C'est seulement vers la fin de la craie que l'on a découvert, jusqu'ici du moins, de vrais *Lygodium* à l'état fossile. Depuis cette époque, le type, définitivement fixé, n'a plus donné lieu qu'à de faibles variations spécifiques.

On remonte plus loin en s'attachant à la recherche des premiers vestiges des Gleichéniées, et cependant ces vestiges reposent sur des indices presque toujours entachés de quelque doute. Le professeur Schenk, en inscrivant parmi les Gleichéniées des genres comme les *Andriana*, *Selenocarpus*, *Laccopteris*, caractérisés par des sporanges groupés en nombre défini, mais à connecticule vertical et multiarticulé, a faussé les lois de l'analogie. En réalité, pour observer la plus ancienne Gleichéniée, au sens

Digitized by Google

FIG. 68. — *Types divers de Fougères paléozoïques.* — 1, *Calymnotheca Stangeri* Stur, fragment de fronde fertile; 2, *Senftenbergia elegans* Corda; 2, fragment de fronde portant des pinnules fructifiées; 2*a* et *b*, deux sporanges grossis et ouverts par une déhiscence longitudinale, montrant le réseau cellulaire superficiel et la disposition rayonnante des cellules apicales, faisant office de connecticule, d'après M. Stur; 3-5, *Oligocarpia Gutbieri* Gœpp.; sporanges groupés par 4 et par 5 autour d'un point central réceptaculaire; 3, groupe de 5 sporanges; 4, groupe de 4 sporanges; ces sporanges montrent le réseau cellulaire qui recouvre leur superficie; 5, autre sporange figuré isolément, vu par côté; reproduction des figures de M. Stur, fortement grossies; 6, *Howlea pulcherrima* Corda, plusieurs pinnules grossies avec la trace de l'insertion des groupes de sporanges, d'après Corda; 7-8, *Thyrsopteris schistorum* Stur espèce du culm ou carbonifère inférieur; 7, fragment de fronde fertile; 8, fragment d'une fronde fructifiée, d'après M. Stur.

Digitized by Google

actuel du mot, la plus reculée dans le passé dont la structure soit assez nette pour fixer l'attention, il est nécessaire de descendre jusqu'au *Gleichenites elegans* Zigno, de l'oolithe des Alpes vénitiennes [1], espèce aux frondes délicates, aux segments dichotomes, qui se rattache réellement aux *Gleichenia* de l'époque actuelle, plus particulièrement aux formes de l'hémisphère austral.

Les Gleichéniées, véritablement similaires des nôtres, congénères de celles-ci, offrant même des combinaisons de structure plus variées, prennent un essor visible lors de la craie. A ce moment, elles se multiplient aussi bien en Europe que dans les régions polaires. La flore crétacée du Groënland comprenait au moins six espèces de Gleichéniées. — Aucune contrée actuelle ne contient une aussi forte proportion de ces plantes. On peut dire que le groupe atteignit son apogée à cette époque ; il a été depuis entièrement exclu de l'Europe et se trouve plus particulièrement confiné entre les tropiques.

Les Cyathées, c'est-à-dire les Polypodiées à sporanges munis d'un anneau vertical un peu oblique et insérés sur un organe réceptaculaire, remonteraient à un passé des plus reculés, si tous les genres que l'on a inscrits dans cette famille, parmi les Filicinées fossiles, lui appartenaient réellement; mais il est loin d'être certain qu'il en soit ainsi, et il a fort bien pu se faire que, dans les temps paléozoïques, il existât des Filicinées à sporanges exannulés ou à connecticule imparfait, pourvues en même temps d'un réceptacle, et que l'on aurait tort de confondre avec les Cyathées. Il en a été probablement ainsi des *Calymnotheca*, si répandus dans le culm et dont les rachis fructifiés supportent des appareils ayant la forme d'un calice coriace à déhiscence valvaire lors de la maturité. Ces *Calymnotheca* du culm répondent aux *Sphenopteris tridactilites* Brngt. et *tenuifolia* Brngt. — Cependant, au sein des mêmes couches, le *Thyrsopteris schistorum* Stur, des schistes tégulaires de la Moravie silésienne, laisse voir une étroite analogie des portions stériles et fructifères de ses frondes avec les organes correspondants de l'unique *Thyrsopteris* actuel, *T. elegans* Kze, de l'île Juan-Fernandès. Cette affinité favorise la pensée d'une assimilation générique qu'appuie

1. Zigno, *Flore oolith.*, I, fig. 193, pl. 10, fig. 1.

Digitized by Google

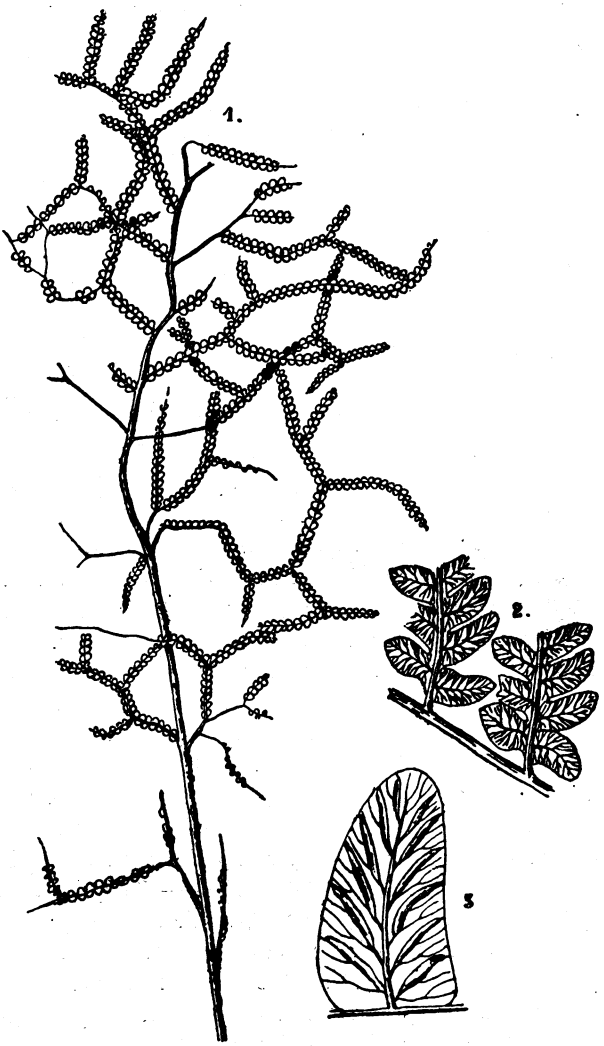


FIG. 69. — 1, *Gleichenites elegans* Zign., portion considérable d'une fronde; oolithe des Alpes vénitiennes, reproduction réduite d'une figure de M. de Zigno; 2, 3, *Asplenium whitbyense* Heer, de l'oolithe de Sibérie; 2, fragment de fronde; 3, pinnule grossie, figurée isolément pour montrer la forme et la disposition des sores qui justifient l'attribution de cette espèce au genre *Asplenium*.

Digitized by Google

encore la certitude de l'existence de ces mêmes *Thyrsopteris* dans la flore jurassique et à plusieurs niveaux répétés, soit en Europe, soit dans la Sibérie de la région d'Irkutsk. A ces *Thyrsopteris* sibériens il faut joindre plusieurs *Dicksonia*, dont M. Heer a reconnu les frondes fructifiées (*Dicksonia Saportana* Hr., — *D. clavipes* Hr.), et ces indices trouvent une confirmation éclatante dans la présence des *Protopteris*, troncs de Fougères arborescentes répandus à l'état fossile dans les étages inférieurs de la craie, mais que l'on observe également dans le carbonifère récent. Le groupe des Dicksoniées, auquel se rattachent sûrement les *Protopteris*, sert à relier les Cyathées propres aux Polypodiées véritables par l'intermédiaire des *Davallia* et des *Nephrolepis*. Ainsi, des Cyathées, ou au moins des types cyathiformes en voie de développement, se seraient montrés avant les Polypodiées, dès le commencement de la période carbonifère. Plus tard, durant le cours des temps secondaires, les Cyathées n'ont cessé d'habiter l'Europe et leur existence sur ce continent s'est prolongée jusque dans le tertiaire. La tribu n'a été évidemment éliminée de notre sol que par l'effet du refroidissement, et l'on doit compter des *Alsophila*, des *Cyathea*, des *Hemitelia* au nombre des types de Fougères qui caractérisaient l'Europe éocène.

Si l'on veut maintenant considérer les véritables Polypodiées, c'est seulement après la période paléozoïque, ou même après le trias, que l'on commence à pouvoir en signaler des traces. Il est admissible que cette tribu, longtemps obscure, n'a revêtu les traits qui la distinguent que par degrés, à l'aide de nuances insensibles et au moyen d'une longue succession de termes dont il nous est impossible de reconstituer la série à une telle distance et avec une telle pénurie de documents. — Ce qui est certain, c'est qu'à partir du rhétien, c'est-à-dire de l'étage qui opère la soudure entre le trias supérieur, ou keuper, et le plus ancien jurassique ou infralias, on rencontre d'assez nombreuses Polypodiées, comme si, après l'âge de transition, de passage et de tâtonnements qui court du permien au lias, le développement des Polypodiées, demeuré jusque-là à l'état latent, s'était accentué tout d'un coup. Dans cette foule de genres à sporanges munis d'un anneau vertical, périphérique et multiarticulé, que l'on peut signaler à ce moment, il faut distinguer ceux qui présentent ces organes groupés en nombre défini, sur un même point d'inser-

Digitized by Google

tion *Andriana* Fr. Br., — *Selenocarpus* Schk., — *Laccopteris* Presl). Ce sont là des Filicinées d'un caractère réellement ambigu, possédant, avec des sores de Gleichéniées, des sporanges de Polypodiées, mais devant être rangées parmi ces dernières ou encore

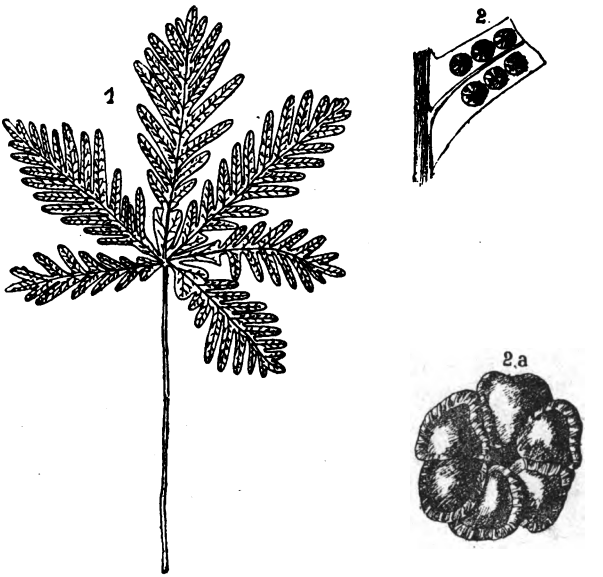


Fig. 70. — 1, *Laccopteris elegans* Presl., fronde complète très réduite ; 2, fragment de fronde avec les sores ou groupes de capsules sporangiques ; 2*a*, un sore fortement grossi, pour montrer le mode de groupement des sporanges et la disposition de l'anneau qui les entoure.

dans les Cyathées, puisque la structure de l'anneau doit primer en importance le caractère tiré du mode de groupement et du nombre défini ou indéterminé des sporanges. Il n'existe plus de nos jours de Polypodiées dont les sporanges soient limités en nombre dans chaque sore, mais cette combinaison a dû se présenter originairement, bien qu'elle n'ait eu qu'une existence momentanée. — Les genres de Fougères à nervures réticulées du même âge infraliasique, comme les *Clathropteris*, les *Dictyophyllum* et les *Thaumatopteris* sont aussi des Polypodiées, moins écartées que les précédentes de celles que nous connaissons.

Leurs sporanges disséminés sans ordre à la face inférieure des frondes fertiles, comme chez les Acrostichées, paraissent en

Digitized by Google

même temps distribués en glomérules dépourvus de téguments, comme chez les Polypodiées propres. Le genre *Microsorium* Link. en particulier semble le proche allié des *Clathropteris* de l'infralias. Ces formes, dont l'habitat aquatique et les

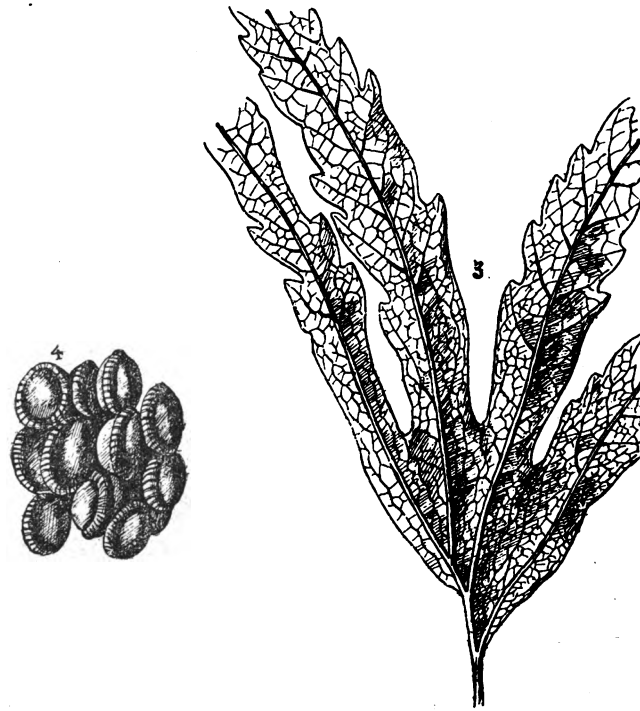


FIG. 71. — *Clathropteris platyphylla* Brngt; 1, fronde presque complète très réduite; 2, sporanges groupés ou plutôt disséminés en glomérules à la face inférieure des frondes fertiles, vus sous un fort grossissement et montrant la structure de leur anneau, semblable à celui des Polypodiées actuelles.

rhizomes rampants sont maintenant bien connus, grâce à M. Alfred Nathorst, rattachaient ainsi l'un à l'autre les deux groupes actuellement plus distants des Polypodiées et des Acrostichées. A la même époque, le type de l'*Asplenites Ottonis* Schk. et de l'*Asplenites Rœsserti* Schk. dénote l'existence d'un véritable *Asplenium*, et, malgré l'affluence d'une foule de genres d'un classement difficile, on voit à partir de cet âge les Polypo-

Digitized by Google

Tableau montrant le degré approximatif de l'évolution des Filicinées[1] à l'époque jurassique.

			ETAGE RHETIEN.	ÉTAGE OOLITHIQUE.
FILICINÉES.	Sporanges à connecticule imparfait, apicai, sous-apical ou transversal périphérique.	Osmondées		
		Lygodiées		
		Hyménophyllées		
		Marattiées	*Marattia Munsteri* Schimp.	*Danæa Brongniartiana* Zign.
			Danæopsis marantacea Hr.	*Danæa Heerii* Zign.
		Gleichéniées		*Gleichenites elegans* Zign.
	Sporanges à connecticule constituant un anneau vertical périphérique et multiarticulé.	1. Sporanges insérés sur un réceptacle commun. — *Cyathées* et *Dicksoniees*	*Gutbiera angustifolia* Presl.	*Thyrsopteris Murrayana* Hr.
			Thyrsopteris Kze.	*Thyrsopteris Maakiana* Hr.
				Dicksonia clavipes Hr.
				Dicksonia Saportana Hr.
		2. Sporanges groupés en nombre défini sur un point réceptaculaire. — *Pseudo-Polypodiées*, tribu éteinte	*Selenocarpus* Schk.	
			Andriana Fr. Br.	
			Laccopteris Presl.	*Laccopteris Phillipsii* Zign.
		3. Sporanges distribués sans ordre ou groupés en glomérules nus. — *Proto-Polypodiées*.	*Clathropteris* Brgnt.	*Camptopteris jurassica* Gœpp.
			Thaumatopteris Gœpp.	
			Dictyophyllum Lindl. et Hull.	*Dictyophyllum rugosum* L. et H.
				Dictyophyllum Lechenbyi Zign.
		4. Sporanges groupés en nombre indéfini de façon à constituer des sores protégés par un tégument ou « indusium ». — *Polypodiees* indusiées.	*Asplenites Rœsserti* Schk.	*Asplenium Whitbyense* Hr.
			Asplenites Ottonis Schk.	
				Adiantites Schmidtianus Hr.
			Acrocarpus cuneata Schk.	

Obs. Sur ce tableau l'existence des Hyménophyllées, Osmondées et Lygodiées se trouve mentionnée sans qu'il ait été possible, faute de documents, de préciser l'état dans lequel se trouvaient ces trois groupes ni les types qui les représentaient à l'époque jurassique.

Digitized by Google

diacées s'affirmer et se particulariser de plus en plus. Auprès de ces Polypodiacées primitives, le *Gutbiera angustiloba* Presl represente une véritable Cyathée alliée de près aux *Matonia* actuels. Dans cette association de Filicinées de l'étage rhétien, l'*Acrocarpus cuneata* Schk. représente une sorte de Davalliée à sores marginaux terminant les nervures. L'existence des *Thyrsopteris* étant d'ailleurs assurée, puisque ce genre s'est déjà montré dans le carbonifère, on pourrait dresser, ainsi qu'on le voit sur la page précédente, le tableau abrégé des caractères qui distinguaient les Filicinées vers le début des temps jurassiques, en le complétant par des notions tirées de la flore de l'oolithe, inscrites sur une colonne à part.

La plupart des types caractéristiques du rhétien se retrouvent plus tard dans l'oolithe, mais à titre de prolongement et avec une tendance vers le déclin qui présage, on peut le dire, leur future élimination. C'est ainsi que la tribu aujourd'hui éteinte, à laquelle nous appliquons le nom de Pseudo-Polypodiées, et qui comprend, lors du rhétien, les trois genres *Selenocarpus*, *Andriana* et *Laccopteris*, se trouve représentée dans l'oolithe par le seul *Laccopteris Phillipsii* Zign [1]. Le type des Fougères à frondes palmatisèques et à nervures réticulées, que nous nommons Proto-Polypodiées, reparaît également dans l'oolithe avec les *Dictyophyllum rugosum* Lindl. et Hutt. et *Leckenbyi* Zign. qui répondent aux *Thaumatopteris* du rhétien, et le *Camptopteris jurassica* Gœpp. qui répète le *Camptopteris serrata* Kurr, du Keuper, ainsi que les *C. incisa* et *spiralis* Nath., du rhétien de Scanie. Tandis que ces deux tribus s'affaiblissent, on voit, au contraire, les Cyathées, les Dicksoniées et enfin les Polypodiées à sores indusiés des genres *Asplenium* et *Adiantum* se dégager et s'affirmer, à mesure que de l'infralias ou rhétien on passe dans l'étage plus récent de l'oolithe, considéré soit en Angleterre, soit dans le nord de l'Italie. Durant cette même période, les Marattiées demeurent stationnaires, tandis que les Gleichéniées attestent leur personnalité par la présence du *Gleichenites elegans* Zign., si conforme aux *Gleichenia* actuels. L'essor que prendra plus tard ce groupe, jusqu'alors obscur ou mal défini, des Gleichéniées, se trouve ainsi annoncé comme par avance.

1. Voy. *Fl. foss. Format. oolith.* I, p. 176, 181 et 195.

Digitized by Google

On voit au total, par cette marche, qu'à partir de la seconde moitié des temps jurassiques, le développement phylogénétique des Polypodiées est achevé, que celui des Cyathées a marché d'un pas encore plus rapide, tandis que les Gleichéniées n'attendent qu'un signal pour atteindre à leur apogée. Nous n'aurions plus, dès lors, en poursuivant notre examen, qu'à constater des variations et des fluctuations aboutissant, en définitive, à l'élimination graduelle de tous les types de Filicinées destinés à périr et dont aucun ne semble avoir prolongé son existence au delà de la craie supérieure.

CARACTÈRES ÉVOLUTIFS DES OPHIOGLOSSÉES CONSIDÉRÉES SÉPARÉMENT.

Il suffira de quelques condérations sur ce groupe isolé et singulier, très distinct de celui des Filicinées, manifestant, au contraire, par plusieurs particularités, soit du prothalle, soit de l'embryon issu de ce prothalle par génération sexuée, une affinité curieuse avec les Isoétées et les Sélaginellées. Peut-être les Ophioglossées rappellent-elles un stade antérieur que les plantes précitées auraient également traversé, en s'avançant ensuite au delà. Dans ce cas, les Ophioglossées, plus rapprochées de cet état premier, en auraient conservé davantage les traits distinctifs. Aussi, chez elles, le prothalle, toujours hypogé et relativement différencié, s'éloigne-t-il moins que chez les Fougères de la plante définitive à laquelle il donne naissance. Il constitue, d'après Sachs[1], une petite masse parenchymateuse dépourvue de chlorophylle qui croît verticalement sous la terre et qui comprend, à l'intérieur, un faisceau axile de cellules allongées, sorte d'ébauche de l'appareil vasculaire, tandis que l'extérieur est revêtu de toutes parts de poils radicaux.

Dans la phase végétative agame, le rhizome ou tige souterraine et verticale des Ophioglossées demeure enfoncé dans la terre et ne s'allonge qu'avec une extrême lenteur, sans jamais se ramifier, mais en donnant lieu à des stolons radiculaires.

La structure intérieure est très simple; elle consiste en un anneau fibro-vasculaire circonscrivant une zone médullaire cen-

1. *Traité de botanique* précité, p. 501.

Digitized by Google

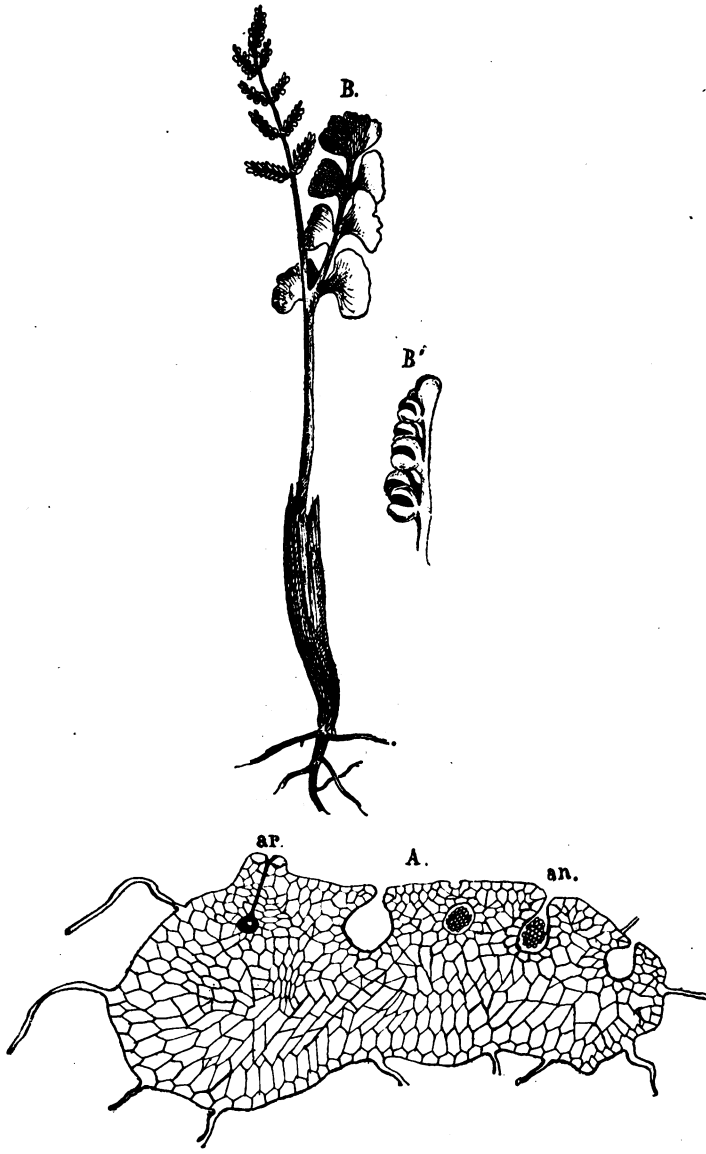


FIG. 72. — A, coupe dans le prothalle du *Botrychium lunaria* L.; on distingue en *a* l'archégone et en *an* l'anthéridie, d'après Luersen; B, plante adulte et fructifère de *Botrychium lunaria* L.; B', portion grossie de l'appareil fructificateur montrant les sporanges, bivalves après la déhiscence.

Digitized by Google

trale, et séparé du parenchyme cortical par un étui de cellules allongées à parois minces. Les faisceaux fibreux se composent de cellules allongées en fuseau, poreuses et rayées. Dans le pétiole, les faisceaux ne forment plus un anneau continu, mais ils se montrent isolés et disposés en cercle [1]. Chaque feuille, émise et formée avec lenteur à l'extrémité supérieure de la tige, est accompagnée à sa base d'une radicule, et ces radicules persistent disposées horizontalement autour des parties anciennes de la tige. La feuille, sorte de sympode dilaté en fourreau inférieurement, dédoublé en deux segments, l'un stérile, l'autre fertile, disposés sur le même support, offre une ordonnance qui l'éloigne de celle qui distingue les feuilles des autres classes de végétaux; cette ordonnance est à la fois primitive et caractéristique.

La distribution des sporanges sur l'appareil fertile concorde exactement avec l'apparence morphologique du segment stérile. Ces organes sont simples, s'ouvrant par une déhiscence bivalve, exannulés, mais comprenant, dans leurs parois, au-dessous d'une première assise de cellules épidermiques non différenciées, une couche interne que l'on s'accorde à considérer comme provenant du parenchyme foliaire, avorté, du sporangiophore qui représente ici une feuille transformée, réduite aux seules nervures. Cette même structure se retrouve dans une des espèces de *Botryopteris* décrite par M. Renault. Cependant, par tous les détails de structure que nous venons d'analyser rapidement, les Ophioglossées s'éloignent autant des Filicinées que des Lycopodinées, et si elles touchent à une partie de ces dernières, surtout aux Isoétées et aux Lycopodiées, par la nature du prothalle, elles ressemblent, d'autre part, aux plus anciennes Filicinées par la conformation et même par le mode de groupement de leurs sporanges. Les Ophioglossées ne se trouvent pas non plus sans rapport, par la disposition de leur anneau fibro-vasculaire et l'ornementation des cellules allongées de cet anneau, enfin par leur appareil radiculaire, avec les Sigillariées, les Stigmariées, et, par elles, avec les Progymnospermes ou Gymnospermes prototypiques, dont il serait possible que les Ophioglossées nous représentassent une sorte de stade originaire et comme un point de départ éloigné.

1. Voy. B. Renault, *Mém. sur les tiges silicifiées d'Autun*. pl. 18 et 19.

Digitized by Google

En effet, de l'ensemble de tous ces traits, on est en droit de conclure que le groupe des Ophioglossées répond à un type végétal antérieur aux différenciations successives d'où, les Filicinées tout d'abord, les Lycopodinées et les Rhizocarpées sont ensuite sorties. Ce type, depuis une antiquité des plus reculées, a dû se conserver presque sans changement ou seulement avec des variations très faibles.

On conçoit pourtant que ces plantes débiles, à organes foliaires peu résistants, à tige souterraine, aient dû périr dans l'immense majorité des cas, sans laisser de vestiges de leur existence. Aussi les empreintes des Ophioglossées, jusqu'ici du moins, sont presque entièrement exclues des terrains anciens. Cependant, M. Schimper considère, comme se rapportant à de véritables Ophioglossées, le *Chiropteris Kurriana* Schimp., type keupérien, et le *Hausmannia Dunkeri* Schimp., du wéaldien d'Osterwald, dans l'Allemagne du Nord.

Digitized by Google

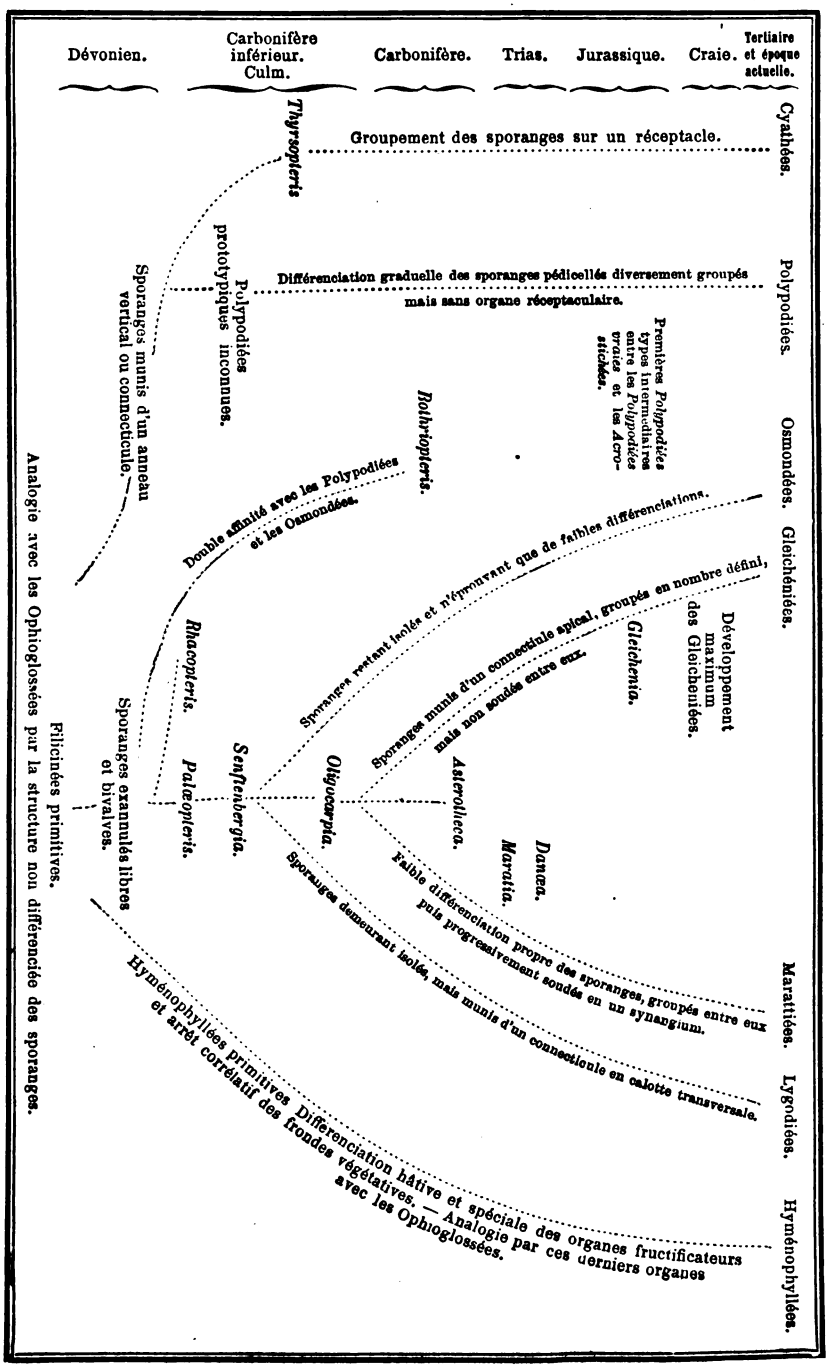


TABLEAU SYNOPTIQUE résumant la marche évolutive des divers groupes de Filicinées à travers les étages successifs de la série géologique.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VI

STADE CRYPTOGAMIQUE A PROTHALLE SEXUÉ SUB-INCLUS
LYCOPODINÉES — RHIZOCARPÉES

Dans le stade que nous venons de quitter, le prothalle, doué d'une vie indépendante de la spore où il prend naissance, possède une individualité propre, bien que de courte durée, et bornée à l'accomplissement des fonctions sexuelles. L'organe thalloïde disparaît ensuite pour céder la place à la plante agame, c'est-à-dire à une phase purement végétative et sporogonienne. Mais ce rôle effacé et intérimaire du prothalle n'a pas même persisté dans la totalité des plantes caractérisées par cette sorte de génération alternante et, chez une partie d'entre elles, un nouveau mouvement évolutif n'a pas tardé à se manifester. A la suite et par l'effet de ce mouvement, le prothalle sexué, continuant de s'atténuer en importance comme en durée, a tendu à ne plus se détacher de la spore et à en devenir un simple accessoire, jusqu'au moment où, demeurant inclus, il s'est finalement confondu avec ce dernier organe.

Cependant, parmi les plantes soumises à ce mouvement, toutes ne parvinrent pas à s'avancer aussi loin, et les plus élevées réussirent seules à réaliser un ordre de choses dont nous aurons à faire l'analyse lorsque nous aborderons, dans un autre volume, la série des Phanérogames. Le groupe qui sollicite maintenant notre attention s'arrête à un moins haut degré de complication organique. Chez les plantes qu'il comprend, le prothalle, sans cesser absolument de se montrer au dehors, est allé en s'amoindrissant, de telle sorte que dans les types les mieux caractérisés et les plus parfaits son effacement a fait de nouveaux progrès : le prothalle ne se distingue plus guère de la spore, tandis que cette spore, achevant de se différencier, revêt une structure et oc-

Digitized by Google

cupe une situation particulières, selon le sexe auquel elle correspond; de là les *microspores* et les *macrospores*, ou spores mâles et femelles dont nous avons signalé la présence possible chez les Équisétinées les plus remarquables, les Calamites de l'époque carbonifère. Cette organisation soulève bien quelques doutes; elle est en tout cas exceptionnelle chez les Équisétinées, et ne se rapporte qu'à des types supérieurs depuis longtemps disparus, tandis que nous la verrons caractériser d'une façon normale les divers types à prothalles sub-inclus du stade que nous considérons.

En réalité, la distinction des spores en « microspores » et « macrospores » n'est que le résultat d'une division plus prononcée du travail organique, par une différenciation des prothalles devenus normalement et non plus accidentellement dioïques. Déjà chez certaines Fougères, spécialement chez les Osmondées, on remarque une tendance à la séparation des sexes, de telle sorte que les anthéridies et les archégones se trouvent très rarement réunies sur le même prothalle. De là à une configuration spéciale des spores d'où sort le prothalle et à une localisation exclusive des sexes, il n'y a qu'un pas à franchir, et il a été franchi effectivement dans les deux familles qui représentent encore sous nos yeux le stade dont nous exposons les caractères, les Rhizocarpées et les Lycopodinées; toutefois, et le phénomène n'en est que plus curieux, chez celles-ci une partie seulement des genres compris dans la famille offrent la distinction des spores en microspores et macrospores; les autres en sont dépourvues, bien qu'ils se placent non loin des premiers : ce sont les Lycopodinées « isosporées » ou à spores non différenciées, nommées ainsi par opposition à celles qui possèdent des spores dissemblables ou « hétérosporées ». Ici donc, à l'aide de cette double disposition, nous pourrons saisir la transition directe d'un stade vers un autre dans l'intérieur d'un seul et même groupe. Nous observerons des plantes qui, une fois arrivées à ce degré de supériorité qui correspond au prothalle ne se détachant plus de la spore, se sont pourtant arrêtées à cette limite et qui, tout en se perfectionnant et se compliquant même au delà de toute mesure à tous les autres points de vue, ne l'ont en définitive jamais dépassée. Les autres plantes tout à fait supérieures, celles qui de degré en degré conduisent aux cimes de tout l'ensemble végétal, ont également traversé ce même stade, seule-

Digitized by Google

ment elles se sont avancées plus loin, de façon à transformer enfin la macrospore en ovule et à recouvrir ce dernier, d'abord nu et isolé au sein de son macrosporange, d'un tégument protecteur né de la feuille servant de support. Mais nous n'avons pas à nous préoccuper maintenant des suites de cette évolution, la plus féconde de toutes celles dont le monde des plantes a donné le spectacle. Laissons les Phanérogames qui feront l'objet de notre prochain volume; les types que nous considérons sont encore cryptogamiques en dépit de leur prothalle très réduit et presque rudimentaire, visible pourtant à l'extérieur de la spore, bien que ne se détachant pas de celle-ci. Par une conséquence naturelle et presque forcée de cette absence de vie propre et de ce défaut d'indépendance du prothalle, celui-ci, privé de poils radicaux, ne saurait s'accroître ni tirer du dehors aucune nourriture. C'est à l'intérieur de la spore qu'il doit la trouver; aussi ce n'est qu'à l'aide d'une partie des substances protoplasmatiques contenues dans celle-ci que le prothalle se développe; l'autre partie est une réserve dans laquelle il puise; il perce le tégument extérieur disposé à cette rupture et met au jour les archégones ou l'archégone unique que les anthérozoïdes viennent féconder. — Chez les Rhizocarpées, les appareils reproducteurs se compliquent sans cependant donner lieu à un vrai passage vers les Phanérogames. Le maximum de complication organique se montre chez les Salviniées, où le microsporange retient les microspores dans son intérieur, tandis que celles-ci produisent des tubes germinatifs du sein desquels s'échappent enfin les anthéridies. Les macrosporanges, de leur côté, ne se disséminent qu'après la fécondation, et des conceptacles d'une nature particulière, véritables fruits ou « sporocarpes », renferment les sporanges mâles et femelles groupés séparément sur un réceptacle dans des loges distinctes, réunies au nombre de trois. Le sporocarpe des Marsiliacées, avec ses logettes sporangifères qui s'échappent à la maturité et s'étalent au dehors sur les deux côtés d'un axe gélatineux, constitue un appareil aussi singulier que peu ressemblant au premier. On voit que les groupes rangés dans le stade des Cryptogames à prothalles sub-inclus se trouvent très-différenciés et dénotent pour chacun d'eux une origine des plus anciennes. Il devient donc nécessaire de les étudier séparément, non seulement pour ressaisir les traces de leur évolution

Digitized by Google

particulière dans le passé, mais afin de compléter les notions qui les concernent par l'adjonction des types fossiles que chacun d'eux comprenait autrefois. Nous reconnaîtrons aisément que les végétaux de cette catégorie dont l'existence s'est prolongée jusqu'à nous, ne sont, pour ainsi dire, que des résidus échappés à la destruction partielle d'une série qui eut jadis son temps de puissance et son rôle déterminé.

Évolution particulière des Lycopodinées.

Les Lycopodinées, soit par la structure de leur tige, soit par celle de leur appareil reproducteur, se partagent en plusieurs groupes juxtaposés, reliés par enchaînement. De cette façon, un type très simple peut aboutir sans effort, à l'aide d'une suite de modifications, à un type relativement différencié, grâce à la complication croissante des éléments que le premier comprenait à son point de départ. En jetant un coup d'œil d'ensemble, on voit que les faisceaux fibro-vasculaires des Lycopodinées forment soitdes bandes à section ellipsoïde, soit des groupes de vaisseaux scalariformes, entourés d'une région de cellules allongées, circonscrite elle-même par une rangée de cellules plus lâches. Mais chez ces plantes, le faisceau caulinaire peut être solitaire et axile ou bien se composer de plusieurs bandes juxtaposées, séparées par du parenchyme, ou encore soudées de manière à constituer un seul gros faisceau complexe et cylindrique. Enfin, dans les Lycopodinées les plus parfaites, la région fibro-vasculaire est disposée en un anneau ligneux qui circonscrit une moelle centrale, et cet anneau cylindrique a pu se transformer autrefois, selon M. B. Renault, en un cylindre presque plein, gardant seulement vers son milieu quelques traces de tissu parenchymateux. C'est toujours du bord extérieur de la région vasculaire que se détache, en s'incurvant, le faisceau unique destiné à desservir chaque feuille et à constituer la nervure médiane de celle-ci. Le mode de ramification des Lycopodinées est toujours dichotome, ou plutôt il répond à une division sympodiale, les branches du sympode pouvant être à peu près égales, faiblement ou sensiblement inégales. Il en est de même des racines qui se dichotomisent comme celles des Ophioglossées et qui sont uniquement adventives. Les feuilles sont simples, quelle que soit d'ailleurs

Digitized by Google

leur forme, disposées dans un ordre spécial susceptible de se compliquer beaucoup et de se transformer, desservies par un faisceau vasculaire unique et pourvues de stomates diversement groupés.

Les sporanges des Lycopodinées sont toujours placés sur les feuilles, solitairement, vers leur aisselle et sur leur face supérieure. Ces feuilles peuvent être modifiées, groupées en appareil, ou conserver leur forme. Les sporanges, de leur côté, peuvent être sessiles, inclus ou libres et même pédicellés. Mais la distinction radicale que présentent les organes reproducteurs chez les Lycopodinées consistent avant tout en ce que les uns sont différenciés en « microsporanges » ou sporanges à spores uniquement mâles, et en « macrosporanges » ou sporanges à spores exclusivement femelles, tandis que d'autres ne comprennent que des spores de même valeur donnant naissance à des prothalles pourvus à la fois d'anthéridies et d'archégones. De là deux catégories de Lycopodinées, les Isosporées et les Hétérosporées, les premières évidemment plus simples et par cela même plus primitives, se rattachant aux Ophioglossées et par elles au stade précédent, dont elles opèrent la liaison avec celui que nous examinons. — Les Lycopodinées Isosporées doivent donc être considérées et appréciées avant les autres.

La germination des spores des Lycopodinées de cette catégorie est demeurée inconnue jusque dans ces derniers temps. Elle a été observée récemment, quoique d'une manière encore un peu incomplète et chez les *Lycopodium* seulement. Les genres *Tmesipteris, Phylloglossum* et *Psilotum* qui sont exotiques, très dispersés et représentés seulement par un petit nombre d'espèces, se rattachent cependant par analogie à cette même section des Isosporées; et l'aspect si nettement dissemblable de ces trois types comparés, soit entre eux, soit aux *Lycopodium*, est bien l'indice de l'immensité du temps probablement écoulé depuis l'époque où ils ont divergé d'un point de départ commun.

M. Van Tieghem et M. Duchartre, après M. Fan Khauser, ont fait ressortir la ressemblance du prothalle « souterrain épais, privé de chlorophylle et monoïque » des Ophioglossées avec celui des *Lycopodium* qui montre les mêmes caractères. Le prothalle du *Lycopodium annotinum* présente comme le premier cité des poils radicaux à sa base, plusieurs archégones à sa superficie et de nombreuses anthéridies en forme de cavités

Digitized by Google

creusées à l'intérieur de la masse parenchymateuse. Les spores non différenciées d'où provient ce prothalle, encore indépendant, sont contenues en très grand nombre dans des sporanges situés sur des feuilles plus ou moins modifiées et disposées en épis terminaux rapprochés par paires (dans les Lycopodes). Dans le *Tmesipteris*, cependant, les feuilles fertiles sont disposées isolé-

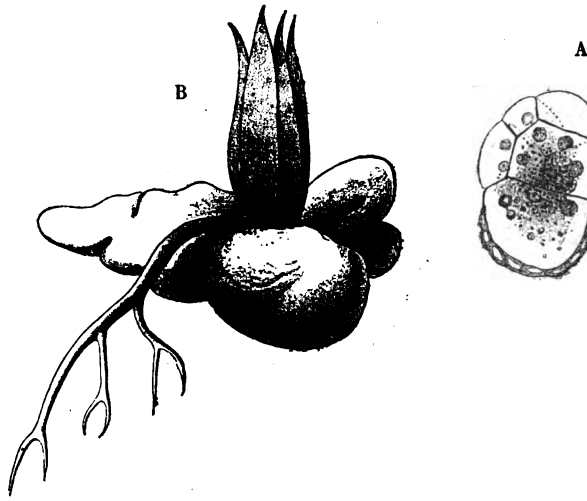


FIG. 73. — *Organes reproducteurs et germination des Lycopodinees isosporées.* — A, spore de *Lycopodium* avec le jeune prothalle en voie de développement; B, *Lycopodium annotinum*, jeune plante poussant ses premières racines et encore fixée au prothalle hermaphrodite.

ment les unes vis-à-vis des autres; leur base pédonculaire s'allonge et porte le sporange formé de deux loges incomplètes, longitudinalement superposées, entre les deux segments du limbe bipartite.

Les *Psilotum* et les *Phylloglossum* font voir deux autres combinaisons très-distinctes dans leur appareil reproducteur; l'une est assimilable, en apparence au moins, à ce qui existe chez les *Tmesipteris* (trois sporanges soudés, placés au sommet d'un court rameau avorté, occupant l'aisselle de deux bractées écailleuses, — (*Psilotum*); l'autre est spiciforme (*Phylloglossum*). — On voit que nous constatons les variations très accentuées d'un type qui dans le cours de son existence ne s'est jamais montré ni bien

Digitized by Google

fécond, ni très flexible, mais dont le point de départ originaire doit, en revanche, être reporté très loin au fond du passé. Le port débile et sans doute aussi l'infériorité relative de ces plantes expliquent suffisamment leur excessive rareté dans les couches primordiales, sans que pour cela il soit nécessaire de conclure à leur absence, ni même de croire qu'elles n'aient obtenu, au sein des âges paléozoïques, qu'un rôle aussi effacé que de nos jours.

Il existe, au contraire, dans le carbonifère ancien ou même dans le dévonien supérieur d'Europe et d'Amérique des vestiges assez répétés et assez nettement caractérisés pour autoriser la croyance à la présence des Lycopodinées Isosporées dès le début des temps paléozoïques. M. Schimper signale avant tout le *Lycopodites Milleri* Salt., du vieux grès rouge de Thurson, dont les rameaux paraissent avoir rampé comme le font ceux de notre *Lycopodium clavatum* L. — On s'accorde généralement à rapporter au même type, c'est-à-dire aux Lycopodinées propres, à feuilles homomorphes et à sporanges isosporés, les *Lycopodium leptostachys* Gold., *elongatum* Gold., *denticulatum* Gold., du terrain carbonifère supérieur de Saarbruck [1]. Deux tiges silicifiées des terrains d'Autun, décrites par M. B. Renault sous les noms de *Lycopodium punctatum* B. Ren. et *Renaultii* Ad. Brongt., ne peuvent laisser subsister aucun doute au sujet de l'ancienne existence du genre. Les parois, couvertes de ponctuations aréolées, des gros vaisseaux de la première espèce donnent dès l'abord à ces vaisseaux une ressemblance singulière avec ceux des *Araucaria*, par conséquent des Conifères; mais M. Renault remarque que, malgré leur rareté relative, ces sortes d'organes sont loin d'être inconnus dans les Lycopodes actuels, qu'ils se montrent par exemple dans le *Lycopodium pachystachyum*. Du reste, la seconde espèce, *L. Renaultii*, laisse voir sur les parois de ses vaisseaux des ponctuations aréolées, mais non perforées à leur contact mutuel. Il semble donc que les Lycopodes paléozoïques, sans différer beaucoup de ceux de nos jours, auraient pourtant présenté une plus grande diversité de combinaisons dans les éléments de leur structure.

Rien de moins commun et même de plus inconnu que les

1. Voy. *Fl. Sarap. foss.*, tab. 1, fig. 2, 4 et 6.

Digitized by Google

Lycopodes des étages suivants, sans que la persistance même du groupe à travers les époques successives puisse être sérieusement contestée.

Si les Lycopodinées Isosporées sont demeurées stationnaires depuis les temps les plus reculés jusqu'aux nôtres, il n'en est pas de même des Hétérosporées, qui ne sont, à vrai dire, qu'un perfectionnement des premières, évoluant sous l'empire de circonstances spéciales, pour décliner ensuite et ne se maintenir que partiellement, après la disparition de ceux de leurs types par lesquels la splendeur momentanée du groupe s'était manifestée avec le plus d'éclat. Ce développement hâtif, touchant si vite à ses dernières conséquences pour ne faire ensuite que rétrograder, il faut l'attribuer aux mêmes causes occasionnelles auxquelles nous devons les houilles et qui entraînèrent pour premier résultat l'établissement d'un climat caractérisé par la chaleur et l'humidité réunies et combinées avec l'absence de saisons régulièrement périodiques. Un pareil ordre de choses dut donner naissance et communiquer l'essor à une végétation toute spéciale, que nous nous efforçons maintenant de reconstruire par l'étude de ses débris.

Les Lycopodinées Hétérosporées, c'est-à-dire celles qui ont atteint le plus haut degré de différenciation relative de leurs divers organes, surtout de ceux de la reproduction, sont représentées de nos jours par les « Sélaginellées », qui gardent encore leur forme primitive, et dans les temps anciens par les « Lépidodendrées ». Celles-ci se sont éteintes sans retour après la période des houilles, mais il semble que les Isoétées en soient restées parmi nous comme un prolongement amoindri et défiguré. Les deux types sont cependant assez distants et ils doivent, après leur émergence d'une souche commune, s'être avancé parallèlement et avoir arrêté les traits principaux qui les distinguent à une époque excessivement lointaine. En effet, l'existence des Sélaginellées, dès l'époque des houilles, se trouve attestée par un magnifique exemplaire, pourvu d'épis fructificateurs, du terrain carbonifère de la Saxe (Oberhohndorf), figuré par Geinitz [1] d'abord et par Schimper [2] ensuite.

1. *Verst. d. Steinkohl. in Sachsen.* p. 32, tabl. I, fig. 1.
2. *Traité de Pal. vég.*, II, p. 9, tabl. 57, fig. 4.

Digitized by Google

Les faisceaux caulinaires des *Selaginella*, tantôt solitaires, tantôt disposés côte à côte par bandes parallèles séparées par du parenchyme, ne sont jamais soudés entre eux en un corps axile, comme dans les Lycopodes. Mais leur structure, plus simple à ce point de vue, se complique à un autre égard si l'on s'attache à la zone lacunaire, traversée par des rangées transversales de cellules qui cernent chaque faisceau et le séparent du tissu environnant.

La différenciation la plus évidente des organes végétatifs des *Selaginella*, comparés à ceux des Lycopodes, consiste dans l'ordonnance distique de leurs feuilles disposées par paires et sur quatre rangées, les rangées latérales comprenant des feuilles étalées plus grandes que celles des deux rangées intermédiaires ; mais la disposition spiralée, selon la formule phyllotaxique 2/5, reparaît sur les épis fructificateurs qui terminent latéralement les axes stériles. Les sporanges globuleux et pédicellés, situés vers la base des bractées qui composent ces épis, diffèrent peu extérieurement de ceux des Lycopodes, sauf que certains d'entre eux sont des « macrosporanges », c'est-à-dire des capsules contenant, au lieu de spores mâles, petites et très nombreuses, des « macrospores » ou spores femelles, plus grandes que les premières et au nombre de 2 à 8 seulement dans chaque capsule.

C'est dans leur germination que les microspores et les macrospores des Sélaginellées découvrent la nature du progrès accompli depuis le stade précédent et la direction vers laquelle, à partir de celui-ci, ont gravité toutes les plantes supérieures du règne végétal. Les points de contact entre ce qui se passe relativement au développement respectif des organes sexuels, de la fécondation et des phénomènes embryogéniques qui la suivent, chez les Cryptogames supérieures et les Gymnospermes comparées, commencent dès ce moment à se multiplier et à se préciser, de telle façon que ces rapports devenus évidents ont été saisis par un grand nombre d'auteurs et résumés finalement par Sachs dans son *Traité de Botanique* [1].

Il est donc tout à fait nécessaire, non seulement pour fixer le rang des Sélaginellées, mais encore pour aider à la compréhension de ce qui suivra, de formuler un certain nombre de

1. Voy. *Traité de botanique*, traduit par Van-Tieghem, p. 526 et suiv.

Digitized by Google

points essentiels, sur lesquels il nous faudra d'ailleurs revenir plus tard pour appuyer notre marche et la rendre tout à fait sûre, lorsque dans un volume suivant nous exposerons les termes de l'évolution à laquelle les Phanérogames doivent leur existence.

Nous résumerons sous trois chefs les phénomènes que révèle

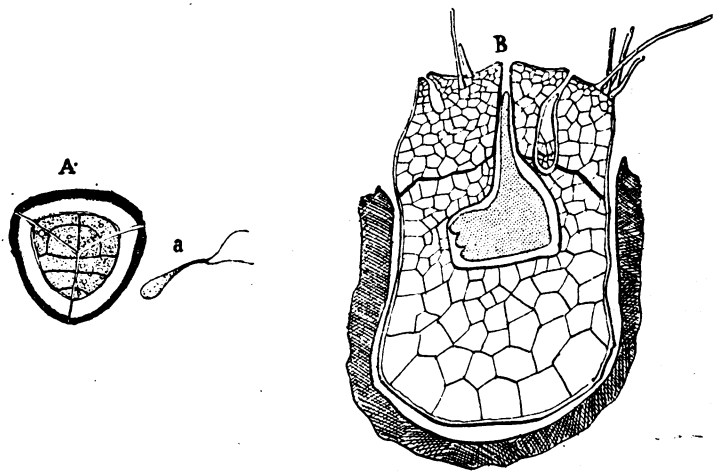


Fig. 74. — Germination des spores de *Selaginella*, d'après M. Pfeffer. — A, microspore avec son endospore ou prothalle mâle inclus; c'est à l'intérieur des cellules de l'endospore que se forment les cellules mères des anthérozoïdes; *a*, anthérozoïde; B, section longitudinale d'une macrospore remplie à l'intérieur par l'endosperme et surmontée par le prothalle femelle semi-inclus avec des rudiments d'archégones vers les bords; au dedans la section rencontre deux embryons en voie de développement, dont l'un, beaucoup plus grand, doit produire la jeune plante. Les deux figures sont très grossies.

l'examen atentif des organes de la génération des Sélaginellées :

1° *Formation et germination des microspores.* — Les microspores, préalablement disposées par groupe de quatre dans les cellules mères du microsporange, donnent naissance à la maturité par bipartition successive à un tissu intérieur pluricellulaire d'où proviennent les cellules mères des anthérozoïdes. L'analogie de ce tissu intérieur avec un prothalle mâle inclus a été parfaitement établie par Sachs, s'appuyant sur les observations de Pfeffer et de Millardet. L'anthérozoïde procède, selon les mêmes auteurs, d'une concentration du contenu protoplas-

Digitized by Google

matique de la cellule mère, d'abord homogène, autour d'une vacuole centrale[1].

2° *Germination des macrospores.* — La macrospore, lors de sa maturité, au moment où commence son développement, se compose d'une région terminale où se montreront les archégones et, au-dessous, d'une formation intérieure servant de base à la première, composée d'un tissu de grandes cellules et correspondant, selon Pfeffer et Sachs, à l'endosperme des Phanérogames. La région terminale, constituée par un tissu de cellules plus petites, s'étale au dehors après avoir rompu le tégument de la macrospore. Elle représente le prothalle et sur ce prothalle se développent les archégones dont la formation s'opère avant même l'ouverture du tégument.

3° *Embryogénie après la fécondation des archégones.* — L'embryon ou ébauche de la jeune plante qui prend naissance dans l'oospore, autrement cellule génératrice de l'archégone, est plus complexe dans les parties dont il est composé que cela n'a lieu dans la phase correspondante des Filicinées et, par ces côtés nouveaux, il devient possible de rattacher directement cet organe à l'embryon des catégories phanérogamiques, ainsi que nous aurons plus tard à le constater. Le principal caractère distinctif dont nous ayons à signaler la présence consiste dans l'apparition du « suspenseur » ou « proembryon », qui comprend une ou plusieurs cellules et qui relie l'embryon proprement dit à la partie supérieure de l'oospore[2]. Ce suspenseur, d'après Sachs et Pfeffer, se retrouve partout chez les Phanérogames, tandis qu'il manque à toutes les Cryptogames dont il a été question jusqu'ici.

L'embryon constitué par ses éléments les plus essentiels à l'état d'ébauche, c'est-à-dire le corps végétatif réduit à quelques cellules, portant à son sommet la cellule terminale de la tige entre les débuts de deux feuilles primordiales ou « cotylédons », se trouve d'abord refoulé dans l'endosperme au sein duquel il s'accroît, puis se retourne peu à peu, de façon à diriger finalement sa pointe verticalement contre l'ouverture de la macrospore. Latéralement se développe le pied ou souche et, entre le pied et le suspenseur, la première racine[3].

1. Voy. Sachs, *Traité de botanique* précité, p. 519.
2. Voy. Sachs, *ibid.*, p. 531
3. *Ibid.*, p. 532.

Digitized by Google

On voit par ces détails, empruntés au livre de Sachs et à celui de Luersen, résumant les plus récentes observations, que nous tendons à nous éloigner insensiblement de l'organisation d'où sort la phase végétative agame dans le stade des Filicinées. Mais on reconnaît aussi qu'en dépit de cet éloignement, qui nous rapproche par contre des Phanérogames, les parties constitutives n'ont pas changé, puisque ce qui s'étale au-dessus de l'ouverture de la macrospore, c'est toujours un prothalle avec des archégones, dont la cellule génératrice donne naissance, après le contact avec l'anthérozoïde, à la nouvelle plante qui représente la phase végétative agame ou sporogonienne. Celle-ci tend évidemment à prédominer de plus en plus par l'amoindrissement graduel et l'exclusion presque complète de la phase prothallienne sexuée.

Les Sélaginellées sont cependant encore de vraies Cryptogames, en tenant compte des réserves que nous avons formulées sur le sens impropre de ce terme ; mais, tout en étant de vraies Cryptogames, elles appartiennent à un stade pendant lequel le mouvement organique d'où les Phanérogames sont sorties exerçait déjà une influence décisive. Ce mouvement n'aura qu'à s'accentuer dans une direction déterminée pour aboutir forcément aux Gymnospermes. Chez les Sélaginellées, l'évolution n'a pas atteint ses dernières limites, elle s'est arrêtée aux combinaisons que nous venons d'énumérer. Ces combinaisons, transitoires et rapidement franchies dans d'autres groupes plus avancés, sont devenues définitives pour les plantes que nous avons en vue. De plus, comme les circonstances ambiantes leur étaient favorables et que l'époque où elles achevèrent de revêtir les caractères que nous venons de préciser fut évidemment un temps d'extension et de prédominance pour la classe entière des Lycopodinées, il se produisit alors un « summum » de complexité et de perfection organiques qui ne fut jamais atteint depuis, même de loin. De là sont venues les Lépidodendrées, que nous ne saurions passer sous silence et qui méritent à plusieurs points de vue de fixer nos regards.

Le rôle éminent, la splendeur extérieure, nous dirons même la puissante vigueur des Lépidodendrées, fournissent autant de traits essentiellement caractéristiques de la flore paléozoïque. A certains moments, plus spécialement vers la partie ancienne du

Digitized by Google

carbonifère, les Lépidodendrées tiennent la première place ; elles ne constituent pas seulement un genre, mais plus probablement une famille riche et féconde, parallèle au groupe alors totalement subordonné des Sélaginellées, qui ont survécu malgré leur faiblesse, peut-être à la faveur même de cette faiblesse et de cette obscurité relatives. Les Lépidodendrées, si éclatante qu'ait été leur destinée, si répandus que soient leurs vestiges, sont encore imparfaitement connues, si l'on s'attache aux genres ou sous-genres qu'elles comprenaient, ainsi qu'à certaines particularités de structure intérieure ou de végétation qui les distinguaient. Les difficultés ne font que s'accroître lorsqu'il s'agit de définir exactement chacune des espèces, peut-être fort nombreuses, dont les débris entraînés pêle-mêle jonchent les lits du terrain houiller. Les Lépidodendrées ont cependant livré à l'observation directe des savants leurs principaux organes, tiges, branches, appareils reproducteurs, fragments de troncs et d'écorces, rameaux feuillés et tronçons ligneux convertis en silice. On peut dire, en un mot, que sauf ce qui concerne la germination des spores et le développement embryonnaire, dont il serait si curieux de comparer la marche avec ce que montrent à cet égard les autres Lycopodinées, il est facile pour tout le reste d'assigner aux Lépidodendrées un rang déterminé et de définir leurs caractères relatifs, aussi sûrement que s'il s'agissait d'une catégorie de végétaux encore vivants. Cette assertion est surtout vraie à notre point de vue, qui concerne uniquement l'évolution et la filiation présumée, c'est-à-dire au point de vue phylogénétique.

Les Lépidodendrées constituaient un type essentiellement érigé, arborescent et parfaitement symétrique dans toutes ses parties : que l'on considère leur structure anatomique intérieure, l'ordonnance de leurs feuilles dont les coussinets persistants formaient un revêtement divisé à la surface en compartiments rhomboïdes et destiné à s'accroître sans se déformer, la ramification par dichotomie sympodiale de leur tige, enfin les fructifications en strobiles disposés probablement par paires à l'extrémité de certains rameaux. Quelles que soient les parties dont on observe l'ordonnance, on rencontre constamment chez elles un arrangement soumis à des règles mathématiques, dont les formules atteignent le plus souvent à un degré de complication

Digitized by Google

réellement inouï. La ciselure des membres extérieurs n'est pas moins achevée que la délicatesse et le fini des éléments histologiques les plus intimes.

La région fibro-vasculaire est axile; elle consiste en un anneau

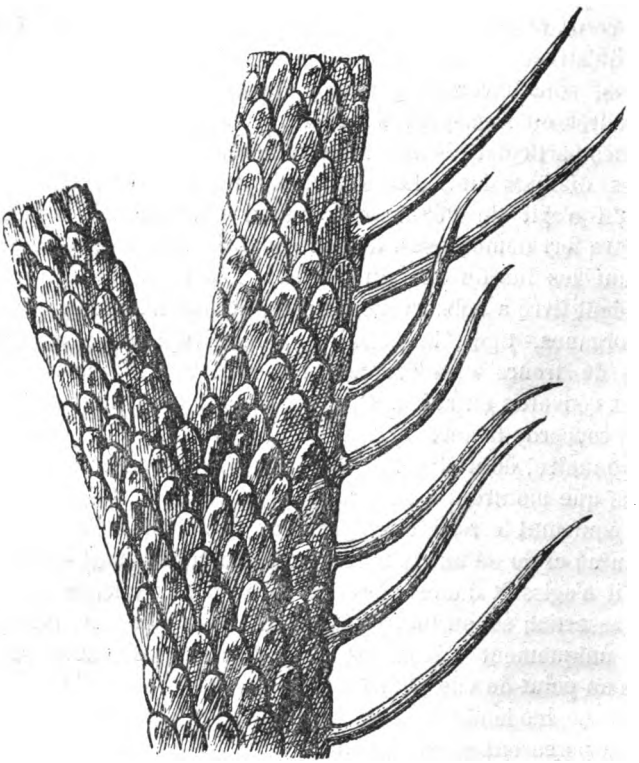


FIG. 75. — *Organes végétatifs des Lépidodendrées.* — Fragment de rameau dichotome, garni de coussinets foliaires et de feuilles, du *Lepidodendron Sternbergii* Brngt, d'après une figure de M. Schimper.

cylindrique circonscrivant une moelle centrale formée d'un parenchyme à cellules prismatiques, allongées dans le sens vertical (*Lepidodendron Harcourtii* With.) Ce parenchyme médullaire pouvait cependant s'atténuer ou même disparaître dans d'autres espèces, ainsi que l'a dernièrement prouvé M. B. Renault[1]. De

1. Voy. une note *sur la structure des Lepidodendron, L. Rhodumnense* Ren.; — *Comptes rendus de l'Ac. des sc.*, séance du 10 juin 1878.

Digitized by Google

la périphérie de l'anneau ligneux se détachaient un à un les minces cordons vasculaires qui se rendaient aux feuilles en traversant obliquement une première région parenchymateuse revêtue elle-même d'une zone corticale d'autant plus dense que l'on s'avance du dedans au dehors. La partie intérieure du

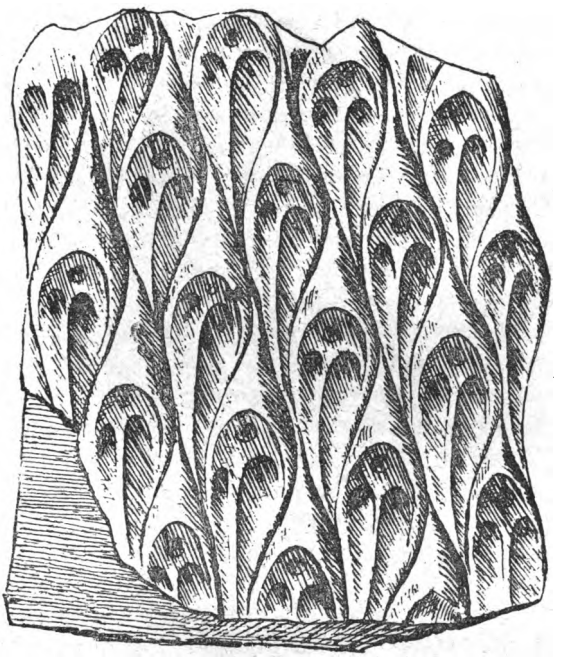


FIG. 76. — *Organes végétatifs des Lépidodendrées.* — Fragment d'écorce avec les coussinets foliaires entièrement développés et recouverts de leur épiderme, d'après une figure de Sauveur (*veg. foss. du terrain houiller de la Belgique*), reproduite par M. Schimper.

cylindre ligneux se trouvait occupée par de gros vaisseaux scalariformes et l'extérieur de ce même cylindre par des vaisseaux rayés ou spiralés plus étroits[1]. Le tissu lâche qui servait d'étui à l'axe ligneux et qui accompagnait aussi dans leur trajet les faisceaux foliaires a été récemment observé par M. B. Renault : il se

1. Consultez, pour ces détails de structure anatomique, la figure 79.

Digitized by Google

composait de cellules étoilées, disposées en un réseau de bandelettes étroites, entremêlées d'espaces lacunaires; il formait une trame des plus élégantes, comparable à celle qui se montre à l'intérieur des tiges de beaucoup de Joncées, de Cypéracées et d'autres Monocotylées aquatiques; on retrouve du reste ce même tissu, bien moins développé mais occupant la même place, dans

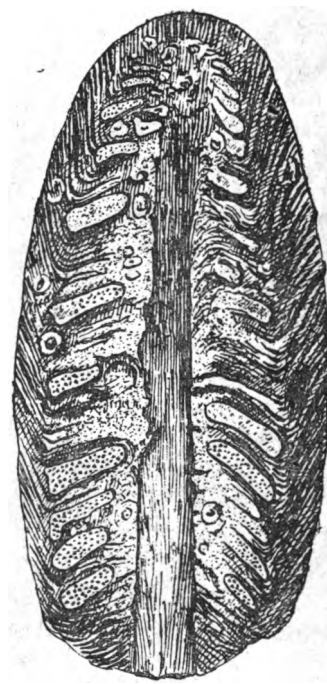


FIG. 77. — *Lepidostrobus*, organe reproducteur strobiliforme des Lépidodendrées. — Coupe longitudinale du « sporangiocarpe » ou cône fructificateur d'une Lépidodendrée (*Lepidostrobus Dabadianus* Schimp.), montrant les sporanges inférieurs contenant les macrospores et les supérieurs contenant les microspores; 1/2 gr. nat. (d'après une figure de M. Schimper.)

les tiges de *Selaginella*. La région corticale des Lépidodendrées, bien plus complexe que celle des *Lycopodium* et des *Selaginella*, destinée à se prêter au progrès des tiges dont l'épaisseur augmentait avec l'âge, cette région corticale comprenait plusieurs zones. L'extérieure, plus particulièrement accrescente,

Digitized by Google

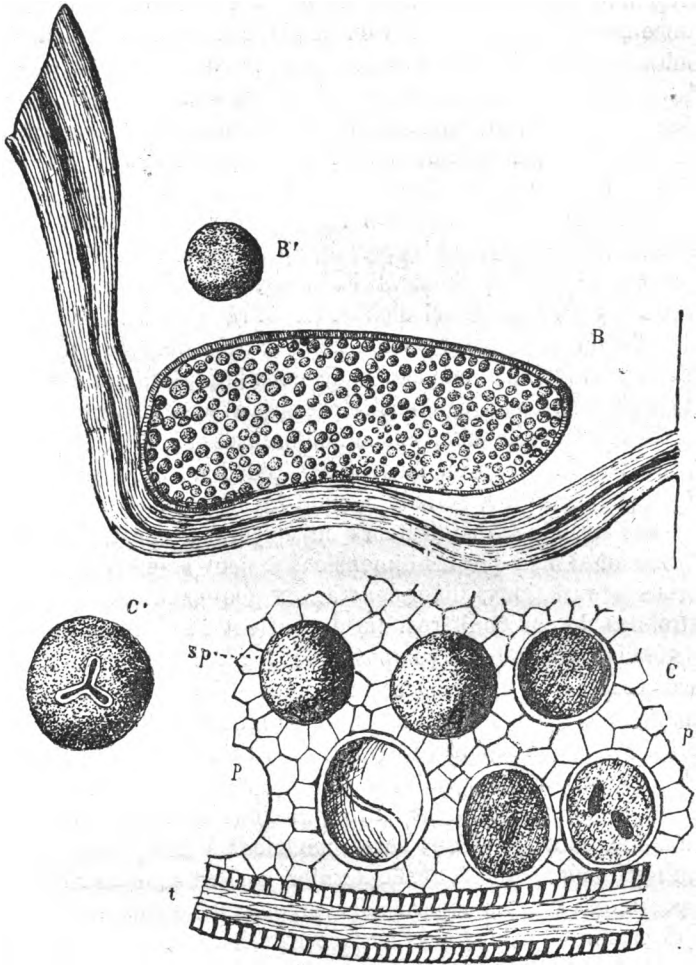


Fig. 78. — Organes reproducteurs des Lépidodendrées *macrosporange* et *macrospores*. — B, une écaille détachée supportant un macrosporange rempli à l'intérieur de macrospores; B', une des macrospores isolée et grossie; C, portion de macrosporange grossie, montrant en *t* le tégument de l'organe formé de deux assises de cellules séparées par un tissu intermédiaire formé de cellules allongées. On voit en *p* le tissu parenchymateux qui entoure et sépare les macrospores *sp*, les unes encore en place et entières, les autres détachées ou coupées par le milieu; C', macrospore isolée, fortement grossie, montrant son sommet.

Digitized by Google

présentait un tissu fibreux très dense dont la dureté et la résistance grandissaient d'année en année, circonstance qui a aidé puissamment à la conservation de cette partie. La destruction de la zone parenchymateuse lâche intermédiaire au bois et à l'écorce a facilité presque toujours le détachement de l'axe ligneux intérieur et son isolement de l'enveloppe corticale; les deux régions dans une foule de cas se sont fossilisées séparément.

Les cicatrices vasculaires laissées par les feuilles sur le coussinet décurrent qui les portait, après leur chute, démontrent que ces feuilles étroitement linéaires, plus ou moins longues selon les cas, tantôt aciculaires, tantôt réduites à l'état de crochet falciforme, étaient parcourues par trois nervures, une médiane plus forte, accompagnée de deux latérales, peu éloignées de la première ou se confondant presque avec elle. Il est à croire que les ramules, à subdivisions nombreuses et munies de feuilles courtes et inclinées en faux, des Lépidodendrées constituaient des organes caducs, périodiquement renouvelés.

Les strobiles fructificateurs ou « sporangiocarpes », dont la forme aussi bien que les dimensions étaient sujettes à de nombreuses variations, différaient assez peu extérieurement des strobiles de nos Conifères. Ils en avaient l'aspect, la solidité; ils étaient comme eux composés de feuilles fertiles devenues accrescentes, transformées en autant d'écussons étroitement contigus et surmontés d'une pointe ou mucron foliaire, acuminé, érigé et plus ou moins développé. La partie basilaire, dilatée de chaque bractée, supportait les sporanges sur un plan horizontal. Ces sporanges s'ouvraient au moyen d'une double fissure longitudinale, dont les sillons correspondaient à des points amincis du tégument sporangique. Ce dernier, solidement construit, était pourvu de villosités superficielles provenant de poils très courts, qui communiquaient à sa surface extérieure un aspect légèrement velouté.

On sait que les macrosporanges occupaient la base et les microsporanges la partie supérieure de l'appareil. Les macrospores considérées à part sont sphériques, nombreuses dans chaque sporange et assez grosses pour être visibles à l'œil nu. Le diamètre de l'une d'elles, dans le *Lepidostrobus Dabadianus* Schimp., mesure environ un tiers de millimètre.

Les microspores, beaucoup plus petites et plus nombreuses

Digitized by Google

dans chaque sporange, sont groupées « par quatre », conformément à ce qui existe chez toutes les Lycopodinées où, comme nous l'avons dit, ces spores naissent par tétrades de l'intérieur des cellules mères, suivant une loi qui paraît générale. Les détails qui précèdent et qu'il serait facile de multiplier suffisent

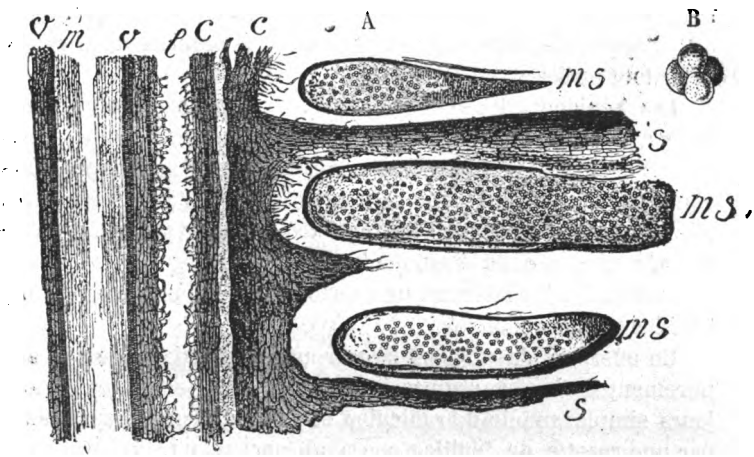


Fig. 79. — Organes reproducteurs des Lépidodendrées, *microsporanges* et *microspores*. — A, coupe longitudinale à travers la partie supérieure « microsporangifère » d'un *Lepidostrobus* (prob. *L. Brownii* Schimp.) provenant des environs de Pézenas (Hérault). On distingue sur cette coupe, en *m* la région médullaire centrale, formée d'un parenchyme à cellules prismatiques allongées; en *vv* l'anneau ligneux ou région fibro-vasculaire dont la partie intérieure, contiguë à la moelle, est occupée par de gros vaisseaux scalariformes. Entre la région fibro-vasculaire *v* et la région corticale *cc* se trouve placée la zone lacunaire *l*, dont les cellules étoilées et délicates sont en partie désagrégées. La région corticale *cc* se compose de deux zones dont l'une très dense et extérieure est séparée de l'autre par un parenchyme intermédiaire plus lâche, presque entièrement détruit. Les supports ou « sporangiophores » *s*, étalés à angle droit, soutiennent des microsporanges très allongés, *ms*, remplis à l'intérieur de nombreuses microspores agrégées quatre par quatre, dont on a dû forcer légèrement les dimensions pour les rendre visibles. B, groupe de quatre microspores agrégées, fortement grossies.

pour démontrer l'extrême perfection relative des Lépidodendrées, et par cela même l'étroite adaptation de ces plantes aux circonstances de milieu, réellement exceptionnelles, qui jadis favorisèrent leur développement et assurèrent leur prédominance au sein de la flore paléozoïque. Rien de moins surprenant dès lors, qu'à l'exemple des Calamites, des Sigillaires, des Annulaires et de bien d'autres types, les Lépidodendrées aient été plus tard

Digitized by Google

éliminées sans retour, alors que les conditions de milieu auxquelles elles avaient dû leur essor changèrent totalement. Les derniers représentants de ce groupe merveilleux, d'après les notions les plus sûres, ne dépassent pas le permien, peut-être même ne vont-ils pas au delà de la première moitié de cette période, terme définitif de l'âge paléozoïque, temps de transition et de transformation pendant lequel la flore terrestre, après s'être appauvrie, tendit à changer de physionomie et à se renouveler tout entière.

Les Lépidodendrées, ces ornements des périodes végétales les plus reculées, en quittant pour jamais notre globe, n'ont-elles laissé après elles aucun descendant, même dégénéré et amoindri, que l'on puisse cependant leur rattacher sans trop d'invraisemblance? On serait tenté de le croire si nous ne possédions encore, dans le groupe herbacé, submergé[1], et si humble à tous égards des Isoétées, une sorte de réduction régressive des Lépidodendrées d'autrefois.

En effet, on n'a qu'à se figurer une Lépidodendrée naine et purement herbacée, réduite à une sorte de souche acaule toujours simple, munie de radicules et immédiatement surmontée par une rosette de feuilles sporangifères, non transformées ni réunies en strobile, pour obtenir un végétal fort analogue par ses organes essentiels à ce que sont nos *Isoetes*. La souche des *Isoetes*, plateau sur lequel s'insèrent les feuilles, bien qu'elle ne s'allonge qu'à peine, acquiert cependant d'année en année un notable accroissement en épaisseur par la production continuelle vers l'extérieur de nouvelles assises du parenchyme qui sert d'enveloppe au groupe vasculaire central[2], et cet accroissement successif, inconnu de la plupart des autres Cryptogames, se trouve au contraire en parfait accord avec le mouvement d'expansion qui amenait la dilatation de la zone corticale des Lépidodendrées.

Les feuilles des Isoétées, étroitement linéaires, comme celles des Lépidodendrées, ne comprennent qu'un seul faisceau central

1. Il existe aussi dans l'ordre actuel, aussi bien qu'à l'état fossile, une section d'Isoétées terrestres et graminiformes qui habitent les gazons secs, dans le midi de la France, ainsi qu'en Algérie. Ces *Isoetes* ont longtemps échappé par leur petitesse à l'attention des botanistes.

2. Voy. Sachs, *ouvrage précité*, p. 524.

Digitized by Google

de vaisseaux annulaires et spiraux. Les sporanges sont disposés à la base des feuilles, attachés sur leur face supérieure concave et comme immergés dans la substance des coussinets foliaires. Par la structure de ces sporanges, aussi bien que par l'emplacement occupé par les macrosporanges sur les feuilles inférieures de la rosette; les supérieures étant seules pourvues de microsporanges, les Isoétées dénotent un type, en réalité allié de fort près aux anciennes Lépidodendrées. Il n'est pas nécessaire d'admettre que celles-ci soient les ancêtres directs des pre-

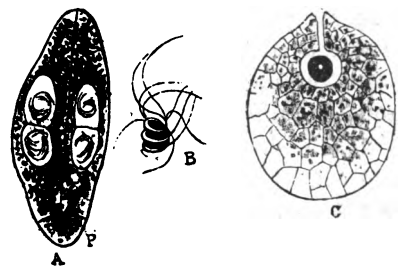


Fig. 80. — Organes reproducteurs des *Isoetes*. — A, microspore avec le prothalle rudimentaire *p* et les anthéridies; B, anthérozoïdes; C, prothalle femelle inclus, avec son rudiment d'archégone.

mières; mais il se pourrait fort que les Isoétées, à la fois moins différenciées, plus faibles et plus dégradées, eussent vécu jadis côte à côte avec les Lépidodendrées paléozoïques, perdues au sein des marécages des âges carbonifères, et qu'après ces âges leur structure herbacée, et l'humilité même de leur rôle leur eussent permis de survivre aux événements, par suite desquels succombèrent leurs frères et leurs aînés, les végétaux géants des époques primitives, aussi puissants de taille que remarquables par l'élégante ciselure de leurs moindres organes.

C'est seulement dans le tertiaire que l'on commence à observer des vestiges d'Isoétées soit aquatiques, soit terrestres, celles-ci dans l'éocène récent des gypses d'Aix, les autres dans divers dépôts, mais principalement dans le miocène d'Œningen. Ces formes fossiles ne diffèrent par aucun côté de celles que nous avons encore sous les yeux.

Digitized by Google

ÉVOLUTION PARTICULIÈRE DES RHIZOCARPÉES.

Les Rhizocarpées, comme nous l'avons dit, paraissent être les plus élevées, ou du moins les plus complexes des Cryptogames vasculaires, si l'on se place au point de vue de la structure de leurs organes reproducteurs. Elles semblent avoir suivi une direction ascensionnelle, divergente par rapport aux Phanérogames, c'est-à-dire n'aboutissant pas à celles-ci. Le caractère commun à tous les genres du groupe consiste dans la présence d'un sporocarpe, c'est-à-dire d'un fruit ou enveloppe protectrice, destiné à contenir les sporanges, soit mâles, soit femelles. Ce sporocarpe, de nature foliaire, provient, par conséquent, soit d'une feuille, soit d'un segment de feuille transformé. L'emploi de la feuille, remarquons-le, se modifiant pour protéger et recouvrir les organes reproducteurs, en se repliant sur eux, cet emploi est destiné à se généraliser dans le stade « angiospermique »; il se montre ici comme un phénomène avant-coureur d'un autre phénomène bien autrement important, bien qu'il n'ait ni la même signification, ni la fécondité de résultats qui servira à caractériser celui-ci. La complexité de structure est cependant très prononcée chez les Rhizocarpées, où elle tient à des combinaisons d'une nature toute spéciale par l'effet du groupement des sporanges mâles et femelles (microsporanges et macrosporanges), soit dans des capsules séparées (*Salvinia*), soit dans les loges et les casiers distincts qui divisent le fruit (*Marsilia*, *Pilularia*).

Les Rhizocarpées constituent actuellement des plantes à la fois débiles et étroitement adaptées à un habitat aquatique. Il est naturel, si l'on remonte très loin dans le passé, d'avoir à signaler des types alliés de près à ces mêmes Rhizocarpées, mais plus parfaits, plus vigoureux et moins dégradés que les nôtres. Il faut en conclure que, conformément à ce qui a eu lieu pour les Lycopodinées, les Rhizocarpées prototypiques jouent vis-à-vis de celles qui leur ont succédé le rôle des Lépidodendrées comparées aux Isoétées. Sous ce rapport, M. B. Renault nous paraît avoir très heureusement démontré que les *Sphenophyllum* de la flore carbonifère répondaient aux *Salvinia*, de même que depuis les derniers travaux de M. A. Nathorst sur les végétaux rhétiens de

Digitized by Google

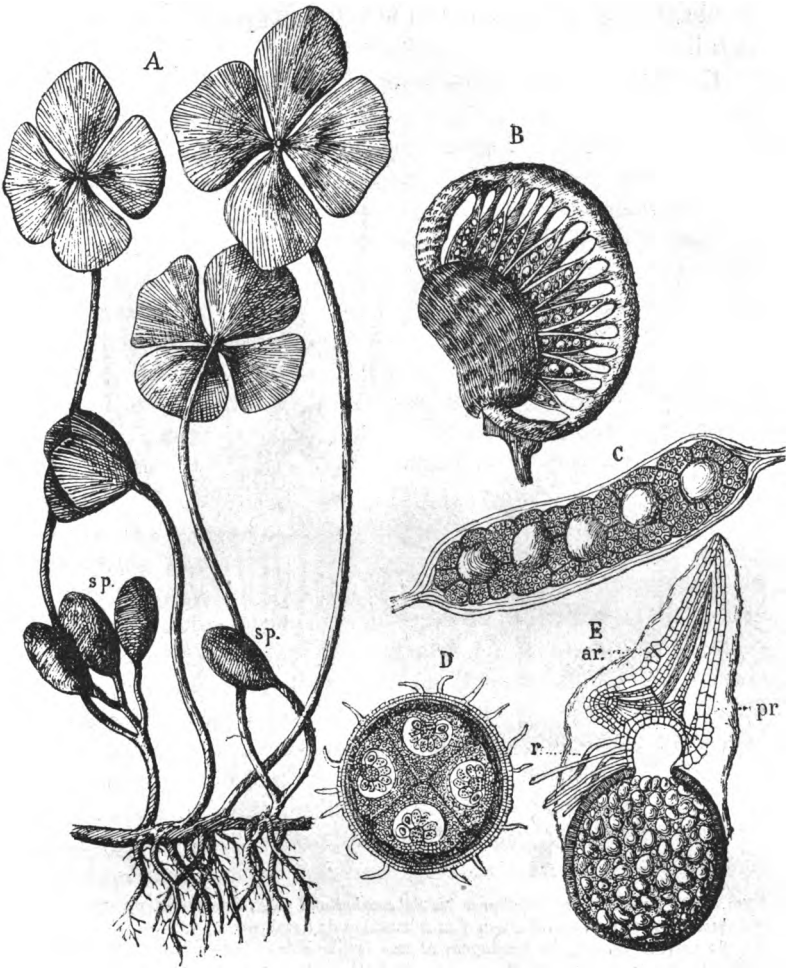


Fig. 81. — *Organes caractéristiques des Rhizocarpees.* — A, *Marsilia,* plante adulte munie de ses sporocarpes *sp;* B, un sporocarpe de *Marsilia* ouvert en deux valves au moment où l'anneau gélatineux s'échappe au dehors en emportant les logettes; C, une logette figurée à part, montrant les macrosporanges lisses et les microsporanges chagrinés qui les entourent, associés dans la même logette; D, coupe transversale d'un sporcarpe de *Pilularia;* E, macrospore de *Salvinia* en voie de germination, après la fécondation opérée. On distingue en *pr* les restes du prothalle qui demeure attaché au sommet de la macrospore; en *ar,* l'emplacement de l'archégone; en *r,* les radicules de la jeune plante dont une feuille se montre déjà vers le sommet de la figure. La jeune production en voie de développement est entourée d'une masse gélatineuse destinée à la favoriser, tandis que l'intérieur de la macrospore est remplie par des grains de fécule.

Digitized by Google

Scanie, il est difficile de ne pas admettre la parenté des *Sagenopteris* jurassiques avec les Marsiliacées,

Comme les *Salvinia*, les *Sphenophyllum* présentaient des ver-

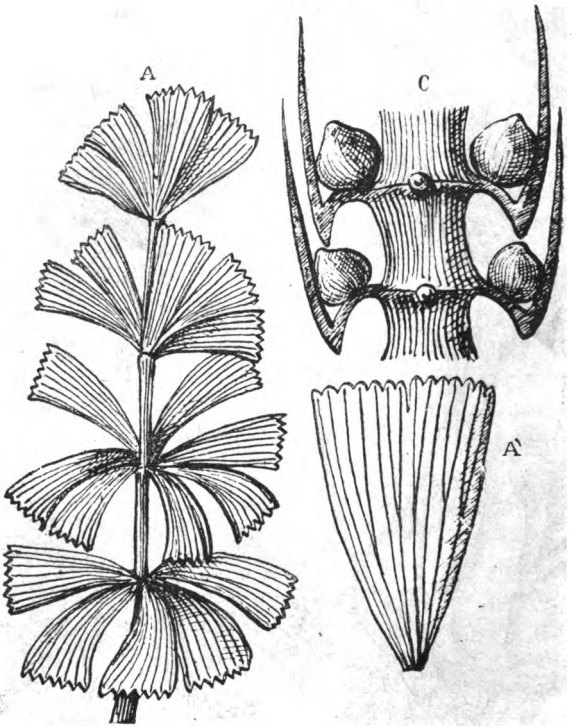


FIG. 82. — Organes caractéristiques des *Sphenophyllum*. — A, *Sphenophyllum emarginatum* Coem. et Kx., reproduction d'un échantillon de Saarbrucken, conservé au Museum de Strasbourg, d'après Schimper; A' une feuille isolée et grossie pour montrer la disposition des nervures; C, coupe longitudinale de trois entre-nœuds d'un épi fructifié de *Sphenophyllum*, pour montrer la position des sporanges et des bractées qui les supportent, d'après une figure de Schimper empruntée à l'ouvrage de Germar.

ticilles ou rosettes de feuilles, disposées par trois ou par multiples de trois, et alternant entre elles d'un verticille à l'autre. Seulement, tandis que les tiges flexibles et probablement décombantes et buissonneuses des *Sphenophyllum* étaient parfaitement symétriques, celles des *Salvinia* se trouvent naines et flottantes.

Digitized by Google

Chez le dernier de ces deux types, les deux feuilles supérieures

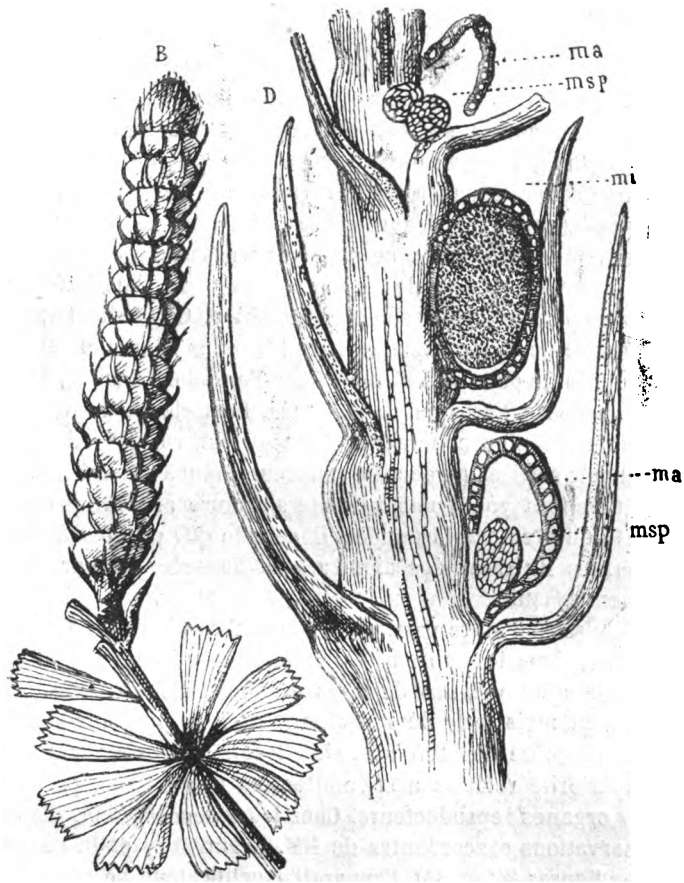


Fig. 83. — Organes caractéristiques des *Sphenophyllum*. — B, rameau fertile de *Sphenophyllum* terminé par un appareil spiciforme fructifié ; D, coupe longitudinale d'un fragment d'épi de *Sphenophyllum*, converti en silice, grossi environ dix-huit fois et montrant trois verticilles de bractées, d'après M. B. Renault. On distingue sur l'une des bractées du verticille intermédiaire, en *mi*, un microsporange encore en place et plein de microspores. Au-dessous et au-dessus en *ma*, on aperçoit des vestiges de macrosporanges en partie désorganisés ; celui d'en haut est accompagné de deux macrospores, l'inférieur contient une seule macrospore, *msp*, d'où l'on est en droit de conclure que chez les *Sphenophyllum* les macrosporanges et les microsporanges alternaient d'un verticille à l'autre sur le même épi.

de chaque verticille, étalées sur l'eau, conservent seules leur

Digitized by Google

fonction et leur forme, tandis que la troisième, submergée et inférieure, s'est subdivisée en une touffe de lanières radiculaires et supporte les sporocarpes.

L'axe vasculaire des *Sphenophyllum* offre la même supériorité de structure, si on le compare au triple faisceau, dont la tige chétive des *Salvinia* se trouve cependant pourvue. Dans les *Sphenophyllum*, l'axe vasculaire parfaitement symétrique donne lieu à une coupe transversale triangulaire: le centre du triangle se trouve occupé par des vaisseaux ponctués à ponctuations aréolées; plus en dehors, ce sont des vaisseaux rayés scalariformes, et vers les angles ou extrémités de l'étoile à trois pointes se placent des trachées déroulables. Cette aire triangulaire, visiblement composée de trois faisceaux réunis et soudés, est entourée de deux gaines emboîtées l'une dans l'autre, l'intérieure formée de gros tubes ponctués, l'extérieure de cellules rectangulaires non ponctuées; le tout est compris dans un parenchyme cortical qui aboutit extérieurement à un étui fibreux. Ces détails font voir combien cette structure anatomique était riche et délicatement façonnée; il semble que par les *Sphenophyllum*, les Rhizocarpées aient atteint l'apogée de leur développement organique.

On conçoit, d'autre part, que l'adaptation à une vie flottante ait amené, dans les types qui y étaient soumis, un amoindrissement de quelques-uns de leurs organes, d'abord librement développés; mais cette dégradation partielle a pu venir en aide au type dégénéré des *Salvinia*, chez lesquels il existe d'ailleurs une supériorité relative assez nettement marquée au point de vue des organes reproducteurs. Chez les *Sphenophyllum*, d'après les observations concordantes de MM. Grand'Eury et B. Renault (voir les figures 82 et 83), l'appareil fructificateur se composait d'une série de verticilles de bractées fertiles superposés. Les microsporanges et les macrosporanges alternaient d'un verticille à l'autre, disposées par trois ou par multiples de trois, simples ou géminées et directement épiphylles. Ainsi, la place des sporanges mâles et femelles était déjà déterminée chez les *Sphenophyllum*, mais les bractées servant de support et de tégument ne formaient cependant pas un conceptacle ou sporocarpe servant à les renfermer. Sous ce rapport, la transformation organique n'était pas aussi avancée que chez les Salviniées, plantes à carac-

Digitized by Google

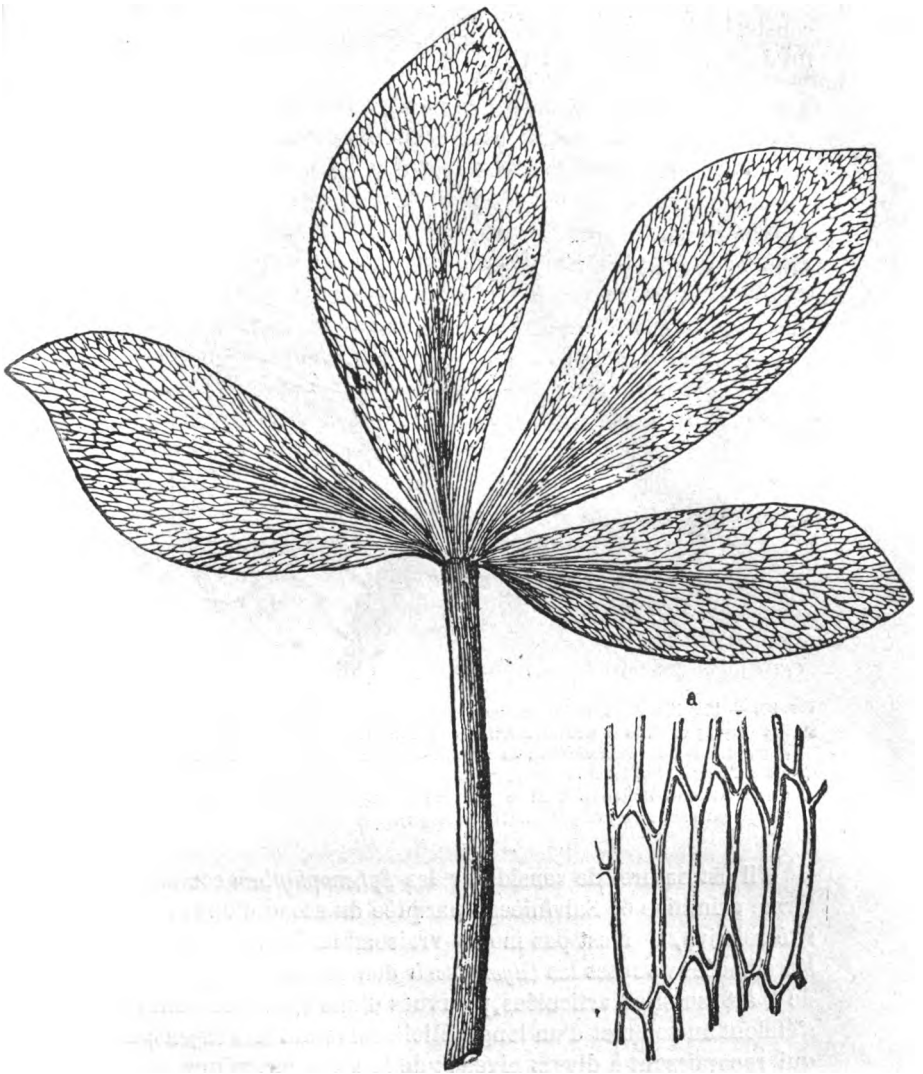


Fig. 84. — *Sagenopteris rhoifolia* Presl., d'après un échantillon du musée de Strasbourg, provenant du rhétien de Bayreuth, figuré par M. Schimper ; on voit en *a* les détails grossis du réseau veineux.

Digitized by Google

tères d'adaptation à la fois régressifs et compliqués. La présence constatée du groupe actuel à l'état fossile date seulement de la fin de l'éocène (gypses d'Aix).

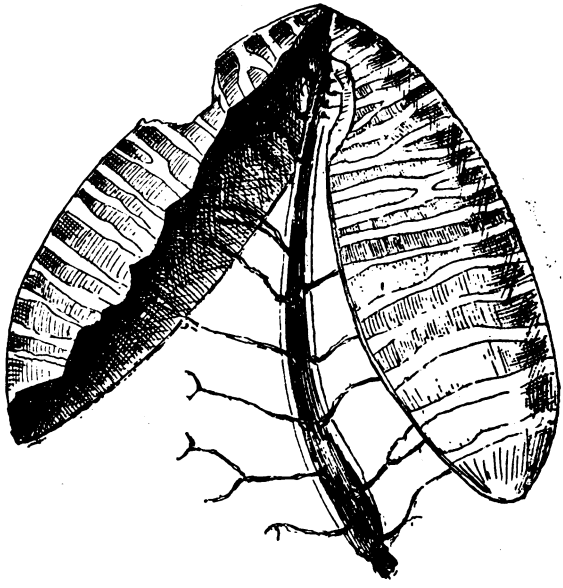


FIG. 85. — *Marsilia Marioni* Al. Br., sporocarpe ouvert et vide, après la dissémination des sporanges, d'une espèce de *Marsilia* oligocène de Ronzon (Haute-Loire). Al. Braun, à qui est due la détermination de cette espèce, a constaté une grande ressemblance entre l'organe fossile et le sporocarpe des *Marsilia salvatrix* Hanst. et *elata* Al. Br., de la Nouvelle-Hollande. C'est la première et unique espèce fossile de *Marsilia* qui ait été rencontrée jusqu'à présent (M. Schimper).

S'il est naturel de considérer les *Sphenophyllum* comme une forme primitive de Salviniées, marquée du sceau d'une supériorité relative, il n'est pas moins vraisemblable d'assimiler aux Marsiliacées vivantes les *Sagenopteris* dont les folioles, au nombre de 4 à 8, sessiles, articulées, pourvues d'une nervation réticulée, s'étalent au sommet d'un long pétiole commun. Les *Sagenopteris* qui reparaissent à divers niveaux de la série jurassique étaient des plantes palustres, à rhizome rampant, qui ne nous ont transmis jusqu'ici que des fragments de sporocarpes, et qui différaient surtout des *Marsilia* par la structure de leurs folioles articulées à la base avec le pétiole dont elles se séparaient très facilement.

Digitized by Google

Ils se distinguaient encore des *Marsilia* par des dimensions bien plus élevées, en sorte que ces dernières plantes ne seraient réellement que des *Sagenopteris* ramenés à de plus faibles proportions, et l'on serait en droit de soupçonner que le type jurassique, depuis si longtemps disparu, aurait constitué un genre apparenté de fort près à celui de nos jours, sans être pourtant le correspondant direct des *Marsilia*.

Les *Sagenopteris* disparaissent après la craie inférieure. Quant aux *Marsilia*, leur présence en Europe est certaine après le début des temps tertiaires, ainsi que l'attestent les sporocarpes du *Marsilia Marioni* Al. Br., du dépôt oligocène de Ronzon.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VII

VUES GÉNÉRALES SUR L'ÉVOLUTION DES CRYPTOGAMES

Dans les chapitres qui précèdent, nous avons exposé, en les condensant, les notions relatives à la marche évolutive des types de plantes réunis sous la dénomination de « Cryptogames ». Essayons maintenant de résumer ces divers traits, en saisissant ce qu'ils ont de plus saillant, pour les faire servir à une vue d'ensemble. Les Cryptogames représentent une branche mère, ou plus strictement une branche aînée en connexion directe avec cette souche protophytique que nous avons considérée comme constituant le point de départ du règne végétal tout entier.

Les végétaux supérieurs aux Cryptogames ou Phanérogames, il faut le remarquer ici, possèdent les uns vis-à-vis des autres une véritable égalité de perfection relative. En dépit des particularités qui les distinguent, ils ont tous des organes parvenus à un degré élevé d'élaboration; leurs tissus, loin d'être uniquement cellulaires, comprennent généralement des fibres, des vaisseaux, des trachées; leurs tiges, en s'attachant à la structure intérieure, se montrent, non pas uniformément, mais également différenciées; leur appareil radiculaire plonge constamment dans le sol et se trouve doué d'une activité fonctionnelle qui est la même pour tous; leurs appendices foliaires, ou du moins les surfaces vertes chorophyllées qui en tiennent lieu, offrent toujours des ouvertures ou stomates destinés à l'introduction ou à l'exhalaison des gaz; enfin, les organes reproducteurs de tous ces végétaux supérieurs fonctionnent au moyen des mêmes procédés, et c'est

Digitized by Google

toujours le grain de pollen développé en un tube vésiculaire qui pénètre à travers les tissus du sac embryonnaire jusqu'à la cellule qu'il doit féconder.

Au contraire, les Cryptogames terrestres sont loin d'occuper toutes le même rang, au point de vue des caractères essentiels de l'organisme. Les moins élevées parmi elles sont thalloïdes ou purement cellulaires, comme les Hépatiques et les Mousses. Les plus parfaites, au contraire, ont des fibres, des vaisseaux et des trachées, à l'égal des plantes phanérogames. Les stomates ne se montrent qu'à peine ou affectent une structure rudimentaire chez les premières, tandis que ces organes présentent leur structure normale et définitive chez les dernières. Il en est de même de l'appareil radiculaire, réduit à la simple apparence de poils rhizoïdes chez les plus inférieures des Cryptogames, qui suit un mouvement progressif à mesure que l'on remonte la série.

L'organe reproducteur accuse la même marche. Nous avons analysé cette marche et nous avons vu l'antagonisme établi de bonne heure entre deux états, l'un sexué, l'autre agame et sporogonien, aboutir à l'amoindrissement et finalement à l'absorption du premier de ces états par le second. Il y a donc inégalité, développement graduel, marche ascendante en un mot d'un bout à l'autre de la série cryptogamique, et cette marche mène, à travers bien des phases, vers un but déterminé dont les dernières conséquences seront plus tard étudiées par nous, comme nous l'avons fait pour les prodromes. Si l'on recherche le trait différenciel le plus saillant qui soit commun à l'ensemble des Cryptogames « métaphytes », en négligeant volontairement les « protophytes », on ne saurait découvrir ce trait caractéristique que dans la présence et l'intervention de l'anthérozoïde motile opérant l'acte de la fécondation. Toutes les Cryptogames terrestres effectivement sont fécondées à l'aide d'un anthérozoïde ; toutes les Phanérogames, au contraire, se trouvent dépourvues de cet organisme et possèdent à la place le tube vésiculaire à contenu protoplasmatique diffluent, sorti du grain de pollen. L'un, il est vrai, est bien l'équivalent de l'autre, puisque le défaut seul de concentration du noyau protoplasmatique, devenu amiboïde, empêche la cellule pollinique de revêtir l'apparence de l'anthérozoïde ; mais il n'en est pas moins certain que la fécondation chez les

Digitized by Google

Phanérogames ne résulte plus de l'intervention de ce dernier organe et que les procédés du phénomène sont réellement changés. Il est tout aussi exact d'avancer que, par l'anthérozoïde motile et nageant à travers un liquide quelconque, les Cryptogames terrestres touchent aux Protophytes et rappellent vivement le mécanisme fécondateur des Algues zoosporées et même celui des Fucacées.

Ce qui caractérise encore les Cryptogames métaphytes, c'est la distinction persistante entre les deux états antagonistes, l'état agame et l'état sexué; on reconnaît toujours leur présence, mais tandis qu'ils tendent à se fixer et à se déterminer, en se succédant, chez les plus inférieures, ces mêmes états vont au contraire en s'effaçant chez les plus élevées, par l'élimination graduelle et tout au moins partielle de l'un des deux. Au total, c'est à un mouvement de différenciation croissante qu'obéissent les Cryptogames prises dans leur ensemble. Cette différenciation se trouve accomplie dans les organes les plus essentiels, lorsque l'on remonte la série et que l'on touche aux Phanérogames; elle commence à peine à se prononcer lorsque l'on se reporte à l'autre extrémité de la série, en abordant les Cryptogames terrestres par les moins élevées.

Quel est exactement le caractère et quels sont les développements de cette différenciation progressive? C'est ce que nous devons tâcher de définir avant tout. Pour s'en rendre compte, il faut interroger avec soin le point de départ. — Le point de départ de la plante métaphyte, devenue terrestre, est évidemment un thalle ulvoïde ou filamenteux et paucicellulaire, avec des poils radicaux servant de point d'attache à ce thalle sur le sol humide. Ce premier état, comme nous l'avons vu, est celui des Hépatiques les moins différenciées; c'est aussi celui des prothalles de Filicinées et d'Équisétinées. Tel est le point de départ en ce qui concerne les organes purement végétatifs. — Mais ces organes ne sont pas les seuls; à cet état rudimentaire et primitif, la plante terrestre en possède d'autres que les Algues, d'où elle sort, présentent aussi. Elle peut se multiplier, et cela, remarquons-le, de deux façons, par agamie ou propagules asexués, ou encore par scissiparité, en produisant des cellules qui s'individualisent et « s'enkystent », et aussi, à côté de ce premier mode, au moyen de la « sexualité », c'est-à-dire par suite de l'imprégnation, à l'aide

Digitized by Google

de l'anthérozoïde, d'une cellule oosphérique de l'archégone, changée en oospore.

Qu'arrivera-t-il de la plante terrestre primitive ainsi constituée, et à l'aide de quel procédé va-t-elle se différencier? Ce sera en réalisant une véritable division du travail organique, résultant de la détermination de deux phases distinctes, l'une de ces phases demeurant affectée à la sexualité, l'autre exclusivement vouée à la reproduction par agamie. Celle-ci est la phase sporogène, celle qui, à raison même de son rôle, devient avec rapidité plus spécialement végétative et d'autant plus favorable au développement de cet ordre de fonctions et des organes qui en dépendent que l'autre phase aboutit avec plus de hâte à la production des organes sexués. Ces derniers naissent sans retard sur le thalle qui doit les porter; les spores ou propagules agames unicellulaires apparaissent, au contraire, comme la manifestation épisodique d'une phase caractérisée surtout par le développement des organes de la végétation, phase qui, loin de s'épuiser, comme l'autre, après un premier effort, peut atteindre une durée presque indéfinie par le renouvellement périodique du même cycle. Il n'existe pas de prothalle sexué permanent, mais il existe des sporogones vivaces, c'est-à-dire perpétuels. Chez l'un, l'acte reproducteur une fois accompli et le sporogone engendré, la plante meurt; le sporogone, au contraire, chez les Cryptogames supérieures, peut vivre indéfiniment et, dans l'immense majorité des cas, il utilise en vue de sa propre durée la faculté végétative qui est la principale raison d'être de son existence. Plus tard ou peut-être même parallèlement, chez les plantes les plus parfaites, dites phanérogamiques, cette division du travail organique est allée en s'accentuant, mais aussi en se simplifiant, puisque la phase végétative sexuée s'est effacée entièrement et que les sexes eux-mêmes ne se distinguent plus des spores d'où ils paraissent directement sortir. Dès lors il ne subsiste plus que deux états ou plutôt deux ordres de fonctions pleinement indépendants, l'un répondant à l'appareil végétatif représenté par la tige et la racine, l'autre répondant à l'appareil reproducteur sexué comprenant la fleur avec ses accessoires. C'est là le dernier terme de la progression dont nous avons signalé les premières étapes. Les plantes cryptogames sont donc celles qui se sont fixées les premières, s'arrêtant à l'une ou à l'autre des étapes successives qui marquent

Digitized by Google

leur transformation, pour en revêtir les caractères d'une façon définitive. Chacune des catégories ainsi constituées est devenue susceptible à son tour de se ramifier et de donner lieu à des adaptations en rapport avec les tendances de ces mêmes caractères. Plus hâtivement fixées dans leurs traits essentiels, plus rapidement multipliées et plus étroitement adaptées, les Cryptogames se sont trouvées en même temps plus immédiatement en relation avec les conditions extérieures qui dominèrent originairement à la surface de notre globe et qui coïncidèrent justement avec leur première expansion.

Non seulement l'élaboration des végétaux les plus élevés, les Angiospermes, était alors éloignée de son terme final, mais par la structure qui leur devint propre les organismes relativement inférieurs, compris sous la dénomination de Cryptogames, se trouvèrent parfaitement en mesure de remplir le rôle qui leur était dévolu. Ni l'absence de saisons périodiques, ni la continuité de la chaleur humide, ni le contact de l'eau provenant des précipitations aqueuses et de l'abondance des bains de vapeur dans lesquels les organismes d'alors étaient plongés, ne pouvaient faire obstacle au développement de végétaux que caractérisent par-dessus tout la facilité de produire des racines adventives, l'accroissement illimité des extrémités de l'axe caulinaire et l'extension des parties vertes appendiculaires. La présence même et le rôle du prothalle, de même que l'intervention de l'anthérozoïde dans l'acte fécondateur, s'accordent parfaitement avec la permanence de l'humidité extérieure. On peut dire également que l'abondance des tissus parenchymateux ou lacunaires et des surfaces chlorophyllées se trouve en rapport, chez les Cryptogames, avec l'étendue restreinte et le rôle encore limité des parties dures et fermes, à structure exclusivement fibro-vasculaire.

C'est plus lentement, mais plus sûrement, par l'effet d'un développement intermittent et successif, à l'aide d'une action périodiquement renouvelée et entrecoupée d'intervalles de repos, que les grands végétaux des âges postérieurs ont acquis la faculté d'atteindre la force de résistance et les dimensions qu'ils présentent à l'état adulte. C'est au contraire par une évolution rapide et continue ou encore par des jets subits, partant d'un appareil rhizomateux souterrain et stérile, que les Cryptogames d'autrefois érigeaient leurs tiges aériennes. Ces tiges, une fois hors de terre,

Digitized by Google

s'élevaient jusqu'à épuisement de leur force vitale, étendant outre mesure leurs axes, comme leurs appendices foliaires. Les Équisétinées, de même que les Filicinées et les Lycopodinées fossiles, sont là pour attester ce procédé de croissance. La grandeur de beaucoup de frondes de Fougères, chez les Pécoptéridées, les Odontoptéridées et les Dictyoptéridées, dépasse tout ce que l'on pourrait supposer. Aucune plaque, quelle que soit sa dimension, ne saurait comprendre toutes les parties de ces frondes dont les subdivisions étonnent l'esprit par leur multiplicité. Alors, comme de nos jours, il existait des Cryptogames dont les tiges étaient soutenues par des racines adventives, descendant de toutes les régions de l'axe caulinaire. Les Pécoptéridées arborescentes ou *Psaronius* en fournissent un exemple bien connu. Sur une foule de points, à Saint-Étienne, on distingue très bien les traces répétées de leurs troncs encore en place, traversant verticalement la roche encaissante et étançonnés par une multitude de radicules dirigées de haut en bas. Les Calamites, de leur côté, possédaient tout un système de tiges souterraines horizontalement disposées, qui servait de base aux tiges aériennes aphylles et érigées d'où sortaient enfin les appareils sporogènes feuillés.

Les Lépidodendrées, les plus parfaites des Cryptogames primitives, paraissent avoir dépendu d'un troisième système. La base de leurs tiges verticales, trouvées en place, se subdivise inférieurement en racines dichotomes qui constituent un appareil ressemblant à celui des Stigmariées, qui de leur côté représentent certainement les rhizomes souterrains et stériles des Sigillaires. Il semble qu'en interrogeant le monde actuel, cet appareil rhizomateux des Lépidodendrées ait eu quelque analogie avec celui des *Tmesipteris* dont les radicelles répondent à des appendices foliaires assez peu modifiés. Il en était probablement de même des Lépidodendrées dont les tiges se montraient ainsi tour à tour souterraines, rampantes et stériles ou bien aériennes, érigées et sporifères. Les Ophioglossées, dans leurs dimensions si réduites, présentent un système de végétation qui n'est pas sans analogie avec celui qu'admet une semblable hypothèse. Les radicules que nous avons vu correspondre à des poils rhizoïdes et provenir d'une simple modification épidermique, dans les cas les plus simples, ont pu aussi, dans d'autres cas, devoir leur origine à des appendices foliaires détournés de leur premier

Digitized by Google

emploi et privés de chlorophylle. On voit par là que les Cryptogames prototypiques comprenaient plusieurs systèmes de végétation, et que les Filicinées, à tige rampante soutenue inférieurement par des radicules et se ramifiant à l'aide d'une progression incessante, en émettant à mesure des frondes aériennes, aux extrémités du rhizome subdivisé par dichotomie, n'étaient pas plus rares que celles que l'on nomme *Caulopteris* ou *Psaronius* et dont la disposition était verticale. Les souches épaisses des *Aulacopteris* formaient un autre type qui rappelle vivement les *Angiopteris* de nos jours. Tout ce monde cryptogamique, évolué de si bonne heure, déjà complet dans ses diverses parties à une époque où nulle trace d' « Angiospermes » ne se montrait encore, où les Phanérogames réduites aux seules Gymnospermes occupaient elles-mêmes une place relativement subordonnée, se trouvait dès lors adapté à des conditions d'existence particulières, qui furent celles du règne végétal à son origine. Ces conditions persistèrent sans beaucoup changer pendant un temps prodigieusement long, correspondant à la période entière des houilles, du dévonien au permien inclusivement.

C'est là une période qui s'étend dans notre pensée, non pas à des milliers, mais à des millions d'années. La prédominance des Cryptogames dans la flore terrestre y est certaine et incontestée. Les traces de Filicinées y attestent par leur extrême abondance l'importance du rôle qui était dévolu à cette classe. Les Équisétinées et les Lépidodendrées ne sont guère moins répandues de la base à l'extrême sommet de ces formations enchaînées, dont l'ensemble prend le nom de terrain paléozoïque. Il y a bien dès lors des Gymnospermes ; elles sont même plus nombreuses qu'en aucun autre temps ; elles partagent exclusivement l'empire avec les Cryptogames ; néanmoins on ne saurait dire qu'elles aient jamais égalé celles-ci en fréquence ni même en diversité de formes, ni peut-être encore en puissance végétative. Si l'on consulte les relevés d'espèces donnés par Schimper, dans son Traité [1], pour l'époque anthracitique ou houillère proprement dite, on voit, en rejetant les Sigillaires parmi les Phanérogames, que l'ensemble des Cryptogames était relativement à celles-ci dans la proportion de 2,6 par rapport à 1, c'est-à-dire que les

1. Schimper, *Traité de Pal. vég.*, III, p. 623.

Digitized by Google

Cryptogames dépassaient les Phanérogames de plus du double, proportion qui, tout balancé, doit se rapprocher sensiblement de la réalité. Lors du permien, les Cryptogames, bien que déjà moins nombreuses relativement, obtiennent cependant encore la prépondérance. La proportion équivaut presque aux deux tiers du nombre total, en prenant pour base l'énumération donnée par Schimper [1]; mais elle est bien plus considérable si l'on s'attache à la flore permienne ou supra-carbonifère de Virginie et de la Pensylvanie qui se rapporte sans doute à la partie ancienne de l'étage, ainsi qu'aux niveaux correspondants de l'Allier et des environs d'Autun, représentant la transition du carbonifère au permien proprement dit.

On peut dire d'une façon générale que nulle catégorie cryptogamique n'a dû se constituer postérieurement à cet âge des houilles, qui paraît être le vrai point de départ de la classe entière. Cette classe a diminué ensuite comme nombre absolu; elle s'est appauvrie à partir du permien, tandis que les Cycadées et les Conifères prenaient au contraire de l'extension et occupaient une place de plus en plus considérable. — Dans le trias, époque d'indigence et de transition, si l'on s'en tient du moins aux apparences, les Cryptogames sont à peine plus nombreuses que les Gymnospermes auxquelles quelques Angiospermes primitives d'un caractère douteux viennent s'adjoindre. Les Phanérogames et les Cryptogames se balancent alors à peu près, mais à partir du jurassique, l'équilibre se trouve définitivement rompu en faveur des premières, et, bien que conservant toujours une place importante, les Cryptogames seront désormais en minorité, en tant qu'élément constitutif de la végétation terrestre. Non seulement les types les plus remarquables de cette catégorie de plantes ont disparu, mais ceux qui ont survécu ont vu s'amoindrir leur stature; leur vigueur a diminué comme leur taille et pourtant on peut dire, sans craindre de se tromper, qu'en dépit de cet effacement, les Cryptogames vivantes, dans leur structure intime, dans l'ordonnance de leurs familles principales, même pour la plupart dans leurs caractères de tribu et de genre, ne sont que des prolongements atténués ou des descendants dégénérés des Cryptogames paléozoïques.

1. *Traité de Pal. vég.*, III, p. 635.

Digitized by Google

L'extinction survenue s'applique, dans l'intérieur de chaque groupe, aux types les plus étroitement adaptés et par cela même les plus parfaits par l'ensemble de leurs caractères de structure. Cela est bien évident des Calamites et Astérophyllites, parmi les Équisétinées, des Angio-Pécoptéridées[1] ou Pécoptéridées arborescentes et marattioïdes, parmi les Filicinées. Cela est plus évident encore des Lépidodendrées pour les Lycopodinées. L'infériorité relative des *Equisetum* actuels ou Prêles, de la plupart des Filicinées, Lycopodinées et Isoétées modernes par rapport à leurs devanciers de l'âge carbonifère n'est pas moins évidente et la filiation soit directe, soit médiate, des premières par les secondes ne ressort pas avec moins de certitude de la vraisemblance des faits impartialement observés.

Cependant, objectera-t-on, l'assimilation ne saurait être absolue : entre les Cryptogames vasculaires de nos jours et celles des temps anciens, il existe, quoi qu'on dise, des différences plus ou moins sensibles. Ce ne sont jamais les mêmes espèces que nous avons sous les yeux, et, pour les Filicinées au moins, ce sont des genres ou même des tribus distincts de ceux des anciens âges qui, des profondeurs du passé, se sont avancés jusqu'à nous. Il y a donc à constater des changements successifs ; de quelle nature sont-ils? — Ces changements que le temps, aidé des circonstances, a nécessairement amenés, sont tous, ou presque tous, remarquons-le, d'une nature secondaire. Loin d'affecter les organes essentiels antérieurement fixés dans les traits principaux de leur ordonnance, de manière à réaliser les combinaisons les plus complexes dont ces organes peuvent être susceptibles, les modifications survenues n'ont consisté, le plus souvent, que dans des variations accessoires d'un ordre purement spécifique pour une partie au moins des types survivants (Équisétées, Lycopodiées).

D'autres fois, il est vrai, l'amplitude des modifications s'est étendue jusqu'au genre et à la tribu ; mais lorsque cela est arrivé, c'est que le groupe qui persiste et qui l'emporte sur les catégories frappées de déclin, est justement celui dont les organes essentiels, exempts d'adhérence mutuelle, se prêtent le plus aisément à la naissance d'innombrables combinaisons rela-

1. Voy. Schimper et Zittel, *Handbuch d. Palæont.*, II, p. 89.

Digitized by Google

tives à la situation, au mode de groupement et de protection des sporanges. Ce dernier cas est celui des Filicinées, chez lesquelles l'ordre de combinaisons le moins complexe, le moins parfait, « d'une façon absolue », mais le plus sûr au point de vue de la dissémination des spores, de leur multiplicité et de la déhiscence particulière des sporanges, est celui qui a finalement prévalu, communiquant à la tribu qui l'a possédé une immense supériorité sur toutes les autres. Les Filicinées, bien que réduites, dès la fin de la craie et surtout à la suite de l'extension rapide des Dicotylées, à un état de subordination relative, ont cependant engendré, à travers les siècles, des tribus et des genres auparavant inconnus; ces groupes nouveaux se sont constitués à l'aide de ramifications répétées et successives dont les formes actuelles de Polypodiées, avec leurs innombrables variations morphologiques, ne sont que l'expression dernière. Le genre une fois formé, par l'effet de la modification d'un type antérieur, a donné lieu, en se différenciant plus ou moins, aux divers sous-genres et les variations de ces derniers, plus ou moins prononcées, ont fait naître à leur tour les espèces, elles-mêmes si portées à varier, dont l'ensemble compose chacun des groupes de cette vaste famille. Il en a été ainsi des *Acrostichum*, des *Polypodium*, des *Asplenium*, des *Pteris*, etc., et l'on peut dire que tous ces groupes se sont dégagés avec d'autant plus de netteté, ont grandi et se sont étendus avec d'autant plus d'ampleur et de rapidité, que les anciens types, en disparaissant peu à peu dans le cours de la craie, leur ont cédé plus d'espace, quelle qu'ait été d'ailleurs la vraie cause de cette élimination.

Chez les Polypodiées, la mobilité inhérente au type même et sa facilité d'adaptation aux circonstances graduellement accomplies ont servi, pour ainsi dire, de contrepoids à l'ancienneté de la famille et lui ont permis de garder une place encore assez importante jusqu'au sein de la végétation des temps actuels.

Cependant, il faut le remarquer, et cela même résulte des réflexions précédentes, les Filicinées, depuis longtemps, probablement avant le début de l'âge tertiaire, ont arrêté les traits définitifs de leurs principales sections.

A partir de cette date approximative, les variations n'ont plus porté que sur des détails concernant uniquement la morpholo-

Digitized by Google

gie des parties accessoires de la fronde, ce qui tient à la taille, au contour, à l'apparence extérieure. Entre une Polypodiée vivante et la Filicinée la plus voisine de ce groupe des temps paléozoïques, il est permis d'admettre une différence notable qui peut s'étendre jusqu'à la famille, puisque l'on n'est certain de l'existence d'aucune Polypodiée vraie avant le trias. Il est cependant plus conforme à la vraisemblance de croire que, dès cette époque, on aurait observé des Polypodiées, mais trop obscures et trop clairsemées pour que leurs vestiges aient eu la chance d'arriver jusqu'à nous. Au contraire, si l'on prend un de nos *Equisetum* actuels et qu'on le compare à ceux des plus anciennes couches secondaires, il sera facile de reconnaître qu'en eux tout est pareil, sauf l'espèce, qui diffère plus ou moins; mais cette différence entre la forme vivante et celle des temps passés est exactement du même ordre que celle qui sert à distinguer l'un de l'autre deux *Equisetum* vivants comparés entre eux. Dans ce dernier exemple, le type ancien a survécu à l'extinction de tous ceux dont le groupe des Équisétinées se composait à l'origine; mais, depuis cette circonstance, le type, ainsi sauvegardé, a persisté sans aucun changement, ou, s'il a varié, c'est pour donner lieu à d'insignifiantes oscillations, accompagnées pourtant d'une visible et irrémédiable décadence.

Les observations qui précèdent sont également applicables aux Cryptogames terrestres cellulaires, sur lesquelles les documents fossiles nous fournissent, d'ailleurs, de si rares enseignements. Les Mousses, en particulier, paraissent avoir suivi une marche analogue à certains égards à celle des Fougères, en demeurant susceptibles de varier à l'infini, mais seulement dans des détails des plus secondaires. Non seulement elles ont persisté, mais elles se sont adaptées aux conditions d'existence que le développement des Phanérogames a fait prévaloir et dès lors, loin de décliner, elles ont pu se maintenir sans sortir du cadre restreint auquel leur faiblesse même les condamne et leur rôle n'a pas éprouvé de changement, tout en restant humble et subordonné. Dans le lias inférieur de Chambelen, en Argovie, la présence de certains coléoptères, alliés de près aux *Byrrhus* (*Byrrhidium arcuatum, B. morio, B. troglodites Hr.*[1]), qui

1. Voy. Heer, *Der Urw. d. Schw.*, p. 99, pl. VIII, fig. 9-10, 2e édit., Zurich, 1879.

Digitized by Google

vivent actuellement sur les Mousses, font supposer à M. Heer que ces plantes existaient déjà plus ou moins abondantes au sein des forêts humides de l'époque liasique, bien qu'aucune empreinte ne soit venue encore confirmer directement cette visée.

Tout confirme, en résumé, notre façon générale d'envisager les Cryptogames terrestres. Nous reconnaissons en elles une branche aînée, prédominante à l'origine, puis luttant de puissance avec la branche phanérogamique des Gymnospermes, rejetée, en dernier lieu, au troisième plan, par le développement définitif et la supériorité de la branche cadette et relativement récente des Phanérogames Angiospermes. Ce qui ne put s'adapter aux conditions nouvelles auxquelles ces deux extensions rivales donnèrent lieu, dut périr parmi les types cryptogamiques : telle est la loi qui paraît s'étendre à l'universalité de ce qui a vie, tous les êtres étant destinés à la lutte pour l'existence.

Après avoir déterminé le sens et la direction, et avoir tracé les grandes lignes de l'évolution des Cryptogames, il faudrait, pour ne rien négliger, descendre dans les détails, prendre les genres, puis les espèces de cette même classe, signaler leur première apparition, les suivre dans leurs migrations, définir leur aire d'habitation dans le passé et le présent comparés, et tenir compte des retraits successifs que la chaleur décroissante de la température du globe leur a fait subir. Ce serait inaugurer une nouvelle série de recherches, fécondes sans doute en résultats partiels, mais forcément incomplètes par suite de la pauvreté des documents paléontologiques. On constaterait pourtant, en s'engageant dans cette voie, le rôle incontestable que les régions polaires, comme point de départ de beaucoup de types et de formes refoulés depuis vers le sud, ont joué dans l'histoire des vicissitudes du monde des plantes. Dans cette longue suite d'événements enchaînés, le rôle de notre Europe n'a pas été moindre, et peut-être qu'à plus d'un égard la zone tropicale actuelle constitue une sorte de lieu de refuge au sein duquel les végétaux graduellement éliminés des deux hémisphères, ont dû chercher un abri que l'on serait porté à croire définitif, en s'en tenant aux apparences; mais cet abri même pourrait bien être destiné à devenir insuffisant à son tour, si le refroidissement de la terre, inauguré jadis vers les pôles, devait faire de nouveaux

Digitized by Google

progrès. C'est là le secret des siècles futurs ; mais, au lieu d'entr'ouvrir des perspectives démesurées, il vaut mieux pour l'homme d'études reprendre un à un les matériaux mis à sa disposition par les anciens âges, les contrôler, les analyser et en retirer les notions immédiates qu'ils sont susceptibles de nous fournir. Ainsi se dévoilera peu à peu la vraie nature des êtres, nos compagnons et nos associés sur ce globe dont le passé commence à s'éclairer, mais dont l'avenir matériel et moral se dérobe dans d'obscures ténèbres.

Proclamons-le en terminant : c'est la faiblesse, mais aussi la grandeur de l'homme d'ignorer tant de choses, en parvenant toutefois à savoir, non seulement qu'il les ignore, mais qu'il doit se préoccuper de son ignorance même, en empruntant la lumière des quelques vérités qu'il lui est donné de saisir.

Dans un prochain volume, nous verrons comment d'une branche cadette cryptogamique sortirent les Phanérogames, divisées elles-mêmes en deux rameaux, dont le plus récent et le plus faible à l'origine a fini par prévaloir définitivement sur l'autre.

FIN

VILLE DE LYON
Biblioth. du Palais des Arts

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE

DES

FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

Figures.		Pages.
1.	— Protistes amibiens	25
2.	— Algues inférieures monocellulaires ou paucicellulaires	28
3.	— Appareil reproducteur d'une Floridée (*Nemalion*)	32
4.	— Appareils reproducteurs des Floridées	33
5.	— Appareil reproducteur d'une Floridée du genre *Dudresnaya*	34
6.	— Prothalle d'une Fougère fortement grossi	39
7.	— Hépatique du genre *Anthoceros*	43
8.	— Anthéridie du prothalle d'une Fougère	44
9.	— Archégone du prothalle d'une Osmonde	44
10.	— Fougère jeune dont le sporogone se détache à peine du prothalle	45
11.	— Lycopodiacée héterosporée (Sélaginelle)	49
12.	— Organe mâle d'une Gymnosperme	51
13.	— Organe femelle d'une Gymnosperme et mécanisme de l'acte fécondateur	52
14.	— Organes reproducteurs du *Fucus vesiculosus*	63
15.	— *Brachyphyllum nepos* Sap.	73
16.	— *Bilobites furcifera* (d'Orb.) Sap. et Mar.	75
17.	— Autre exemplaire de la même espèce	76
18.	— *Fræna Goldfussi* M. R.	78
19.	— *Bilobites Vilanovæ* Sap. et Mar.	79
20.	— *Chrossochorda scotica* Schimp.	80
21.	— *Arthrophycus Harlani* Hall et *Eophyton Morierei* Sap. et Mar.	81
22.	— *Eophyton Torelli* Sap. et Mar.	82
23.	— *Palæophycus Heberti* Sap. et Mar.	84
24.	— *Cancellophycus scoparius* (Thioll.) Sap.	86
25.	— *Physophycus marginatus* (Lesq.) Schimp.	87
26.	— *Glossophycus Camillæ* Sap. et Mar.	88
27.	— *Taonurus Panescorsii* Sap. et Mar.	90

Digitized by Google

Figures. Pages.
28. — *Taonurus ultimus* Sap. et Mar. 91
29. — *Chondrites bollensis elongatus* Kurr. 93
30. — *Chondrites robionensis* Sap. et Mar. 94
31. — *Codites neocomiensis* Sap. et Mar. 96
32. — Germination du *Chara*. 97
33. — Organes reproducteurs du *Chara*. 98
34. — *Laminarites Lagrangei* Sap. et Mar. 101
35. — *Delesseria parisiensis* Wat. 103
36. — *Halymenites Arnaudi* Sap. et Mar. 104
37. — Coupe dans le thalle du *Marchantia polymorpha*. 108
38. — Thalle d'un *Anthoceros*. 110
39. — Thalle et organes reproducteurs des *Anthoceros*. 111
40. — Sporogone jeune d'un *Anthoceros*. 112
41. — *Jungermannia bicuspidata*. 113
42. — *Marchantia polymorpha*, organes femelles. 114
43. — *Marchantia polymorpha*, organes mâles. 115
44. — Germination d'une Mousse. 116
45. — Organes reproducteurs d'une Mousse. 117
46. — *Andræa petrophila*, sporogone. 119
47. — *Marchantia sezannensis* Sap. 121
48. — Prothalle d'une Fougère, *Osmunda regalis* L. 124
49. — Répétition de la figure 6. 125
50. — Prothalle d'*Equisetum* (mâle). 126
51. — Autre Prothalle d'*Equisetum* (femelle). 127
52. — Prothalle d'une Osmonde, à divers degrés de développement. . . 128
53. — Prothalle d'une Ophioglossée. 130
54. — Organes caractéristiques et appareils reproducteurs des Équisétées vivantes 134
55. — Organes caractéristiques et appareils reproducteurs des Calamariées fossiles. 135
56. — Partie souterraine d'une tige aphylle de Calamite. 138
57. — Tiges aphylles de Calamites portant des appareils fructificateurs. 141
58. — Fronde d'une Hyménophyllée du genre *Trichomanes*. 145
59. — Prothalles d'Hyménophyllées. 145
60. — Répétition de la figure 48. 146
61. — Sporange d'une Hyménophyllée 148
62. — Sporanges d'Osmondées. 148
63. — Sporanges de Lygodiées et de Gleichéniées. 149
64. — Sporanges de Marattiées, de Cyathées et de Polypodiées. 150
65. — Hyménophyllées paléozoïques; genres *Palæopteris* et *Triphyllopteris* 153
66. — *Botrychium lunaria* L. 155
67. — Types de Fougères éteintes de l'époque paléozoïque (Botryoptéridées et Angiopécoptéridées). 156
68. — Types divers de Fougères paléozoïques 161
69. — *Gleichenites elegans* Zign. et *Asplenium whitbiense* Heer. 163
70. — *Laccopteris elegans* Presl. 165

Digitized by Google

Figures. Pages.
71. — *Clathropteris platyphylla* Brngt 166
72. — Reproduction des figures 53 et 66. 170
73. — Organes reproducteurs et germination des Lycopodinées isosporées 180
74. — Germination des spores de *Selaginella* (répétition de la figure 11) 180
75. — Organes végétatifs des Lépidodendrées. 188
76. — Même sujet 189
77. — Coupe longitudinale d'un *Lepidostrobus*. 190
78. — Organes reproducteurs des Lépidodendrées; Macrosporange et Macrospore 191
79. — Organes reproducteurs des Lépidodendrées, Microsporanges et Microspores 193
80. — Organes reproducteurs des *Isoetes*. 195
81. — Organes caractéristiques des Rhizocarpées 197
82. — Organes caractéristiques des *Sphenophyllum*. 198
83. — Même sujet 199
84. — *Sagenopteris rhoifolia* Presl. 201
85. — *Marsilia Marioni* Al. Br. 202

FIN DE LA TABLE DES FIGURES.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE

A

Acetabularia, 28, 67, 95.
Acetabularia mediterranea, 66.
Acrocarpus cuneata Schk., 168.
ACROSTICHÉES, 165.
Acrostichum, 214.
Adiantum, 168.
Adiantum reniforme, 143.
ALECTORURIDÉES, 69, 84-85; apparence de leur phyllome, 85; triple mode de conservation, 87-88; — à phyllome linguiforme, 89; structure de leur phyllome, 90; forment une famille à part, 91-92.
Alectorurus Schimp., 84.
Alectorurus cincinnaticus Schimp., 84.
— *circinatus* Schimp., 84.
ALGUES, leur embryogénie plus élémentaire que celle des plantes supérieures, 23; — très inférieures, uni ou paucicellulaires, 28; leurs cellules sont le siège de phénomènes nutritifs caractéristiques, 33; leur union avec les Ascomycètes d'où résulte la production d'un Lichen, 35-36; habitat., aptitudes et dispersion des — 37; — prenant à un moment donné possession du sol émergé, 38; — aériennes primitives représentées par les divers prothalles des Cryptogames supérieures, 40; présence des — au début des temps primitifs, 58; — très anciennes et diversifiées très lentement, 160; difficultés qui s'opposent à leur classification méthodique, 62; bases de cette classification, 63; — élémentaires représentent les premières ébauches de la vie végétale, 67; conditions de leur passage à l'état fossile, 68; — considérées comme le point de départ des plantes métaphytes, 207.
ALLEMAGNE, série crétacée d' —, 5; échelle des terrains tertiaires d' —, 6.
Alsophila, 164.
AMBLYSTOMES, 39.
AMÉRIQUE DU NORD, série crétacée de l'—, 6.
AMIBES, leur structure élémentaire réduite à une masse protoplasmique non différenciée, 25; leur segmentation, 26.
ANANCHYTES, 11.
Andræa petrophila, 119, fig. 46.
Andriana, 160.
Angiopteridium Schimp., 160.
Angiopteris, 150, fig. 64; 157.
ANGIOSPERMES, occupent le point culminant du règne végétal, 50; leurs anthères ou sporanges à microspores, 51; leur ovule ou macrosporange protégé par un ovaire, 55; leur ordre d'apparition, 59; date de leur apparition et de leur prédominance relative, 60; dernier rudiment de l'appareil thalloïde sexué chez les —, 61; sorties d'une élaboration graduelle des organes et comment, 209; obtiennent la prédominance sur les Cryptogames et les Gymnospermes, 216.

Digitized by Google

ANNULAIRES, 136.
Annularia, 133; 136; 139; 140.
Anœctomeria, Sap., 73.
ANTAGONISME persistant de deux états, l'un agame, l'autre sexué, chez les Cryptogames, 207.
ANTHÈRE ou sporange à microspores des Phanérogames, 51.
ANTHÉRIDIES, organes renfermant les corpuscules mâles des Cryptogames, 31; laissent échapper les anthérozoïdes chez les Mousses, 41-52.
ANTHÉROZOÏDES, corpuscules fécondateurs des Cryptogames, leur processus copulateur, 31; munis de cils mobiles, 41; correspondent aux éléments fécondateurs des Algues, 42; — des Fucoïdées et des Floridées, 64; — des Characées, 99; — mobiles, se retrouvent dans toutes les Cryptogames et disparaissent chez les Phanérogames, 206.
Anthoceros, 111, fig. 39; leur sporogone, 112, fig. 40; thalle subordonné des — 113-116.
AQUITANIEN, étage, en Provence, 6.
Araucaria, 181.
Archæopteris Dws., 154.
ARCHÉGONES, organes femelles des Cryptogames, contiennent une cellule embryonnaire chez les Mousses, 42; donnent naissance à un sporogone et comment, 45; — des Osmondes, 129; — des Gymnospermes ou Corpuscules, 53.
ARCHIAC (d'), 71.
ARTROPHYCÉES, 92.
Artrophycus, 69, 81.
Artrophycus Harlani Hall, 79; 81, fig. 21.
ASCOGONE des Champignons Ascomycètes, surmonté d'un trichogyne, 36.
Ascobolus, 35.
ASCOMYCÈTES, leur rôle dans la genèse des Lichens, 35-36.
Asplenites, 133.
Asplenites ottonis Schk., 166.
— *Rœsserti* Schk., 166.
Asplenium, 163; 166; 168; 214.
Asplenium nidus avis, 143.
— *Whitbiense* Hr., 163, fig. 69.
ASQUES, organes fructifères des champignons à reproduction sexuée, 35-36.
ASTÉROPHYLLITES, 133; 136; 140.
Asterophyllites, 136.
Asterotheca hemitelioides Brngt, 156, fig. 67; 158-159.
ATLANTIQUE, conditions biologiques de ses profondeurs, 11.
AUXOSPORES, cellules reproductrices des Diatomées, 65.
AXOLOTLS, mentionnés comme exemple d'un arrêt de croissance par le fait de l'apparition précoce de la sexualité, 39.

B

BACTÉRIES, leur multiplication, 34.
BILOBITES, 69; leur fossilisation en demi-relief, 74; leur structure apparente, hypothèse singulière avancée à leur égard, 77; leur nature présumée, 79-81; 92.
Bilobites Dek., 69.
Bornia, 132; 137.
BOTRYCHIÉES, 155.
Botrychium, 154.
Botrychium lunaria L., 155, fig. 60; 170, fig. 77.
BOTRYOPTÉRIDÉES, 155; 156, fig. 67.
Botryopteris, 171.
BOURRELET, cernant le phyllome des Alectoruridées, 90-91.
Brachyphyllum nepos Sap., 73, fig. 15; 74.
Bruckmannia, 139.
Bryon Gr., 132.
Bryopsis, 66-67.
Byrrhidium arcuatum Hr., 215.
— *morio* H., 215.
— *troglodites* Hr., 215.
Byrrhus, 215.
Bythotrephis Hall., 92.

C

CALAMARIÉES ou EQUISÉTINÉES, leur évolution particulière, 132; leurs organes caractéristiques, 135, fig. 55.
CALAMITES, 133; 136; notions sur leur structure vraie et erreurs commises

Digitized by Google

à leur égard, 137 ; structure de leurs parties souterraines, 137, fig. 56 ; ténuité de leur paroi caulinaire, 139 ; — hétérosporées, 139-140 ; comment se distinguent des *Equisetum*, 140-141 ; leur extinction après le permien, 142 ; 193.
Calamites, 133 ; 136.
Calamocladées, 139.
Calamodendrées, distinctes des vraies Calamites, 139.
Calcaire grossier parisien, renferme des Siphonées incrustantes, 95.
Calymnotheca, 162.
Calymnotheca Stangeri Stur, 161, fig. 68.
Camptopteris incisa Nath., 168.
— *jurassica* Gœpp., 168.
— *serrata* Kurr., 168.
— *spiralis* Nath., 168.
Cancellophycus Sap., 84 ; 89.
Cancellophycus Marioni Sap., 91.
— *reticularis* Sap., 91.
— *scoparius* (Thioll.) Sap. 86, fig. 12 ; 89.
Carbonifère, terrain, 4 ; 211-212.
Cardiopteris Schimp., 154.
Caulerpa, 29 ; 67 ; 95.
Caulerpa ericifolia, 95.
Caulerpées, 81, 95.
Caulopteris, 211.
Cavités aériennes ou chambre respiratoire des Hépatiques, 108.
Cellules primitives de l'ovule, leur paroi, leur contenu protoplasmique et leur noyau, 20 ; leur partition par la division de l'élément nucléolaire et génération de cellules filles, 20-21.
Cellule mère primordiale, occupant le milieu du mamelon nucellaire, 20 ; son évolution graduelle, 21 ; apparition de cellules mères spéciales et du sac embryonnaire dans le protoplasme, 21-22.
Cellules embryonnaires, dernier vestige du prothalle femelle chez les Angiospermes, 54.
Cénomanien, de Normandie, 6.
Champignons, adaptés à la vie parasitaire 33 ; forment une série parallèle à celles des Algues, 35 ; leur union avec les Algues pour constituer les Lichens, 36 ; — groupe inadaptif, 37, 61.
Changements physiques, dans quelles limites se renferme leur action sur les êtres vivants, 11.
Chara, sa germination, 97, fig. 32.
Characées, 29 ; modes variés de reproduction, 30 ; représentent une très ancienne adaptation, 98 ; leurs organes végétatifs, 99 ; leur état confervoïde primitif, 100.
Chauvinia, 66 ; 67.
Cheilantites, 143.
Chétophorées, 64.
Chiropteris Kurriana Schimp., 172.
Chlorophylle, son apparition détermine la nature végétale des Protistes chez lesquels elle se manifeste 27 ; — masquée par des pigments spéciaux, 33 ; — absente des Champignons, 33-34 ; élaborée dans des cellules spéciales, 108.
Chlorophyllophycæ, 62.
Chondritées, 69 ; leur thalle ou phyllome, 92 ; — de la craie de Bidart, 93 ; assimilées aux Siphonées, 94 ; leur affinité extérieure avec les Codiées, 95.
Chondrites bollensis Kurr, 93, fig. 69.
Chondrus, 68.
Chordaria Ktz., 92.
Chrossocorda Schimp., 69 ; 74 ; 79-80.
Chrossocorda scotica Schimp. 80, fig. 20.
Chorococcacées, 36.
Chytridinées, 35.
Cladosiphon, 69 ; 92.
Clathropteris, 165-166,
Clathropteris platyphylla Brogd., 166, fig. 71.
Codiées, 79 ; 92 ; 95.
Codites neocomiensis Sap. et Mar., 95-96.
Codium, 66 ; 79 ; 96.
Codium Mülleri, 92.
— *tenue*, 92.
— *tomentosum*, 92.
Coléochétées, 36.
Collema, 36.
Columelle, partie du sporogone des Mousses, 119.

Digitized by Google

CONCHYLIEN, du Var, espèces d'Alecturoridées recueillies dans ce terrain, 89-90.
CONFERVACÉES, 36; 64.
CONFERVES, 29.
CONIFÈRES, 53; 122; 212.
CONJUGATION, procédé de reproduction; observé à la fois chez les Algues et les Champignons, 36.
CONTINUITÉ des phénomènes biologiques sur le globe, 8.
CORALLIAIRES, 11.
CORALLINES, 67; 102.
CORPUSCULES, archégones des Gymnospermes, 53, fig. 13.
CORPS ORGANISÉ, ce qui le distingue essentiellement, 14-15.
CRAIE chloritée; — blanche; — de Maestricht; — d'eau douce en Provence, 6; — de Bidart, 93; de Maestricht, 102.
CRÉATION, conçue comme un phénomène initial, non sujet à des réitérations successives, 16.
CRIÉ, professeur à la faculté de Rennes, à propos des Bilobites, 76; découverte d'un *Eophyton* dans le silurien de la Sarthe, 83.
CRINOÏDES, 11.
CRYPTOGAMES, leur embryogénie, 23; organisation graduelle de leurs tissus 24; — à sexualité tardive, 41; impropriété du terme de —, 53; — sens réel que l'on doit attacher à leur évolution, 58-59; date reculée de leur apparition, 59; précèdent les Phanérogames dans le temps, 105; — primitives déjà différenciées, 129; — à prothalles sub-inclus, 177; — supérieures, 183-185; vues d'ensemble sur les —, 206; — terrestres forment une série ascendante basée sur une différenciation croissante de leurs organes, 207; primitives ou paléozoïques, 210-212; différences entre les Cryptogames actuelles et celles des terrains, ancienne amplitude de ces différences, 213.
Cutleria, 29.
CYANOPHYCÉES, 35; 62.
Cyathea, 164.
CYATHÉES, 143; 148; 152; 162; 164-165; 168-169.
Cyatheites, 143.
CYCADÉES, 52.
Cymbella scotica Sm., 65.
Cylindrites Gœpp., 80.
Cymopolia, 29; 67; 95.
CYSTOCARPE, organe reproducteur des Floridées, 32; se montre chez quelques types d'Ascomycètes, 35.
Cystoscira, 102.

D

DAKOTA-GROUP, détails sur ce terrain, 6.
Danæa Brongniartii Zign., 160.
Danæopsis marantacea Hr., 160.
DASYCLADEES, siphonées incrustantes, 94.
Davalia, 164.
Delesseria, 102.
— *parisiensis* Wat., 103, fig. 35.
DÉPOTS SÉDIMENTAIRES, leur étude appliquée à la connaissance de la chronologie relative du globe, 3; — ce qu'ils représentent au point de vue de la biologie, 9.
DERMATOGÈNE, ébauche première de la région épidermique, 22.
DESMIDIÉES, 28; leur processus reproducteur, 31; sculpture de leur membrane cellulaire, 64.
Diatoma vulgare Bory, 65.
DIATOMÉES, leur structure élémentaire, 28; leur processus reproducteur, 31; leur structure unicellulaire, 64; leur ancienneté et la permanence exceptionnelle de leurs formes spécifiques, 65.
Dicksonia, 164.
— *clavipes* Hr., 164.
— *Saportana* Hr., 164.
DICOTYLÉES, date de leur apparition ou première extension, 12.
Dictyophyllum, 165.
Dictyophyllum Leckenbyi Zign., 168.
— *rugosum* Lindl. et Thitt., 168.
DICTYOPTÉRIDÉES, 210.
Diplazites, 143.
Diplopora, 95.
DRAGUAGES PROFONDS, résultats qu'ils ont amenés, 11.

Digitized by Google

DUCHARTRE, notions données par ce savant sur le prothalle des Ophioglossées, 129.
Dudresnaya, 33.
DYAS, terrain, 4.

E

Ectocarpus, 29.
ELATÈRE, organe particulier aux *Anthoceros*, 111.
EMBRYOGÉNIE, reproduit sous nos yeux le phénomène de la genèse d'une plante, 21; — des Angiospermes soumise à des stades successifs, 22; — des Cryptogames, 23.
EMBRYON, son origine, son ébauche et sa genèse au sein du sac embryonnaire, 21; ses derniers développements, 22; sa naissance, ses caractères et ses premiers développements chez les Gymnospermes, 53; sa substitution chez les Angiospermes au prothalle sexué, 54; — des Sélaginellées, assimilable à celui des Phanérogames, 185.
EOCÈNE, terrain, 6.
Éophyton Torr., 69, 73; son mode de fossilisation, son aspect, ses caractères, 82.
Eophyton Morierei Sap. et Mar., 81, fig. 21.
— *Saportanum* Crié, 83.
— *Torrelli* Sap. et Mar., 82, fig. 22.
Epithemia gibba Ehr., 65.
ÉPOQUES GÉOLOGIQUES PRIMITIVES, ne nous ont transmis aucune trace de leurs êtres vivants, 58.
ÉQUISÉTACÉES, 43; 47-48; prépondérance du système végétatif secondaire chez les — 61; 108-109; 210-211.
ÉQUISÉTINÉES, leur plan structural, 132; leur évolution particulière, 133; leurs organes caractéristiques, 134, fig. 54; 142; 215.
Equisetites infundibuliformis, Brngt, 140.
Equisetum, 136; 138; 140; 142.
Equisetum variegatum, 137.
ÈRES des Cryptogames. des Gymnospermes, des Angiospermes, leur ordre de succession relative, 56.
ERYONS des époques jurassiques et crétacées ramenés du fond des mers actuelles, 11.
ETTINGSHAUSEN (d'), ses rapprochements hypothétiques entre les Filicinées vivantes et fossiles, 143-144.
ÈTRES ORGANISÉS, considérés dans leurs rapports avec le monde ambiant, 59.
ÈTRES VIVANTS, végétaux ou animaux, hypothèse de leur apparition brusque, 4.
Erotium, 35.
ÉVOLUTION DU RÈGNE VÉGÉTAL, dans ses rapports avec la morphologie comparée des diverses séries de plantes, 58.
ÉVOLUTION ORGANIQUE, réalisée par la genèse de l'embryon au sein de l'ovule, à l'aide de stades successifs de plus en plus élevés et complexes, 21-22.
EXTINE, membrane ou tégument externe du grain de pollen, sa rupture donne passage au tube ou vésicule pollinique chez les Phanérogames, 51, fig. 12.

F

FEUILLE CARPELLAIRE, destinée à supporter et à envelopper l'ovule, 20.
FERMENTS, 35.
FILAMENT PROEMBRYONNAIRE, précède le thalle chez les Hyménophyllées, 145
FILICINÉES, leur plan de structure, 130-131; leur évolution particulière 142; caractères généraux des —, 143; récurrence de formes fréquente chez les —, 144; leur division en tribus basée sur le caractère des sporanges, 147; — à sporanges libres, 152; — primitives, 155-156; — paléozoïques, 161; tableau synoptique de leur évolution générale, 173; types de l'étage rhétien, 188; 210-211.
FLEUR DES PHANÉROGAMES, ses homologies morphologiques avec les parties de l'appareil reproducteur des Cryptogames, 55.
FLORIDÉES, leur complexité relative, 31;

Digitized by Google

organe reproducteur des —, 32-33, fig. 3-4-5; complexité de leurs phénomènes reproducteurs, 33-34; leur complexité de structure, 63-63; 93; 97; 103; 107; leur première extension reportée à la fin de l'époque secondaire, 107.
Fontinalis, 107; 121.
Formation ou terrain, emploi et signification de ce terme dans la géologie stratigraphique, 3.
Fossiles animaux ou végétaux, leur raison d'être, 2; condition de nature à favoriser leur présence, 2; leur absence ou leur rareté dans certaines couches, 3; leur emploi dans la distribution des systèmes de couches en terrains et étages, 3.
Fossilisation, principaux modes de —, 70; — en demi-relief, 71-72, fig. 15.
Fougères, 23; 39; 45-46; tendance à la séparation des sexes sur des organes différents chez les —, 47; prédominance du système végétatif secondaire, 47-48; 108; 109-110; 115; 118; — à nervures réticulées, 168; 215.
Fragillaria Harrisoni Sm., 64.
Frœna R., 69.
Frœna Goldfussii R., 78, fig. 18.
Fucacées, 64; 93; 102-103; 107.
Fucoïdées, structure relativement élevée de leur thalle, 66.
Fucus, 102.

G

Ganoïdes, leur rôle comparé à celui des Algues primordiales, 105.
Gaudry (A.), loi biologique mise en lumière par ce savant, 8.
Gault, en Normandie, 6.
Geinitz, à propos d'une Sélaginellée paléozoïque, — 182.
Gemmule, son origine, 22.
Genèse spontanée des organismes élémentaires, concevable mais nullement démontrée, 18.
Gigartinées, 69.
Giroporella Gümb., 95.
Gleichenia, 160; 168.
Gleichéniées, 148; 150; 159-160; 162; 168-169.
Gleichenites élégans Zign., 162-163, fig. 69; 168.
Glossophycus Camillæ, 88-89, fig. 26.
Gœppert, ses essais de classification des Fougères fossiles, 143.
Gonidies ou *cellules gonidiales*, amas cellulaires représentant l'élément algologique des Lichens, 36.
Goniolina d'Orb., 74.
Gomphonema capitalum Ehr., 65.
Grand'Eury, à propos des Calamites, 137; ses observations sur les *Sphenophyllum*, 200.
Grégarines, sortes de Protistes légèrement différenciés, 26.
Grès de Médine, aux États-Unis, 81.
Groupe de Chemmung, 88.
Gutbiera angustiloba Presl., 168.
Gymnospermes, 50; assimilation des parties constitutives de leurs organes reproducteurs aux parties correspondantes des Cryptogames, 51-53, fig. 12 et 13; leur ordre d'apparition dans la série des terrains, 58; date approximative de leur apparition sur le globe, 60; conservent un rudiment de l'appareil thalliforme sexué, 61; leur présence restreinte dans les terrains primitifs, 211; — considérées comme une branche aînée, sortie la première du tronc phanérogamique, rejetée au second plan par le développement postérieur de la branche angiospermique, 212.

H

Halymeda, 29; 66.
Halymenia, 102.
Halymenites Arnaudi Sap. et Mar., 104, fig. 36.
Harlania Gœpp., 69.
Hausmannia Dunkeri Schimp., 172.
Hemitelia, 164.
Hépatiques, reproduisent probablement l'aspect des premières plantes terrestres, 38; — considérées comme plantes à sexualité tardive, 40; leur thalle, leur sporogone, 41; représentent un groupe inadaptif, 42-43; 61; 110; leur thalle sexué, 115; ten-

Digitized by Google

dent partiellement à se rapprocher des Mousses, 116; 118; 120; 127.
Herpochæta, 67.
HÉTÉROSPORÉES (LYCOPODINÉES), pourvues de deux sortes de spores, 49; leur thalle mâle réduit, 50; leur macrospore et son prothalle, 49-50, fig. 11; —, Cryptogames en général, pourvues de spores différenciées, 176; 179; 182.
HEXACTINELLES, 11.
Himantalia, 102.
HORMOGONIES GONIDIALES, des Lichens, 36.
Howlea, 160.
Howlea pulcherrima Corda, 161, fig. 68.
HYDRODYCTIÉES, 64.
HYMÉNOPHYLLÉES, 143; leur simplicité de structure, 147; 151; — paléozoïques, 153, fig. 63.
Hymenophyllites alatus Brngt, 153.
— *furcatus*, 153
— *Schimperianus* Gœpp., 153.
HYPHES, tubes mycéliens d'Ascomycètes 36.
HYPOPHYSE, première ébauche de la racine de l'embryon, 21.

I

INDIVIDUALITÉ de l'être organisé, 16.
INFUSOIRES, demeurant simples et unicellulaires, types de l'animalité inférieure, 26-27.
ISOÉTÉES, 49; 182; leur affinité de structure présumée avec les Lépidodendrées, 194; leurs organes reproducteurs, 195, fig. 80.
ISOSPORÉES LYCOPODINÉES, pourvues de spores d'une seule sorte, 49; — Lycopodinées pourvues de spores non différenciées, 176-179.

J

Jungermannia bicuspidata, 113, fig. 41.
JUNGERMANNIÉES, leur thalle différencié en divers sens, 113; leur spore dégage un filament confervoïde, 115.

K

KIMMÉRIDIEN, de Normandie, 6.

L

LABYRINTHODONTES, 105.
Laccopteris, 160; 165, fig. 70; 168.
Laccopteris elegans Presl, 165, fig. 70.
— *Phillipsii* Zign., 168.
Laminaria, 29.
Laminarites Lagrangei Sap. et Mar., 101, fig, 34; sa découverte par le docteur Lagrange, 102.
LÉPIDODENDRÉES, 182; — caractéristiques de la flore paléozoïque, 186-187; leur structure et leur morphologie, 187; leurs organes végétatifs, 188-189, fig. 75 et 76; leurs organes reproducteurs, 191 et 192, fig. 78 et 79; leur descendance probable dans les Isoétées, 195-196; 210.
Lepidodendron Harcourtii Whit., 188.
Lepidostrobus Dabadianus Schimp., 190; 192, fig. 77.
LESQUEREUX (Léo), 88.
Lias, terrain, 4.
LICHENS, résultent de l'union d'une algue et d'un champignon, 35-36; arrêtés par le parasitisme, 37; — plantes artificielles, 61.
LUERSEN, a signalé le caractère de transition de la phase végétale agame des Cryptogames vers les Phanérogames, 186.
Lycopodiacées, 49.
LYCOPODINÉES, 23; — n'ayant qu'une seule sorte de spores, 49; — hétérosporées, 49-50; subordination de l'appareil thalliforme sexué chez les —, 61; leur division en isosporées et hétérosporées, 176; leur évolution particulière, 178; leurs sporanges, 179, — isosporées, 179; — hétérosporées, 179; germination de leurs spores, 179; existence dans les terrains primitifs des — isosporées, 181-182; — hétérosporées, ont atteint le plus haut degré de différenciation relative, 182.
Lycopodites Mülleri Salt., 181.

Digitized by Google

Lycopodium, 49.
Lycopodium annotinum, 179-180. *fig.* 73.
— *clavatum* L., 181.
— *denticulatum* Gold., 181.
— *elongatum* Gold., 181.
— *leptostachys* Gold., 181.
— *polystachium*, 181.
— *punctatum* Ren., 181.
— *Renaulti*, Brngt, 181.

M

MACROSPORANGE, sporange ou capsule contenant des macrospores, assimilé à l'ovule des Gymnospermes, 53; reste attaché au sporogone des Gymnospermes jusqu'à la naissance de l'embryon, 53; renferme un embryon après la fécondation, chez les Angiospermes, 54; — des Salviniacées, 177; des Lycopodinées, 179; — des Lépidodendrées, 192.
MACROSPORES, spores différenciées, donnant exclusivement naissance à des prothalles femelles chez les Cryptogames supérieures hétérosporées, 49-50; leur séparation tardive du sporogone chez les Métaphytes d'un ordre élevé, 50; leur assimilation à l'ovule des Phanérogames, 53; 176; 183; — des Lépidodendrées, 191.
Macrostachya, appareil reproducteur présumé des Calamites, 140-141, fig. 57.
Marattia, 159-160; 157.
MARATTIÉES, 148; 152; — à sporanges non soudés, 157; leur évolution, 158-159.
Marattiopsis Münsteri, 160.
Marchantia, 114.
Marchantia polymorpha, 114-115, fig. 42 et 43; 121.
Marchantia gracilis, 121.
— *sezannensis*, 121, fig. 47.
MARCHANTIÉES, 114; 127; 144.
MARSILIACÉES, 177.
Marsilia Marioni Al. Br., 202-203, fig. 85.
Mattonia, 168.
MÉTAPHYTES, définition de ce terme, 38; plantes supérieures aux Protophytes, 48; différenciation croissante des microspores et des macrospores chez les — d'un ordre élevé, 50; — à sexualité tardive ou précoce, 108; — primitives, 109; — à prothalles permanents, 112; — à sexualité tardive, 117; — chez lesquelles le sporogone domine l'appareil sexué, 118.
MICROSPORANGE, des Lycopodinées, 179; des Lépidodendrées, 192.
MICROSPORES, spores différenciées à prothalle mâle des Cryptogames hétérosporées, 49; leur caducité chez toutes les Métaphytes, 50; — des Phanérogames quittent leur sporange (anthère) avant toute germination, 51; 176; 183; — des Lépidodendrées, 192-193, fig. 79.
MIOCÈNE, supérieur d'Alcoy, province d'Alicante, 85; ses Alectoruridées, 90-91, fig. 26.
MISSOURI, formation crétacée par delà le —, 6.
MODIFICATIONS ORGANIQUES accomplies sur le globe, dans le cours de sa durée, 1; vestiges de ces modifications attestés par les fossiles, 2.
MODIFICATIONS PHYSIQUES du globe terrestre, 1.
Mohria, 143, fig. 63; 157; 160.
MONOSPORES, 30; 33.
MONS, étage du calcaire de —, 6.
MONTE-BOLCA, dépôt éocène de la haute Italie, 102.
MORIÈRE (Jean), professeur doyen à la Faculté de Caen; ses recherches sur les Bilobites, 76.
MORPHOLOGIE, 20.
MOUSSES, susceptibles de se multiplier par processus agame, 39; considérées comme plantes à sexualité tardive, 41; alternance de génération chez les —, 42; leur sporange, 42; représentent un groupe inadaptatif, 42; leur système végétatif secondaire à peine ébauché, 61; 109-110; leur germination, 116, fig. 44; leur sexualité tardive, 117; — rattachées à une catégorie d'Hépatiques pourvue d'un double système prothallien, 117; organe reproducteur des —, fig. 45; leur rôle subordonné, 120; 144; 215.

Digitized by Google

Mouvements physiques, leur action réelle sur les êtres organisés de toutes les périodes, 10.
Mucorinées, 35.
Munier-Chalmas, 67; a reconstitué l'aspect des Dasycladées fossiles, 94-95.
Münsteria Sternb., 80.
Mycelium des Champignons, susceptible de reproduction par agamie, 35; observé dans les flores cryptogamiques les plus anciennes, 62.
Myxomycètes, 35; leur analogie avec les *Volvox*, 36.

N

Nathorst, a signalé des Rhizocarpées fossiles dans le rhétien de Scanie, 196; ses vues conjecturales sur les *Eophyton*, 81.
Némaliées, tribu, 33, fig. 4.
Nemalion, genre de Floridées, 32, fig. 3.
Néocomien, terrain, 4; de Normandie, 6.
Nitschea curvula Ktz., 65.
Nostocacées, 36.
Nostocs, 62.
Nymphæa Dumasii Sap., 74.
— *gypsorum* Sap. 73.
Nymphéacées, fossilisation en demi-relief de leurs rhizomes, 73.

O

Odontoptéridées, 210.
Œdogoniées, 31; 33; 64.
Oligocarpia, 158.
Oligocarpia Gutbieri Gœpp. 161, fig. 68.
Oogemme, cellule reproductrice femelle des Characées, 100.
Oogones, 31.
Oogone, cellule reproductrice des Vauchéries, 66.
Oolithe, terrain, 4.
Oosphère, cellule embryonnaire non fécondée, transformée en oospore par suite de l'imprégnation des anthérozoïdes, 42.
Oospore, oosphère transformée par la fécondation, 42; — des Sélaginellées, 185.
Ophioglossées, 43; 46; 49; prépondérance du système végétatif secondaire chez les —, 61; 108; 109; leur prothalle, 126; 129; 130; leur évolution particulière, 169; leur structure anatomique, 171; leurs sporanges, 171; leurs affinités éloignées, 172-210.
Orbigny (Alcide d'), son système, 4.
Organes cotylédonaires, leur origine, 22.
Organes sexués, absents du sporogone par suite d'une division du travail organique chez les plantes supérieures, 208.
Oscillaires, 30.
Osmondées, leur prothalle, 145-146, fig. 60; 147; 151; 154.
Osmunda, 158.
Ovaire des Angiospermes, organe protecteur de l'ovule, son rôle, sa signification morphologique, 54.
Ovule, ébauche de la future graine ou œuf végétal, son point de départ unicellulaire, 20; ses développements successifs, 20-21; — des Gymnospermes assimilé au macrosporange des Cryptogames supérieures, 53; — des Angiospermes, phénomènes de différenciation et de processus cellulaire qu'il présente, assimilation de ces phénomènes à ceux que présente l'ovule des Gymnospermes et la macrospore des Cryptogames, 54; provient d'une transformation de la macrospore, 177.

P

Pacifique, Océan, 11.
Pachyphyllum, 74.
Pachyphyllum cirinicum Sap., 74.
Palæophycus Hall, 74; 83; 92.
Palæophycus Heberti Sap., 84.
Palæopteris hibernica (E. Forb.) Schimp., 153, fig. 63; 154.
Paléontologie, démontre la multiplicité, la succession et la durée limitée des formes de la vie sur le globe, 19; ne saurait résoudre à elle seule les problèmes relatifs à l'origine et au maintien de la vie organique, 19.
Paléozoïque, terrain, 211.
Palmellacées, 30; 36.

Digitized by Google

PALMELLES, 28.
PANDORINÉES, 64.
PAPILLE, prothalle femelle rudimentaire des Rhizocarpées, 48.
PÉCOPTÉRIDÉES, 210.
Pecopteris, 143.
— *danœætheca* Gr., 159.
— *eunera* Schimp., 159.
— *marattiætheca* Gr., 159.
Pellia, 116; 127.
Pelobius, 26.
PÉRIBLÈME, écorce primordiale de l'embryon, 22.
PÉRIODES, géologiques successives, 4; — stratigraphiques ou biologiques, sens à attacher à ces termes, 8-9.
PÉRIODES VÉGÉTALES, leur définition, 12; tableau résumant les périodes végétales et géologiques comparées, 13.
PERMIEN, 4; 212.
PÉRONOSPORÉES, 35.
Peziza, 35.
PHANÉROGAMES, occupent le point culminant du règne végétal, 50; impropriété du terme et son vrai sens, 53; 186; représentent la branche latérale d'une souche originairement cryptogamique, 217.
PHASE VÉGÉTATIVE AGAME, aboutit constamment à la production des spores, 123; prédomine à la longue, 129.
PHÉOSPORÉES, 33; structure relativement élevée de leur thalle, leur processus reproducteur, 63-64; 97; 100; représentent un type de Fucacées inférieures, 101; 103.
Phylloglossum, 130; 179; 180.
Phyllotheca, 133; 142.
Phymatoderma, 95.
— *cœlatum* Sap., 95.
Physophycus Schimp., 84; 89.
— *marginatus* (Lesq.) Schimp., 87.
Pilularia, 48.
PLANTE ADULTE, composée en réalité des mêmes éléments essentiels que l'embryon, 22.
PLANTES TERRESTRES PRIMITIVES, graduellement différenciées, 208.
PLASMODIE ou thalle amiboïde, 35.
PLÉROME, ébauche primitive de la région ligneuse, 22.
Pleurococcus, 28.
POLLEN, grain de — donne passage au tube ou boyau pollinique, 51, fig. 12.
POLLINODE, 35.
POLYPODIACÉES, 127.
POLYPODIÉES, 149; raison d'être de leur supériorité organique, 151-152, 153, fig. 64, 154; 164; leur évolution, 169; leurs variations purement secondaires à partir d'une certaine époque, 214.
POLYSPORES, 33.
POPULATION, dans le sens de collection d'êtres vivants se succédant à la surface du globe, 8.
PORPHYRÉES, mouvement de reptation de leurs spores, 30.
PROEMBRYON, ou suspenseur, sa fonction, ses relations avec l'embryon proprement dit, 21; appareil filamenteux qui précède parfois le thalle chez les Cryptogames, 44-45.
PROGYMNOSPERMES, 105; leur affinité éloignée avec les Ophioglossées, 171.
PROLIFICATION, suffit à l'entretien et à l'accroissement de la quantité de vie, introduite à un moment donné sur le globe, 18.
Protamœba, 26.
PROTISTES, faible degré de différenciation dont ils sont susceptibles, 26; différenciés dans le sens de la vie végétale, 27.
PROTISTES AMIBIENS, Êtres élémentaires se reproduisant par une simple segmentation, 25, fig. 1.
Protobatybius, 26.
PROTHALLE, représente le système végétatif primordial des plantes terrestres les plus anciennes, 38; sort de la spore chez les Équisétacées, les Fougères et les Ophioglossées, 39; sert de support aux organes sexuels des Lycopodinées comme des Filicinées, 49; — mâle, sa réduction graduelle probable dans le passage présumé des Cryptogames aux Phanérogames, 53; — femelle inclus des Gymnospermes ou endosperme, 53, fig. 13; —

Digitized by Google

rudimentaire et stérile des Angiospermes, 54; représente la phase végétative sexuée, 124; — de l'Osmonde, fig. 48; — des Équisétées, fig. 50 et 51; des Ophioglossées, 126; indice de la récurrence d'un état antérieur, 127-128; — d'une Osmondée, 128; — considéré comme le point de départ des plantes supérieures, 129; — des Hyménophyllées, 145, fig. 59; — des Osmondées, 145-146; — sub-inclus des Lycopodinées et Rhizocarpées, 175; — devenu intérieur à la spore, 175.

Protonema des Mousses, rappelle certaines Algues confervoïdes, 118.

Protophytes, végétaux primitifs, leurs modes variés de reproduction, 28-31; comprennent les trois classes des Algues, Champignons et Lichens, 37; représentées surtout par les Algues 37-38; adaptées à la vie terrestre, 37-38; leurs différenciations morphologiques, 66; leur inconsistance explique la pénurie de leurs vestiges, 68; — aquatiques, point de départ de la végétation aérienne, 107.

Protoplasma ou Protoplasme, élément actif et nécessaire de la cellule, son activité, son irritabilité, ses propriétés, 20; ses propriétés identiques dans l'un et l'autre règne, 27; son activité dans les cellules des Champignons, 34; — des cellules mâles des Phanérogames ne s'organise plus en corpuscule vibratile, 51.

Protopolypodiées, 168.

Protopteris, 164.

Provence, craie de —, 6; éocène, tongrien et aquitanien de —, 6.

Psaronius, 210.

Pseudo-Polypodiées, 168.

Psilotum, 179-180.

Pteris, 127, 214.

R

Radoboj, dépôt miocène de la Croatie, 102.

Renault (B.), ses remarques sur les organes reproducteurs des Calamariées, 140; sur le genre *Botryopteris*, 171; ses observations sur les Lycopodinées, 178; sur la structure anatomique des Lépidodendrées, 189-190; considère les *Sphenophyllum* comme des Rhizocarpées voisines des Salviniées, 196; à propos de la structure anatomique des *Sphenophyllum*, 200.

Reproduction, propriété générale de tous les êtres organisés, assure leur perpétuité, 17.

Rhacopteris Schimp., 154-155.

Rhétien, étage, 168.

Rhizocarpées, dioïcité réalisée par la différenciation de leurs spores en microspores et macrospores, 48; phase prothalienne devenue rudimentaire et s'effaçant presque entièrement chez les —, 49; subordination de leur appareil thalliforme sexué, 60; leurs spores différenciées, 176; leur complication organique, 177; leur évolution particulière, 196; leurs organes caractéristiques, 197, fig. 81.

Ricciées, 113.

Rivulariées, 29, 36, 62.

S

Sac embryonnaire, comment il donne naissance à l'embryon proprement dit par l'évolution des cellules dites « embryonnaires », 21; — des Gymnospermes répond à la macrospore des Cryptogames, 53.

Sachs, à propos de l'embryogénie des Sélaginelles, 183.

Saccharomycètes, 35.

Sagenopteris, 201, 202, 203.

— *rhoifolia* Presl, 201, fig. 84.

Salénies, 11.

Salisburia, 85.

Salvinia, 48; 196-197, fig. 81; 198.

Salviniées, 177; — fossiles, 200; 202.

Sargassum, 102.

Saprolégniées, 35.

Schimper, son opinion sur les Ophioglossées, 172; a signalé la présence

Digitized by Google

des Lycopodinées Isosporées dans les terrains primitifs, 181; atteste l'existence des Sélaginellées dès le temps des houilles, 182.
Schizomycètes, 35.
Schizoneura, 133; 142.
Scolécite, 35.
Scolecopteris, 158-159.
— *marattiotheca* Gr., 156, fig. 67.
— *subelegans* Gr., 156, fig. 67.
Scolopendres, 143.
Selaginella, 85; leur structure, 183.
Sélaginellées, 49, fig. 11; formation et germination des spores, 184; fécondation des archégones et embryogénie des —, 185; suspenseur ou proembryon des —, 185; sont encore de vraies Cryptogames, 186.
Selenocarpus, 160; 165; 168.
Senftenbergia, 157; 160.
— *elegans* Corda, 161, fig. 68.
Sexualité, considérée comme un attribut distinctif de l'individualité, 16; commune aux plantes et aux animaux, devenant un indice de leur unité d'origine, 17; arrête la vie nutritive, 40.
Sézanne, travertins paléocènes de —, 120.
Sigillaires, 193.
Sigillariées, 171.
Siphonées, leur structure unicellulaire, 29; structure unicellulaire, des —, 65; réalisent la différenciation la plus élevée dont une Algue protophytique soit susceptible, 67; assimilées aux Algues primordiales, 69; éléments et procédés reproducteurs des —, 92; — incrustantes, 94; résistance de leur thalle, 96.
Siphonites Sap., 74; 82; 83.
— *Heberti*, Sap., 83.
Spermaties, corpuscules reproducteurs des Lichens, 36.
Sphærococcus, 102.
Sphaignes, 41; leur protonema, 118; leur sporogone, 119.
Sphenella glacialis Ktz., 65.
Sphenophyllum, 196; 198, organes caractéristiques, 199, fig. 83; leur structure anatomique, 200.
Sphenophyllum emarginatum Coem., 198, fig. 82.
Sphenopteris, 143.
— *tridactylites* Brngt., 162.
Spirogyrées, processus reproducteur, 31.
Spirophyton Hall, 84.
Sporanges, des Phanérogames ou Anthères, 51; — des Filicinées, considérés comme le point de départ des différenciations auxquelles le type des Filicinées a donné lieu, 151; — des *Botrychium*, 154; — des Osmondées, 155; — des Lycopodinées, 179; — des Sélaginellées, 183; — des Lépidodendrées, 192-193, fig. 78 et 79; — des Sphénophyllées, 199, fig. 83.
Sporangiophores, organes servant de support aux sporanges des Équisetinées, 133.
Spores, propagules unicellulaires agames des Cryptogames; — des Floridées, leur immobilité comparée aux mouvements des Zoospores, 31; — immobiles des Saccharomycètes et des Schizomycètes, 35; — des Fougères, des Ophioglossées et des Équisétacées, 41; donnent naissance en germant à des thalles ou prothalles sexués, 45; sortent de la phase végétative agame, 123; leur nombre infini, 25; leur distinction en microspores et macrospores, 176; — des Lycopodinées, leur germination, 179.
Sporocarpe, appareil fructificateur des Rhizocarpées, 48, 193, fig. 81.
Sporogone, appareil végétatif agame ou système végétatif secondaire des Cryptogames; — des Mousses, 42; — des Hépatiques, 42; — des Fougères, Equisétacées et Ophioglossées, efface le système végétatif sexué et constitue la plante proprement dite, 45; porte les sporanges sur ses parties feuillées, 46; ses différenciations selon les familles que l'on considère, 47; degrés successifs de son développement d'un bout à l'autre de la

Digitized by Google

série cryptogamique, 46-47; — des Rhizocarpées, 48; paraissant chez les Rhizocarpées se dégager immédiatement de la spore, par l'effacement presque complet de la phase prothallienne, 47-48; — des Lycopodiacées, 49;— des Hétérosporées, 49-59; masque entièrement chez les Phanérogames le système végétatif primordial, 50; ses différenciations variées et successives, 50-51; transformation de ses feuilles pour constituer la fleur des Angiospermes, 54; établi progressivement et destiné à remplacer le thalle cellulaire primitif, 109; — enfermé au sein de l'archégone, 113; — des Sphaignes, 119; — des Mousses propres, 119; son rôle dont l'importance grandit, 208.

Stades du développement embryogénique des plantes supérieures, proposés comme exemples des stades évolutifs du règne végétal, 23; — évolutifs de la vie végétale (voir le tableau, p. 56), répondant aux étapes successives du règne végétal, 61.

Stade cryptogamique à prothalle inclus, 175.

Stomates, existant à la surface du sporogone des Mousses, 119.

Stur, à propos des *Annularia* et des *Bruckmannia*, 139; sa figure des *Macrostachya*, 141.

Suisse, échelle des terrains tertiaires en —, 6.

Synedra vitrea Ktz., 65.

Symbiose, union intime d'un Champignon et d'une Algue, 36.

Système de couches, sens attaché à ce terme par les premiers géologues, 3.

Système végétatif primordial des Gymnospermes, 52.

Système végétatif agame ou secondaire, son développement progressif puis sa prédominance exclusive de la base au sommet de la série des Cryptogames, 61 : dérive directement de l'oospore, 109.

Système végétatif sexué, sa différenciation opposée à celle du sporogone, 115; antagonisme des deux systèmes, 123; leur fusion chez les plantes supérieures, 125.

T

Taonurus F. O., 84; 89.

Taonurus brianteus Vil., 85.

— *flagelliformis* F. O., 85.

— *marginatus* Lesq., 88.

— *Panescorsii* Sap., 90, fig. 27; 91.

— *ultimus* Sap. et Mar., 89; 91, fig. 28.

Tænidium Hr., 82.

Terrain, emploi et signification de ce terme en géologie, 3; définition rigoureuse de ce qu'il représente, 9; — houiller d'Europe et d'Amérique, renferme des traces de Mycelium de Champignons, 62.

Tetraphis, 127.

Tétraspores, 28; 33.

Thalle ou Prothalle, représente le système végétatif primordial des Cryptogames, 39; — confervoïde des Mousses ou « protonema », 40; son bourgeonnement donne lieu à la tige proprement dite, son activité, sa sexualité tardive chez les Mousses, 41; précédé parfois par un appareil filamenteux ou « proembryon », 44; — unisexué, 45; sa différenciation promptement limitée dans les Cryptogames supérieures par l'apparition des organes sexués, 46; sa réduction progressive mise en regard du développement corrélatif du sporogone, 47; — femelle, sa réduction à un simple rudiment chez les Angiospermes, 54; — des Siphonées, 66; — sexué ou prothalle des Cryptogames à prothalle éphémère, 125.

Thallophytes, leur souvenir effacé chez les Gymnospermes, 61; empreintes de corps organisés rapportées aux —, 68-69; leur adaptation progressive à la vie aérienne, 107.

Thaumatopteris, 165; 168.

Théorie des périodes biologiques successives, sa raison d'être, 4; ses exagérations, 5; objection qu'elle soulève, 6-8; — généralement abandonnée, 17.

Digitized by Google

THÉORIE ÉVOLUTIVE, sa raison d'être, indices qu'elle puise dans l'ordre suivant lequel ont apparu les principales classes de végétaux, à travers les temps et les périodes, 58.
Thuidium, 121.
Thyrsopteris, 162; 164; 168.
Thyrsopteris elegans, 150, fig. 64; 162.
— *schistorum* St., 161, fig. 68; 162.
Tmesipteris, 179-180; 210.
TONGRIEN, terrain — en Provence, 6.
TRIAS, terrain, 6; 212.
TRICHOGYNE, son emploi, 31; son existence dans les Lichens, 36.
Trichomanes sinuosum Rich., 145, fig. 58.
— *sphenoides* Ktz., 145.
Trichostomum, 121.
Triphyllopteris Colombi Schimp., 153-154, fig. 63.
TUBE ou boyau pollinique des Phanérogames, sa signification morphologique, 51-52; comment il réalise l'acte fécondateur, 51-52, fig. 12 et 13.
TUBES MYCELIENS, 36.
TYPES VÉGÉTAUX, raison d'être de leur complexité croissante, 60-61.

U

Udotea, 67.
ULOTRICHÉES, 64.
ULVACÉES, leur phyllome membraneux comparé au prothalle des Cryptogames terrestres, 126.
ULVES, 29.

V

Vaucheria, 67.
VAUCHERIÉES, 31; 35; — Siphonées des eaux douces et saumâtres, 66; 67.
VÉGÉTAUX FOSSILES, conservés par le procédé de fossilisation en demi-relief, raison d'être de ce procédé, 71-73.
VÉGÉTAUX TERRESTRES PRIMORDIAUX, leur différenciation, conditions et effets de cette différenciation, 38-39.
VIE ORGANIQUE, périodiquement éteinte et renouvelée d'après le système des périodes successives, 3-4; définition raisonnée de la vie, 15-17; sa continuité à partir de sa manifestation initiale, 17; a changé d'aspect avec le temps, 17.
VILANOVA, professeur à Madrid, résultats de ses recherches sur les Bilobites, 78-79.
VOLVOCINÉES, 64.
Volvox, leurs spores ciliées, 35.

W

WEALDIEN, terrain, 4; — d'Osterwald, 172.
WEISS, 140.
Weissia, 121.
WILLIAMSON, ses observations sur l'hétérosporie probable des Calamites, 140.

Z

Zoophycos Mass., 84.
ZOOSPORÉES, 95.
ZOOSPORES, leur motilité, comment elles se fixent, 30; jouent le rôle d'élément mâle, 31; — des Myxomycètes, susceptibles de s'unir par copulation, 35; — susceptibles de germer avec ou sans conjugation, 64; — des Siphonées, 66; jouent le rôle d'anthéridies chez les Vauchériées, 66.
ZYGNÉMACÉES, 35; leur mode de conjugation, 64.
Zygopteris pinnata Ren., 156, fig. 67.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

PRÉFACE VII

CHAPITRE PREMIER

LES PÉRIODES VÉGÉTALES 1

CHAPITRE II

LES STADES DE LA VIE VÉGÉTALE 15

Tableau des stades évolutifs du règne végétal 56

CHAPITRE III

DONNÉES PALÉONTOLOGIQUES. — PROTOPHYTES. — ALGUES 57

Données paléontologiques 58

Protophytes. — Algues 62

CHAPITRE IV

MÉTAPHYTES A PROTHALLES PERMANENTS, HÉPATIQUES, MOUSSES 107

CHAPITRE V

STADE CRYPTOGAMIQUE A PROTHALLES SEXUÉS ÉPHÉMÈRES. — ÉQUISÉTINÉES. — FILICINÉES. — OPHIOGLOSSÉES 123

Généralités sur les Cryptogames à Prothalles éphémères 123

Évolution particulière des Calamariées ou Équisétinées 132

Évolution particulière des Filicinées 142

Caractères évolutifs des Ophioglossées considérées séparément . . . 169

Tableau résumant l'évolution des divers groupes de Filicinées . . . 173

Digitized by Google

CHAPITRE VI

Pages.

STADE CRYPTOGAMIQUE A PROTHALLE SEXUÉ SUB-INCLUS. — LYCOPODINÉES. — RHIZOCARPÉES 175

Généralités sur les Cryptogames à prothalles rudimentaires. 175
Évolution particulière des Lycopodinées. 178
Évolution particulière des Rhizocarpées 196

CHAPITRE VII

VUES GÉNÉRALES SUR L'ÉVOLUTION DES CRYPTOGAMES 205

TABLES

TABLE DES FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE 219

TABLE ANALYTIQUE 223

TABLE DES MATIÈRES 237

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

CATALOGUE

DES

LIVRES DE FONDS

OUVRAGES HISTORIQUES

ET PHILOSOPHIQUES

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
COLLECTION HISTORIQUE DES GRANDS PHILOSOPHES	2
Philosophie ancienne	2
Philosophie moderne	2
Philosophie écossaise	3
Philosophie allemande	3
Philosophie allemande contemporaine	4
Philosophie anglaise contemporaine	5
Philosophie italienne contemporaine	5
BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE	6
BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE CONTEMPORAINE	10
BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE	12
OUVRAGES DIVERS NE SE TROUVANT PAS DANS LES BIBLIOTHÈQUES	14
ENQUÊTE PARLEMENTAIRE SUR LES ACTES DU GOUVERNEMENT DE LA DÉFENSE NATIONALE	20
ENQUÊTE PARLEMENTAIRE SUR L'INSURRECTION DU 18 MARS	21
ŒUVRES D'EDGAR QUINET	22
BIBLIOTHÈQUE UTILE	23
REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE	26
REVUE SCIENTIFIQUE	27
REVUE PHILOSOPHIQUE	30
REVUE HISTORIQUE	30
TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS	31

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

MARS 1881

Digitized by Google

COLLECTION HISTORIQUE DES GRANDS PHILOSOPHES

PHILOSOPHIE ANCIENNE

ARISTOTE (Œuvres d'), traduction de M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE.

— **Psychologie** (Opuscules), trad. en français et accompagnée de notes. 1 vol. in-8..... 10 fr.

— **Rhétorique**, traduite en français et accompagnée de notes. 1870, 2 vol. in-8.. ..... 16 fr.

— **Politique**, 1868, 1 v. in-8. 10 fr.

— **Traité du ciel**, 1866; traduit en français pour la première fois. 1 fort vol. grand in-8..... 10 fr.

— **Météorologie**, avec le petit traité apocryphe : *Du Monde*, 1863. 1 fort vol. grand in-8..... 10 fr.

— **La métaphysique d'Aristote.** 3 vol. in-8, 1879..... 30 fr.

— **Poétique**, 1858. 1 vol. in-8. 5 fr.

— **Traité de la production et de la destruction des choses**, trad. en français et accomp. de notes perpétuelles. 1866. 1 v. gr. in-8. 10 fr.

— **De la logique d'Aristote**, par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 2 volumes in-8..... 10 fr.

— **Psychologie**, Traité de l'âme, 1 vol. in-8..... (*Épuisé.*)

— **Physique**, ou leçons sur les principes généraux de la nature. 2 forts vol. in-8..... (*Épuisé.*)

— **Morale**, 1856. 3 vol. grand in-8. (*Épuisé.*)

— **La logique**, 4 vol. in-8. (*Épuisé.*)

SOCRATE. **La philosophie de Socrate**, par M. Alf. FOUILLÉE. 2 vol. in-8..... 16 fr.

PLATON. **La philosophie de Platon**, par M. Alfred FOUILLÉE. 2 volumes in-8..... 16 fr.

— **Études sur la Dialectique dans Platon et dans Hegel**, par M. Paul JANET. 1 vol. in-8... 6 fr.

PLATON et ARISTOTE. **Essai sur le commencement de la science politique**, par VAN DER REST. 1 vol. in-8..... 10 fr.

ÉPICURE. **La Morale d'Épicure** et ses rapports avec les doctrines contemporaines, par M. GUYAU. 1 vol. in-8..... 6 fr. 50

ÉCOLE D'ALEXANDRIE. **Histoire critique de l'École d'Alexandrie**, par M. VACHEROT. 3 vol. in-8. 24 fr.

— **L'École d'Alexandrie**, par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 1 v. in-8. 6 fr.

MARC-AURÈLE. **Pensées de Marc-Aurèle**, traduites et annotées par M. BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. 1 vol. in-18..... 4 fr. 50

RITTER. **Histoire de la philosophie ancienne**, trad. par TISSOT. 4 vol. in-8..... 30 fr.

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie, antiquité et moyen âge.** 1 vol. in-18..... 3 50

PHILOSOPHIE MODERNE

LEIBNIZ. **Œuvres philosophiques**, avec introduction et notes par M. Paul JANET. 2 vol. in-8. 16 fr.

— **La métaphysique de Leibniz et la critique de Kant**, par D. NOLEN. 1 vol. in-8..... 6 fr.

— **Leibniz et Pierre le Grand**, par FOUCHER DE CAREIL. In-8. 2 fr.

— **Lettres et opuscules de Leibniz**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8..... 3 fr. 50

— **Leibniz, Descartes et Spinoza**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 v. in-8. 4 fr.

— **Leibniz et les deux Sophie**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 v. in-8. 2 fr.

DESCARTES. **Descartes, la princesse Élisabeth et la reine Christine**, par FOUCHER DE CAREIL. 1 vol. in-8..... 3 fr. 50

SPINOZA. **Dieu, l'homme et la béatitude**, trad. et précédé d'une introduction par M. P. JANET. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

LOCKE. **Sa vie et ses œuvres**, par M. MARION. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

MALEBRANCHE. **La philosophie de Malebranche**, par M. OLLÉ-LAPRUNE. 2 vol. in-8..... 16 fr.

VOLTAIRE. **Les sciences au XVIIIe siècle.** Voltaire physicien, par M. Em. SAIGEY. 1 vol. in-8.. 5 fr.

BOSSUET. **Essai sur la philosophie de Bossuet**, par Nourrisson, 1 vol. in-8..... 4 fr.

RITTER. **Histoire de la philosophie moderne**, traduite par P. Challemel-Lacour. 3 vol. in-8. 20 fr.

Digitized by Google

FRANCK (Ad.). **La philosophie mystique en France** au XVIIIe siècle. 1 vol. in-18.... 2 fr. 50

DAMIRON. **Mémoires pour servir à l'histoire de la philosophie au XVIIIe siècle.** 3 vol. in-8. 15 fr.

MAINE DE BIRAN. **Essai sur sa philosophie**, suivi de fragments inédits, par JULES GÉRARD. 1 fort vol. in-8. 1876..... 10 fr.

BERKELEY. **Sa vie et ses œuvres**, par PENJON. 1 v. in-8 (1878). 7 fr. 50

PHILOSOPHIE ÉCOSSAISE

DUGALD STEWART. **Éléments de la philosophie de l'esprit humain**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 3 vol. in-12..... 9 fr.

W. HAMILTON. **Fragments de philosophie**, traduits de l'anglais par L. PEISSE. 1 vol. in-8.. 7 fr. 50

— **La philosophie de Hamilton**, par J. STUART MILL. 1 v. in-8. 10 fr.

PHILOSOPHIE ALLEMANDE

KANT. **Critique de la raison pure**, trad. par M. TISSOT. 2 v. in-8. 16 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 2 vol. in-8.. 16 fr.

— **Éclaircissements sur la critique de la raison pure**, trad. par J. TISSOT. 1 volume in-8... 6 fr.

— **Examen de la critique de la raison pratique**, traduit par M. J. BARNI. 1 vol. in-8.... (*Epuisé.*)

— **Principes métaphysiques du droit**, suivis du *projet de paix perpétuelle*, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8... 8 fr.

— **Principes métaphysiques de la morale**, augmentés des *fondements de la métaphysique des mœurs*, traduct. par M. TISSOT. 1 v. in-8. 8 fr.

— Même ouvrage, traduction par M. Jules BARNI. 1 vol. in-8... 8 fr.

— **La logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8..... 4 fr.

— **Mélanges de logique**, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8.. 6 fr.

— **Prolégomènes à toute métaphysique future** qui se présentera comme science, traduction de M. TISSOT. 1 vol. in-8... 6 fr.

— **Anthropologie**, suivie de divers fragments relatifs aux rapports du physique et du moral de l'homme, et du commerce des esprits d'un monde à l'autre, traduction par M. TISSOT. 1 vol. in-8.... 6 fr.

KANT. **La critique de Kant et la métaphysique de Leibniz.** Histoire et théorie de leurs rapports, par D. NOLEN. 1 vol. in-8. 1875. 6 fr

FICHTE. **Méthode pour arriver à la vie bienheureuse**, traduit par Francisque BOUILLIER. 1 vol. in-8..... 8 fr.

— **Destination du savant et de l'homme de lettres**, traduit par M. NICOLAS. 1 vol. in-8.... 3 fr.

— **Doctrines de la science.** Principes fondamentaux de la science de la connaissance, traduit par GRIMBLOT. 1 vol. in-8..... 9 fr.

SCHELLING. **Bruno ou du principe divin**, trad. par Cl. HUSSON. 1 vol. in-8..... 3 fr. 50

— **Ecrits philosophiques** et morceaux propres à donner une idée de son système, trad. par Ch. BÉNARD. 1 vol. in-8..... 9 fr.

HEGEL. **Logique**, traduction par A. VÉRA. 2e édition. 2 volumes in-8..... 14 fr.

HEGEL. **Philosophie de la nature**, traduction par A. VÉRA. 3 volumes in-8..... 25 fr.

Prix du tome II..... 8 fr. 50

Prix du tome III..... 8 fr. 50

— **Philosophie de l'esprit**, traduction par A. VÉRA. 2 volumes in-8..... 18 fr.

— **Philosophie de la religion**, traduction par A. VÉRA. 2 vol. 20 fr.

— **Introduction à la philosophie de Hegel**, par A. VÉRA. 1 volume in-8..... 6 fr. 50

HEGEL. **Essais de philosophie hegelienne**, par A. VÉRA. 1 vol. 2 fr. 50

— **L'Hegelianisme et la philosophie**, par M. VÉRA. 1 volume in-18..... 3 fr. 50

— **Antécédents de l'Hegelia-**

Digitized by Google

nisme dans la philosophie française, par BEAUSSIRE. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

— **La dialectique dans Hegel et dans Platon**, par Paul JANET. 1 vol. in-8..... 6 fr.

— **La Poétique**, traduction par Ch. BÉNARD, précédée d'une préface et suivie d'un examen critique. Extraits de Schiller, Gœthe, Jean Paul, etc., et sur divers sujets relatifs à la poésie. 2 vol. in-8... 12 fr.

Esthétique. 2 vol. in-8, traduit par M. BÉNARD..... 16 fr.

ICHTER (Jean-Paul). **Poétique** ou **Introduction à l'esthétique**, traduit de l'allemand par Alex. BUCHNER et Léon DUMONT. 2 vol. in-8. 15 fr.

HUMBOLDT (G. de). **Essai sur les limites de l'action de l'État**, traduit de l'allemand, et précédé d'une Étude sur la vie et les travaux de l'auteur, par M. CHRÉTIEN. 1 vol. in-18..... 3 fr. 50

— **La philosophie individualiste**, étude sur G. de HUMBOLDT, par CHALLEMEL-LACOUR. 1 vol. 2 fr. 50

STAHL. **Le Vitalisme et l'Animisme de Stahl**, par Albert LEMOINE. 1 vol. in-18.... 2 fr. 50

LESSING. **Le Christianisme moderne**. Étude sur Lessing, par FONTANÈS. 1 vol. in-18.. 2 fr. 50

PHILOSOPHIE ALLEMANDE CONTEMPORAINE

L. BUCHNER. **Science et nature**, traduction de l'allemand, par Aug. DELONDRE. 2 vol. in-18.... 5 fr.

— **Le Matérialisme contemporain**, par M. P. JANET. 3e édit. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

HARTMANN (E. de). **La Religion de l'avenir**. 1 vol. in-18.. 2 fr. 50

— **La philosophie de l'inconscient**. 2 vol. in-8. 20 fr.

— **Le Darwinisme**, ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine, traduit par M. G. GUÉROULT. 1 vol. in-18, 2e édit..... 2 fr. 50

HÆCKEL. **Hæckel et la théorie de l'évolution en Allemagne**, par Léon DUMONT. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Les preuves du transformisme**, trad. par M. SOURY. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

— **Essais de psychologie cellulaire**, traduit par M. J. SOURY. 1 vol. in-12..... 2 fr. 50

O. SCHMIDT. **Les sciences naturelles et la philosophie de l'inconscient**. 1 v. in-18. 2 f. 50

LOTZE (H.). **Principes généraux de psychologie physiologique**, trad. par M. PENJON. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

STRAUSS. **L'ancienne et la nouvelle foi de Strauss**, étude critique par VÉRA. 1 vol. in-8. 6 fr.

MOLESCHOTT. **La Circulation de la vie**, Lettres sur la physiologie, en réponse aux Lettres sur la chimie de Liebig, traduction de l'allemand par M. CAZELLES. 2 volumes in-18. Pap. vélin..... 10 fr.

SCHOPENHAUER. **Essai sur le libre arbitre**. 1 vol. in-18.... 2 fr. 50

— **Le fondement de la morale**, traduit par M. BURDEAU. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

— **Essais et fragments**, traduit et précédé d'une vie de Schop., par M. BOURDEAU. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **Aphorisme sur la sagesse dans la vie**, traduit par M. CANTACUZÈNE. In-8..... 5 fr.

— **Philosophie de Schopenhauer**, par Th. RIBOT. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

RIBOT (Th.). **La psychologie allemande contemporaine** (HERBART, BENEKE, LOTZE, FECHNER, WUNDT, etc.). 1 vol. in-8. 7 fr. 50

PHILOSOPHIE ANGLAISE CONTEMPORAINE

STUART MILL. **La philosophie de Hamilton**. 1 fort vol. in-8. 10 fr.

— **Mes Mémoires**. Histoire de ma vie et de mes idées. 1 v. in-8. 5 fr.

— **Système de logique** déductive et inductive. 2 v. in-8. 20 fr.

STUART MILL. **Essais sur la Religion**. 1 vol. in-8..... 5 fr.

— **Le positivisme anglais**, étude sur Stuart Mill, par H. TAINE. 1 volume in-18..... 2 fr. 50

Digitized by Google

HERBERT SPENCER. **Les premiers Principes.** 1 fort vol. in-8. 10 fr.
— **Principes de psychologie.** 2 vol. in-8..... 20 fr.
— **Principes de biologie.** 2 forts volumes in-8..... 20 fr.
— **Introduction à la Science sociale.** 1 v. in-8 cart. 5e éd. 6 fr.
— **Principes de sociologie.** 2 vol. in-8..... 17 fr. 50
— **Classification des Sciences.** 1 vol. in-18..... 2 fr. 50
— **De l'éducation intellectuelle, morale et physique.** 1 vol. in-8..... 5 fr.
— **Essais sur le progrès.** 1 vol. in-8..... 7 fr. 50
— **Essais de politique.** 1 vol. 7 fr. 50
— **Essais scientifiques.** 1 vol. 7 fr. 50
— **Les bases de la morale.** In-8. 6 f.

BAIN. **Des Sens et de l'Intelligence.** 1 vol. in-8. 10 fr.
— **La logique inductive et déductive.** 2 vol. in-8.. 20 fr.
— **L'esprit et le corps.** 1 vol. in-8, cartonné, 2e édition.. 6 fr.
— **La science de l'éducation.** In-8..... 6 fr.

DARWIN. **Ch. Darwin et ses précurseurs français,** par M. de QUATREFAGES. 1 vol. in-8.. 5 fr.
— **Descendance et Darwinisme,** par Oscar SCHMIDT. In-8, cart. 6 fr.

DARWIN. **Le Darwinisme,** ce qu'il y a de vrai et de faux dans cette doctrine, par E. DE HARTMANN. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

DARWIN. **Le Darwinisme,** par ÉM. FERRIÈRE. 1 vol. in-18.. 4 fr. 50
— **Les récifs de corail,** structure et distribution. 1 vol. in-8. 8 fr.

CARLYLE. **L'idéalisme anglais,** étude sur Carlyle, par H. TAINE. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

BAGEHOT. **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8, 3e édit. 6 fr.

RUSKIN (JOHN). **L'esthétique anglaise,** étude sur J. Ruskin, par MILSAND. 1 vol. in-18 ... 2 fr. 50

MATTHEW ARNOLD. **La crise religieuse.** 1 vol. in-8.... 7 fr. 50

FLINT. **La philosophie de l'histoire en France et en Allemagne,** traduit de l'anglais par M. L. CARRAU. 2 vol. in-8. 15 fr.

RIBOT (Th.). **La psychologie anglaise contemporaine** (James Mill, Stuart Mill, Herbert Spencer, A. Bain, G. Lewes, S. Bailey, J.-D. Morell, J. Murphy), 1875. 1 vol. in-8, 2e édition..... 7 fr. 50

LIARD. **Les logiciens anglais contemporains** (Herschell, Whewell, Stuart Mill, G. Bentham, Hamilton, de Morgan, Beele, Stanley Jevons). 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

GUYAU. **La morale anglaise contemporaine.** Morale de l'utilité et de l'évolution. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

HUXLEY. **Hume, sa vie, sa philosophie.** 1 vol. in-8..... 5 fr. d'une préface par M. G. COMPAYRÉ.

JAMES SULLY. **Le pessimisme,** traduit par M. A. BERTRAND. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

PHILOSOPHIE ITALIENNE CONTEMPORAINE

SICILIANI. **Prolégomènes à la psychogénie moderne,** traduit de l'italien par M. A. HERZÉN. 1 vol. in-18..... 2 fr. 50

ESPINAS. **La philosophie expérimentale en Italie,** origines, état actuel. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

MARIANO. **La philosophie contemporaine en Italie,** essais de philos. hegelienne. In-18. 2 fr. 50

TAINE. **La philosophie de l'art en Italie.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50

FERRI (Louis). **Essai sur l'histoire de la philosophie en Italie au XIXe siècle.** 2 vol. in-8. 12 fr.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE
DE
PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-18 à 2 fr. 50 c.

Cartonnés : 3 fr. ; reliés : 4 fr.

H. Taine.

LE POSITIVISME ANGLAIS, étude sur Stuart Mill. 2e édit.
L'IDÉALISME ANGLAIS, étude sur Carlyle.
PHILOSOPHIE DE L'ART. 3e édit.
PHILOSOPHIE DE L'ART EN ITALIE. 3e édition.
DE L'IDÉAL DANS L'ART. 2e édit.
PHILOSOPHIE DE L'ART DANS LES PAYS-BAS.
PHILOSOPHIE DE L'ART EN GRÈCE.

Paul Janet.

LE MATÉRIALISME CONTEMPORAIN, 2e édit.
LA CRISE PHILOSOPHIQUE. Taine, Renan, Vacherot, Littré.
LE CERVEAU ET LA PENSÉE.
PHILOSOPHIE DE LA RÉVOLUTION FRANÇAISE.
SAINT-SIMON ET LE SAINT-SIMONISME.
DIEU, L'HOMME ET LA BÉATITUDE. (*Œuvre inédite de Spinoza.*)

Odysse Barot.

PHILOSOPHIE DE L'HISTOIRE.

Alaux.

PHILOSOPHIE DE M. COUSIN.

Ad. Franck.

PHILOSOPHIE DU DROIT PÉNAL. 2e édit.
PHILOS. DU DROIT ECCLÉSIASTIQUE.
LA PHILOSOPHIE MYSTIQUE EN FRANCE AU XVIIIe SIÈCLE.

Charles de Rémusat.

PHILOSOPHIE RELIGIEUSE.

Charles Lévêque.

LE SPIRITUALISME DANS L'ART.
LA SCIENCE DE L'INVISIBLE.

Émile Saisset.

L'AME ET LA VIE, suivi d'une étude sur l'Esthétique française.
CRITIQUE ET HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE (frag. et disc.).

Auguste Laugel.

LES PROBLÈMES DE LA NATURE.
LES PROBLÈMES DE LA VIE.
LES PROBLÈMES DE L'AME.
LA VOIX, L'OREILLE ET LA MUSIQUE.
L'OPTIQUE ET LES ARTS.

Challemel-Lacour.

LA PHILOSOPHIE INDIVIDUALISTE.

L. Büchner.

SCIENCE ET NATURE. 2 vol.

Albert Lemoine.

LE VITALISME ET L'ANIMISME DE STAHL.
DE LA PHYSION. ET DE LA PAROLE.
L'HABITUDE ET L'INSTINCT.

Millsand.

L'ESTHÉTIQUE ANGLAISE, étude sur John Ruskin.

A. Véra.

ESSAIS DE PHILOSOPHIE HEGÉLIENNE.

Beaussire.

ANTÉCÉDENTS DE L'HEGÉLIANISME DANS LA PHILOS. FRANÇAISE.

Bost.

LE PROTESTANTISME LIBÉRAL.

Francisque Bouillier.

DE LA CONSCIENCE.

Ed. Auber.

PHILOSOPHIE DE LA MÉDECINE.

Leblais.

MATÉRIALISME ET SPIRITUALISME.

Ad. Garnier.

DE LA MORALE DANS L'ANTIQUITÉ.

Schœbel.

PHILOSOPHIE DE LA RAISON PURE.

Tissandier.

DES SCIENCES OCCULTES ET DU SPIRITISME.

Ath. Coquerel fils.

PREMIÈRES TRANSFORMATIONS HISTORIQUES DU CHRISTIANISME. 2e édit.
LA CONSCIENCE ET LA FOI.
HISTOIRE DU CREDO.

Digitized by Google

Jules Levallois.
DÉISME ET CHRISTIANISME.

Camille Selden.
LA MUSIQUE EN ALLEMAGNE. Étude sur Mendelssohn.

Fontanès.
LE CHRISTIANISME MODERNE. Étude sur Lessing.

Stuart Mill.
AUGUSTE COMTE ET LA PHILOSOPHIE POSITIVE. 2e édition.

Mariano.
LA PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE EN ITALIE.

Saigey.
LA PHYSIQUE MODERNE, 2e tirage.

E. Faivre.
DE LA VARIABILITÉ DES ESPÈCES.

Ernest Bersot.
LIBRE PHILOSOPHIE.

A. Réville.
HISTOIRE DU DOGME DE LA DIVINITÉ DE JÉSUS-CHRIST. 2e édition.

W. de Fonvielle.
L'ASTRONOMIE MODERNE.

C. Coignet.
LA MORALE INDÉPENDANTE.

E. Boutmy.
PHILOSOPHIE DE L'ARCHITECTURE EN GRÈCE.

Et. Vacherot.
LA SCIENCE ET LA CONSCIENCE.

Em. de Laveleye.
DES FORMES DE GOUVERNEMENT.

Herbert Spencer.
CLASSIFICATION DES SCIENCES. 2e édit.

Gauckler.
LE BEAU ET SON HISTOIRE.

Max Müller.
LA SCIENCE DE LA RELIGION.

Léon Dumont.
HAECKEL ET LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION EN ALLEMAGNE.

Bertauld.
L'ORDRE SOCIAL ET L'ORDRE MORAL.
DE LA PHILOSOPHIE SOCIALE.

Th. Ribot.
PHILOSOPHIE DE SCHOPENHAUER.
LES MALADIES DE LA MÉMOIRE.

Al. Herzen.
PHYSIOLOGIE DE LA VOLONTÉ.

Bentham et Grote.
LA RELIGION NATURELLE.

Hartmann.
LA RELIGION DE L'AVENIR. 2e édit.
LE DARWINISME. 3e édition.

H. Lotze.
PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE.

Schopenhauer.
LE LIBRE ARBITRE. 2e édit.
LE FONDEMENT DE LA MORALE.
PENSÉES ET FRAGMENTS. 3e édit.

Liard.
LES LOGICIENS ANGLAIS CONTEMP.

Marion.
J. LOCKE. Sa vie, son œuvre.

O. Schmidt.
LES SCIENCES NATURELLES ET LA PHILOSOPHIE DE L'INCONSCIENT.

Haeckel.
LES PREUVES DU TRANSFORMISME.
ÉSSAIS DE PSYCHOLOGIE CELLULAIRE.

Pi Y. Margall.
LES NATIONALITÉS.

Barthélemy Saint-Hilaire.
DE LA MÉTAPHYSIQUE.

A. Espinas.
PHILOSOPHIE EXPÉR. EN ITALIE.

P. Siciliani.
PSYCHOGÉNIE MODERNE.

Léopardi.
OPUSCULES ET PENSÉES.

Reisel.
LA SUBSTANCE.

Minghetti.
L'ÉGLISE ET L'ÉTAT.

Les volumes suivants de la collection in-18 sont épuisés; il en reste quelques exemplaires sur papier vélin, cartonnés, tranche supérieure dorée :

LETOURNEAU.	**Physiologie des passions.** 1 vol.	5 fr.
MOLESCHOTT.	**La Circulation de la vie.** 2 vol.	10 fr.
BEAUQUIER.	**Philosophie de la musique.** 1 vol.	5 fr.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

FORMAT IN-8

Volumes à 5 fr., 7 fr. 50 et 10 fr.; cart., 1 fr. en plus par vol.; reliure, 2 fr.

JULES BARNI.

La morale dans la démocratie. 1 vol. 5 fr.

AGASSIZ.

De l'espèce et des classifications, traduit de l'anglais par M. Vogeli. 1 vol. 5 fr.

STUART MILL.

La philosophie de Hamilton, trad. par M. Cazelles. 1 fort vol. 10 fr.

Mes mémoires. Histoire de ma vie et de mes idées, traduit de l'anglais par M. E. Cazelles. 1 vol. 5 fr.

Système de logique déductive et inductive. Exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique, traduit de l'anglais par M. Louis Peisse. 2 vol. 20 fr.

Essais sur la Religion, traduit par M. E. Cazelles. 1 vol. 5 fr.

DE QUATREFAGES.

Ch. Darwin et ses précurseurs français. 1 vol. 5 fr.

HERBERT SPENCER.

Les premiers principes. 1 fort vol., traduit par M. Cazelles. 10 fr.

Principes de psychologie, traduit de l'anglais par MM. Th. Ribot et Espinas. 2 vol. 20 fr.

Principes de biologie, traduit par M. Cazelles. 2 vol. in-8. 1877-1878. 20 fr.

Principes de sociologie :

Tome Ier, traduit par M. Cazelles. 1 vol. in-8. 1878. 10 fr.

Tome II, traduit par MM. Cazelles et Gerschel. 1 vol. in-8. 1879. 7 fr. 50

Tome III, traduit par M. Cazelles. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

Essais sur le progrès, traduit par M. Burdeau. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

Essais de politique. 1 vol. in-8, traduit par M. Burdeau. 7 fr. 50

Essais scientifiques. 1 vol. in-8, traduit par M. Burdeau. 7 fr. 50

De l'éducation physique, intellectuelle et morale. 1 volume in-8, 2e édition. 1879. 5 fr.

Introduction à la science sociale. 1 vol. in-8, 5e édit. 6 fr.

Les bases de la morale évolutionniste. 1 vol. in-8. 6 fr.

Classification des sciences. 1 vol. in-18. 2e édit. 2 fr. 50

AUGUSTE LAUGEL.

Les problèmes (Problèmes de la nature, problèmes de la vie, problèmes de l'âme). 1 fort vol. 7 fr. 50

ÉMILE SAIGEY.

Les sciences au XVIIIe siècle. La physique de Voltaire. 1 vol. 5 fr.

PAUL JANET.

Histoire de la science politique dans ses rapports avec la morale. 2e édition, 2 vol. 20 fr.

Les causes finales. 1 vol. in-8. 1876. 10 fr.

TH. RIBOT.

De l'hérédité. 1 vol. in-8. 10 fr.

La psychologie anglaise contemporaine (école expérimentale). 1 vol. in-8, 2e édition. 1875. 7 fr. 50

La psychologie allemande contemporaine (école expérimentale). 1 vol. in-8. 1879. 7 fr. 50

Digitized by Google

HENRI RITTER.

Histoire de la philosophie moderne, traduction française, précédée d'une introduction par M. P. Challemel-Lacour. 3 vol. in-8. 20 fr.

ALF. FOUILLÉE.

La liberté et le déterminisme. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

DE LAVELEYE.

De la propriété et de ses formes primitives. 1 vol. in-8. 2e édit. 1877. 7 fr. 50

BAIN (ALEX.).

La logique inductive et déductive, traduit de l'anglais par M. Compayré. 2 vol. 20 fr.

Les sens et l'intelligence. 1 vol., traduit par M. Cazelles. 10 fr.

L'esprit et le corps. 1 vol. in-8, 4e édit. 6 fr.

La science de l'éducation. 1 vol. in-8, 2e édit. 6 fr.

Les émotions et la volonté. 1 fort vol. (*Sous presse.*)

MATTHEW ARNOLD.

La crise religieuse. 1 vol. in-8. 1876. 7 fr. 50

BARDOUX.

Les légistes et leur influence sur la société française. 1 vol. in-8. 1877. 5 fr.

HARTMANN (E. DE).

La philosophie de l'inconscient, traduit de l'allemand par M. D. Nolen, avec une préface de l'auteur écrite pour l'édition française. 2 vol. in-8. 1877. 20 fr.

La philosophie allemande du XIXe siècle, dans ses principaux représentants, traduit par M. D. Nolen. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

ESPINAS (ALF.).

Des sociétés animales. 1 vol. in-8, 2e édit., précédée d'une introduction sur l'*Histoire de la sociologie*. 1878. 7 fr. 50

FLINT.

La philosophie de l'histoire en France, traduit de l'anglais par M. Ludovic Carrau. 1 vol. in-8. 1878. 7 fr. 50

La philosophie de l'histoire en Allemagne, traduit de l'anglais par M. Ludovic Carrau. 1 vol. in-8. 1878. 7 fr. 50

LIARD.

La science positive et la métaphysique. 1 v. in-8. 1879. 7 fr. 50

GUYAU.

La morale anglaise contemporaine. 1 vol. in-8. 1879. 7 fr. 50

HUXLEY

Hume, sa vie, sa philosophie, traduit de l'anglais et précédé d'une introduction par M. G. Compayré. 1 vol. in-8. 5 fr.

E. NAVILLE.

La logique de l'hypothèse. 1 vol. in-8. 5 fr.

VACHEROT (ET.).

Essais de philosophie critique. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

La religion. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

MARION (H.).

De la solidarité morale. 1 vol. in-8. 5 fr.

COLSENET (ED.).

La vie inconsciente de l'esprit. 1 vol. in-8. 5 fr.

SCHOPENHAUER.

Aphorismes sur la sagesse dans la vie, traduit par M. Cantacuzène. 1 vol. in-8. 5 fr.

EGGER (V.).

La parole intérieure. 1 vol. in-8. 5 fr.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE
D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

Vol. in-18 à 3 fr. 50.

Vol. in-8 à 5 et 7 fr.; cart., 1 fr. en plus par vol.; reliure, 2 fr.

EUROPE

HISTOIRE DE L'EUROPE PENDANT LA RÉVOLUTION FRANÇAISE, par *H. de Sybel*. Traduit de l'allemand par Mlle Dosquet. 3 vol. in-8. . . 21 »
Chaque volume séparément . . . . . 7 »
HISTOIRE DIPLOMATIQUE DE L'EUROPE DEPUIS 1815 JUSQU'A NOS JOURS, par *Debidour*. 1 vol. in-8. (*Sous presse.*)

FRANCE

HISTOIRE DE LA RÉVOLUTION FRANÇAISE, par *Carlyle*. Traduit de l'anglais. 3 vol. in-18; chaque volume 3 50
NAPOLÉON Ier ET SON HISTORIEN M. THIERS, par *Barni*. 1 vol. in-18. 3 50
HISTOIRE DE LA RESTAURATION, par *de Rochau*. 1 vol. in-18, traduit de l'allemand 3 50
HISTOIRE DE DIX ANS, par *Louis Blanc*. 5 vol. in-8. . . . . 25 »
Chaque volume séparément . . . . . 5 »
— 25 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de dix ans*. 6 »
HISTOIRE DE HUIT ANS (1840-1848), par *Elias Regnault*. 3 vol. in-8.. 15 »
Chaque volume séparément . . . . . 5 »
— 14 planches en taille-douce. Illustrations pour l'*Histoire de huit ans*. 4 fr.
HISTOIRE DU SECOND EMPIRE (1848-1870), par *Taxile Delord*. 6 volumes in-8. . . . . 42 fr.
Chaque volume séparément . . . . . 7 »
LA GUERRE DE 1870-1871, par *Bosrt*, d'après le colonel fédéral suisse Rustow. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LA FRANCE POLITIQUE ET SOCIALE, par *Aug. Laugel*. 1 volume in-8. 5 fr.
HISTOIRE DES COLONIES FRANÇAISES, par *P. Gaffarel*. 1 vol. in-8. . . 5 fr.
L'ALGÉRIE, par *Maurice Wahl*. 1 vol. in-18. (*Sous presse.*) 3 fr. 50

ANGLETERRE

HISTOIRE GOUVERNEMENTALE DE L'ANGLETERRE, DEPUIS 1770 JUSQU'A 1830, par sir *G. Cornewal Lewis*. 1 vol. in-8, traduit de l'anglais . . . . . 7 fr.
HISTOIRE DE L'ANGLETERRE, depuis la reine Anne jusqu'à nos jours, par *H. Reynald*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LES QUATRE GEORGES, par *Thackeray*, trad. de l'anglais par Lefoyer. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LA CONSTITUTION ANGLAISE, par *W. Bagehot*, traduit de l'anglais. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LOMBART-STREET, le marché financier en Angleterre, par *W. Bagehot*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
LORD PALMERSTON ET LORD RUSSEL, par *Aug. Laugel*. 1 volume in-18 (1876) 3 50
QUESTIONS CONSTITUTIONNELLES (1873-1878). — Le Prince-Époux. — Le Droit électoral, par *E. W. Gladstone*. Traduit de l'anglais, et précédé d'une introduction, par *Albert Gigot*. 1 vol. in-8 . . . . . 5 fr.
LE GOUVERNEMENT ANGLAIS, SA CONSTITUTION, par *Albany de Fonblanque*, traduit de l'anglais sur la 14e édition par F. Dreyfus, avec introduction par *P. Brisson*. 1 vol. in-8. . . . . 5 fr.

ALLEMAGNE

LA PRUSSE CONTEMPORAINE ET SES INSTITUTIONS, par *K. Hillebrand*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
HISTOIRE DE LA PRUSSE, depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa, par *Eug. Véron*. 1 vol. in-18 . . . . . 3 50
HISTOIRE DE L'ALLEMAGNE, depuis la bataille de Sadowa jusqu'à nos jours, par *Eug. Véron*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
L'ALLEMAGNE CONTEMPORAINE, par *Ed. Bourloton*. 1 vol. in-18. . . . 3 50

Digitized by Google

AUTRICHE-HONGRIE

HISTOIRE DE L'AUTRICHE, depuis la mort de Marie-Thérèse jusqu'à nos jours, par *L. Asseline*. 1 volume in-18. . . . . 3 50
HISTOIRE DES HONGROIS et de leur littérature politique, de 1790 à 1815, par *Ed. Sayous*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

ESPAGNE

L'ESPAGNE CONTEMPORAINE, journal d'un voyageur, par *Louis Teste*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
HISTOIRE DE L'ESPAGNE, depuis la mort de Charles III jusqu'à nos jours, par *H. Reynald*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

RUSSIE

LA RUSSIE CONTEMPORAINE, par *Herbert Barry*, traduit de l'anglais. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
HISTOIRE CONTEMPORAINE DE LA RUSSIE, par M. *Créhange*. 1 volume in-18 . . . . . (*Sous presse.*) 3 50

SUISSE

LA SUISSE CONTEMPORAINE, par *H. Dixon*. 1 vol. in-18, traduit de l'anglais. 3 50
HISTOIRE DU PEUPLE SUISSE, par *Daendliker*, traduit de l'allemand par madame *Jules Favre*, et précédé d'une Introduction de M. *Jules Favre*. 1 vol. in-8 . . . . . 5 fr.

AMÉRIQUE

HISTOIRE DE L'AMÉRIQUE DU SUD, depuis sa conquête jusqu'à nos jours, par *Alf. Deberle*. 1 vol. in-18 . . . . . 3 50
HISTOIRE DE L'AMÉRIQUE DU NORD (États-Unis, Canada, Mexique), par *Ad. Cohn*. 1 vol. in-18. . . . . (*Sous presse.*)
LES ETATS-UNIS PENDANT LA GUERRE, 1861-1864. Souvenirs personnels, par *Aug. Laugel*. 1 vol. in-18. . . . . 3 50

Eug. Despois. LE VANDALISME RÉVOLUTIONNAIRE. Fondations littéraires, scientifiques et artistiques de la Convention. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
Victor Meunier. SCIENCE ET DÉMOCRATIE. 2 vol. in-18, chacun séparément 3 50
Jules Barni. HISTOIRE DES IDÉES MORALES ET POLITIQUES EN FRANCE AU XVIIIe SIÈCLE. 2 vol. in-18, chaque volume 3 50
— NAPOLÉON Ier ET SON HISTORIEN M. THIERS. 1 vol. in-18. . . . 3 50
— LES MORALISTES FRANÇAIS AU XVIIIe SIÈCLE. 1 vol. in 18. . . . 3 50
Émile Montégut. LES PAYS-BAS. Impressions de voyage et d'art. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
Émile Beaussire. LA GUERRE ÉTRANGÈRE ET LA GUERRE CIVILE. 1 vol. in-18. . . . . 3 50
J. Clamageran. LA FRANCE RÉPUBLICAINE. 1 volume in-18. . . 3 50
E. Duvergier de Hauranne. LA RÉPUBLIQUE CONSERVATRICE. 1 vol. in-18. . . . . 3 5

ÉDITIONS ÉTRANGÈRES

Éditions anglaises.

AUGUSTE LAUGEL. The United States during the war. In-8. 7 shill. 6 p.
ALBERT RÉVILLE. History of the doctrine of the deity of Jesus-Christ. 3 sh. 6 p.
H. TAINE. Italy (Naples et Rome). 7 sh. 6 p.
H. TAINE. The Philosophy of art. 3 sh.
PAUL JANET. The Materialism of present day. 1 vol. in-18, rel. 3 shill.

Éditions allemandes.

JULES BARNI. Napoléon I. In-18. 3 m.
PAUL JANET. Der Materialismus unsere. Zeit. 1 vol. in-18. 3 m.
H. TAINE. Philosophie der Kunst. 1 vol. in-18. 3 m.

Digitized by Google

PUBLICATIONS HISTORIQUES PAR LIVRAISONS

HISTOIRE ILLUSTRÉE
du
SECOND EMPIRE
PAR TAXILE DELORD

Paraissant par livraisons à 10 cent. deux fois par semaine, depuis le 10 janvier 1880.

Tome I, 1 vol..... 8 fr.

HISTOIRE POPULAIRE
de
LA FRANCE
Nouvelle édition

Paraissant par livraisons à 10 cent. deux fois par semaine, depuis le 16 février 1880.

Tome I, 1 vol..... 5 fr.

CONDITIONS DE SOUSCRIPTION.

L'*Histoire du second empire* et l'*Histoire de France* paraissent deux fois par semaine par livraisons de 8 pages, imprimées sur beau papier et avec de nombreuses gravures sur bois.

Prix de la livraison..... 10 c.
Prix de la série de 5 livraisons, paraissant tous les 20 jours, avec couverture..... 50 c.

ABONNEMENTS :

Pour recevoir *franco*, par la poste, l'*Histoire du second empire* ou l'*Histoire de France* par livraisons, deux fois par semaine, ou par séries tous les 20 jours :

Un an..... **16** francs. | Six mois... **8** francs.

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE
INTERNATIONALE

VOLUMES IN-8, CARTONNÉS A L'ANGLAISE, A 6 FRANCS

Les mêmes, en demi-reliure, veau. — **10** francs.

1. J. TYNDALL. **Les glaciers et les transformations de l'eau,** avec figures. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
2. MAREY. **La machine animale,** locomotion terrestre et aérienne, avec de nombreuses fig. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
3. BAGEHOT. **Lois scientifiques du développement des nations** dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
4. BAIN. **L'esprit et le corps.** 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.
5. PETTIGREW. **La locomotion chez les animaux,** marche, natation. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
6. HERBERT SPENCER. **La science sociale.** 1 v. in-8. 5e éd. 6 fr.
7. SCHMIDT (O.). **La descendance de l'homme et le darwinisme.** 1 vol. in-8, avec fig. 3e édition, 1878. 6 fr.
8. MAUDSLEY. **Le crime et la folie.** 1 vol. in-8. 4e édit. 6 fr.
9. VAN BENEDEN. **Les commensaux et les parasites dans le règne animal.** 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.
10. BALFOUR STEWART. **La conservation de l'énergie,** suivi d'une étude sur la nature de la force, par *M. P. de Saint-Robert*, avec figures. 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
11. DRAPER. **Les conflits de la science et de la religion.** 1 vol. in-8. 6e édition. 6 fr.

Digitized by Google

12. SCHUTZENBERGER. **Les fermentations.** 1 vol. in-8, avec fig. 3e édition. 6 fr.
13. L. DUMONT. **Théorie scientifique de la sensibilité.** 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
14. WHITNEY. **La vie du langage.** 1 vol. in-8. 3e édit. 6 fr.
15. COOKE ET BERKELEY. **Les champignons** 1 vol. in-8, avec figures. 3e édition. 6 fr.
16. BERNSTEIN. **Les sens.** 1 vol. in-8, avec 91 fig. 3e édit. 6 fr.
17. BERTHELOT. **La synthèse chimique.** 1 vol. in-8. 4e éd. 6 fr.
18. VOGEL. **La photographie et la chimie de la lumière,** avec 95 figures. 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
19. LUYS. **Le cerveau et ses fonctions,** avec figures. 1 vol. in-8. 4e édition. 6 fr.
20. STANLEY JEVONS. **La monnaie et le mécanisme de l'échange.** 1 vol. in-8. 2e édition. 6 fr.
21. FUCHS. **Les volcans.** 1 vol. in-8, avec figures dans le texte et une carte en couleur. 2e édition. 6 fr.
22. GÉNÉRAL BRIALMONT. **Les camps retranchés et leur rôle dans la défense des États,** avec fig. dans le texte et 2 planches hors texte. 2e édit. 6 fr.
23. DE QUATREFAGES. **L'espèce humaine.** 1 vol. in-8. 6e édition, 1879. 6 fr.
24. BLASERNA ET HELMHOLTZ. **Le son et la musique,** et *les Causes physiologiques de l'harmonie musicale.* 1 vol. in-8, avec figures. 2e édit. 6 fr.
25. ROSENTHAL. **Les nerfs et les muscles.** 1 vol. in-8, avec 75 figures. 2e édition. 6 fr.
26. BRUCKE ET HELMHOLTZ. **Principes scientifiques des beaux-arts,** suivi de **l'Optique et la Peinture,** avec 39 figures dans le texte. 6 fr.
27. WURTZ. **La théorie atomique.** 1 vol. in-8. 3e édition. 6 fr.
28-29. SECCHI (le Père). **Les étoiles.** 2 vol. in-8, avec 63 fig. dans le texte et 17 pl. en noir et en coul. hors texte. 2e édit. 12 fr.
30. JOLY. **L'homme avant les métaux.** 1 vol. in-8, avec fig. 2e édit. 6 fr.
31. A. BAIN. **La science de l'éducation.** 1 vol. in-8. 2e édit. 6 fr.
32-33. THURSTON (R.). **Histoire des machines à vapeur,** précédé d'une introduction par M. HIRSCH. 2 vol. in-8, avec 140 fig. dans le texte et 16 pl. hors texte. 12 fr.
34. HARTMANN (R.). **Les peuples de l'Afrique** (avec figures). 1 vol. in-8. 6 fr.
35. HERBERT SPENCER. **Les bases de la morale évolutionniste.** 1 vol. in-8. 6 fr.
36. HUXLEY. **L'écrevisse,** introduction à l'étude de la zoologie. 1 vol. in-8, avec figures. 6 fr.
37. DE ROBERTY. **De la sociologie.** 1 vol. in-8. 6 fr.
38. ROOD. **Théorie scientifique des couleurs.** 1 vol. in- (avec figures). 6 fr
39. DE SAPORTA et MARION. **L'évolution du règne végéta** (les cryptogames). 1 vol. in-8 avec figures. 6 fr.

OUVRAGES SUR LE POINT DE PARAITRE

CHARLTON BASTIAN. **Le cerveau organe de la pensée.** 2 vol. in-8, avec figures.

E. CARTAILHAC. **La France préhistorique d'après les sépultures.**

PERRIER (Ed.). **La philosophie zoologique jusqu'à Darwin.** 1 vol. in-8 (avec figures).

Digitized by Google

RÉCENTES PUBLICATIONS

HISTORIQUES, PHILOSOPHIQUES ET SCIENTIFIQUES

Qui ne se trouvent pas dans les Bibliothèques.

ALAUX. **La religion progressive.** 1869. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

ARRÉAT. **Une éducation intellectuelle.** 1 vol. in-18. 2 fr. 50

AUDIFFRET-PASQUIER. **Discours devant les commissions de réorganisation de l'armée et des marchés.** 2 fr. 50

BARNI. Voy. KANT, pages 3, 10, 11 et 25.

BARNI. **Les martyrs de la libre pensée.** 2e édit. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BARTHÉLEMY SAINT-HILAIRE. Voy. ARISTOTE, pages 2 et 7.

BAUTAIN. **La philosophie morale.** 2 vol. in-8. 12 fr.

BÉNARD (Ch.). **De la philosophie dans l'éducation classique.** 1862. 1 fort vol. in-8. 6 fr.

BERTAULD (P.-A.). **Introduction à la recherche des causes premières.— De la méthode.** Tome Ier. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BLANCHARD. **Les métamorphoses, les mœurs et les instincts des insectes,** par M. Émile BLANCHARD, de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 magnifique volume in-8 jésus, avec 160 figures intercalées dans le texte et 40 grandes planches hors texte. 2e édition. 1877. Prix, broché. 25 fr. — Relié en demi-maroquin. 30 fr.

BLANQUI. **L'éternité par les astres.** 1872. In-8. 2 fr.

BORÉLY (J.). **Nouveau système électoral, représentation proportionnelle de la majorité et des minorités.** 1870. 1 vol. in-18 de XVIII-194 pages. 2 fr. 50

BOUCHARDAT. **Le travail,** son influence sur la santé (conférences faites aux ouvriers). 1863. 1 vol in-18. 2 fr. 50

BOURDON DEL MONTE (François). **L'homme et les animaux,** essai de psychologie positive. 1 vol. in-8, avec 3 pl. hors texte. 5 fr

BOURDET (Eug.). **Principe d'éducation positive,** précédé d'une préface de M. Ch. ROBIN. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BOURDET (Eug.). **Vocabulaire des principaux termes de la philosophie positive.** 1 vol. in-18 (1875). 2 fr. 50

BOUTROUX. **De la contingence des lois de la nature.** In-8. 1874. 4 fr.

BROCHARD (V.). **De l'Erreur.** 1 vol. in-8. 1879. 3 fr. 50

CADET. **Hygiène, inhumation, crémation** ou incinération des corps. 1 vol in-18, avec figures dans le texte. 2 fr.

CARETTE (le colonel). **Études sur les temps antéhistoriques.** Première étude : *Le Langage.* 1 vol. in-8. 1878. 8 fr.

CHASLES (Philarète). **Questions du temps et problèmes d'autrefois.** 1 vol. in-18, édition de luxe. 3 fr.

CLAVEL. **La morale positive.** 1873. 1 vol. in-18. 3 fr.

CLAVEL. **Les principes au XIXe siècle.** 1 v. in-18. 1877. 1 fr.

CONTA. **Théorie du fatalisme.** 1 vol. in-18. 1877. 4 fr.

CONTA. **Introduction à la métaphysique.** 1 vol. in-18. 3 fr.

COQUEREL (Charles). **Lettres d'un marin à sa famille.** 1870. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

COQUEREL fils (Athanase). **Libres études** (religion, critique, histoire, beaux-arts). 1867. 1 vol. in-8. 5 fr.

Digitized by Google

COQUEREL fils (Athanase). **Pourquoi la France n'est-elle pas protestante ?** 2e édition. In-8. 1 fr.

COQUEREL fils (Athanase). **La charité sans peur.** In-8. 75 c.

COQUEREL fils (Athanase). **Évangile et liberté.** In-8. 50 c.

COQUEREL fils (Athanase). **De l'éducation des filles**, réponse à Mgr l'évêque d'Orléans. In-8. 1 fr.

CORBON. **Le secret du peuple de Paris.** 1 vol. in-8. 5 fr.

CORMENIN (DE)-TIMON. **Pamphlets anciens et nouveaux.** Gouvernement de Louis-Philippe, République, Second Empire. 1 beau vol. in-8 cavalier. 7 fr. 50

Conférences de la Porte-Saint-Martin pendant le siège de Paris. Discours de MM. *Desmarets* et *de Pressensé*. — M. *Coquerel* : sur les moyens de faire durer la République. — M. *Le Berquier* : sur la Commune. — M. *E. Bersier* : sur la Commune. — M. *H. Cernuschi* : sur la Légion d'honneur. In-8. 1 fr. 25

Sir G. CORNEWALL LEWIS. **Quelle est la meilleure forme de gouvernement?** traduit de l'anglais, précédé d'une Étude sur la vie et les travaux de l'auteur, par M. MERVOYER, 1 vol. in-8. 3 fr. 50

CORTAMBERT (Louis). **La religion du progrès.** In-18. 3 fr. 50

DANICOURT (Léon). **La patrie et la république.** 1 vol. in-18 (1880). 2 fr. 50

DAURIAC (Lionel). **Des notions de force et de matière dans les sciences de la nature.** 1 vol. in-8, 1878. 5 fr.

DAVY. **Les conventionnels de l'Eure** : Buzot, Duroy, Lindet, à travers l'histoire. 2 forts vol. in-8 (1876). 18 fr.

DELBŒUF. **La psychologie comme science naturelle.** 1 vol. in-8, 1876. 2 fr. 50

DELEUZE. **Instruction pratique sur le magnétisme animal.** 1853. 1 vol. in-12. 3 fr. 50

DESTREM (J.). **Les déportations du Consulat.** 1 br. in-8. 1 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **De la nature humaine.** 1868, 1 v. in-8. 5 fr.

DOLLFUS (Ch.). **Lettres philosophiques.** 3e édition. 1869, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **Considérations sur l'histoire.** Le monde antique. 1872, 1 vol. in-8. 7 fr. 50

DOLLFUS (Ch.). **L'âme dans les phénomènes de conscience.** 1 vol. in-18 (1876). 3 fr.

DUBOST (Antonin). **Des conditions de gouvernement en France.** 1 vol. in-8 (1875). 7 fr. 50

DUFAY. **Etudes sur la Destinée.** 1 vol. in-18, 1876. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Le sentiment du gracieux.** 1 vol. in-8. 3 fr.

DUMONT (Léon). **Des causes du rire.** 1 vol. in-8. 2 fr.

DU POTET. **Manuel de l'étudiant magnétiseur.** Nouvelle édition. 1868, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

DU POTET. **Traité complet de magnétisme**, cours en douze leçons. 1879, 4e édition, 1 vol. in-8 de 634 pages. 8 fr.

DUPUY (Paul). **Études politiques**, 1874. 1 v. in-8. 3 fr. 50

DUVAL-JOUVE. **Traité de Logique**, 1855. 1 vol. in-8. 6 fr.

Éléments de science sociale. Religion physique, sexuelle et naturelle. 1 vol. in-18. 3e édit., 1877. 3 fr. 50

ÉLIPHAS LÉVI. **Dogme et rituel de la haute magie.** 1861, 2e édit., 2 vol. in-8, avec 24 fig. 18 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Histoire de la magie.** In-8, avec fig. 12 fr.

Digitized by Google

ÉLIPHAS LÉVI. **La science des esprits**, révélation du dogme secret des Kabbalistes, esprit occulte de l'Évangile, appréciation des doctrines et des phénomènes spirites. 1865, 1 v. in 8. 7 fr.

ÉLIPHAS LÉVI. **Clef des grands mystères**, suivant Hénoch Abraham, Hermès Trismégiste et Salomon. 1861, 1 vol. in-8 avec 20 planches. 12 fr.

EVANS (John). **Les âges de la pierre**. 1 beau volume grand in-8, avec 467 fig. dans le texte, trad. par M. Ed. BARBIER. 1878. 15 fr. — En demi-reliure. 18 fr.

EVELLIN. **Infini et quantité**. Étude sur le concept de l'infini dans la philosophie et dans les sciences. 1 vol. in-8. 5 fr.

FABRE (Joseph). **Histoire de la philosophie**. Première partie : Antiquité et moyen âge. 1 vol. in-12, 1877. 3 fr. 50

FAU. **Anatomie des formes du corps humain**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 1866, 1 vol. in-8 et atlas de 25 planches. 2e édition. Prix, fig. noires. 20 fr. ; fig. coloriées. 35 fr.

FAUCONNIER. **La question sociale**. In-18, 1878. 3 fr. 50

FAUCONNIER. **Protection et libre échange**, brochure in-8. 3e édition (1879). 2 fr.

FAUCONNIER. **La morale et la religion dans l'enseignement**. 1 vol. in-8 (1881). 75 c.

FERBUS (N.). **La science positive du bonheur**. 1 v. in-18. 3 fr.

FERRI (Louis). **Essai sur l'histoire de la philosophie en Italie au XIXe siècle**. 2 vol. in-8. 12 fr.

FERRIÈRE (Em.). **Le darwinisme**. 1872, 1 v. in-18. 4 fr. 50

FERRIÈRE (Em.). **Les apôtres**, essai d'histoire religieuse, d'après la méthode des sciences naturelles. 1 vol. in-12. 4 fr. 50

FERRON (De). **Théorie du progrès**. 2 vol. in-18. 7 fr.

FONCIN. **Essai sur le ministère de Turgot**. 1 vol. gr. in-8 (1876). 8 fr.

FOUCHER DE CAREIL. Voyez LEIBNIZ, p. 2.

FOUILLÉE. Voyez pages 2 et 10.

FOX (W.-J.). **Des idées religieuses**. In-8, 1876. 3 fr.

FRÉDÉRIQ. **Hygiène populaire**. 1 vol. in-12, 1875. 4 fr.

GASTINEAU. **Voltaire en exil**. 1 vol. in-18. 3 fr.

GAUCKLER. **Les poissons d'eau douce et la pisciculture**. 1 vol. in-8 avec figures. 8 fr.

GÉRARD (Jules). **Maine de Biran, essai sur sa philosophie**. 1 fort vol. in-8, 1876. 10 fr.

GOUET (Amédée). **Histoire nationale de France**, d'après des documents nouveaux :

Tome I. Gaulois et Francks. — Tome II. Temps féodaux. — Tome III. Tiers état. — Tome IV. Guerre des princes. — Tome V. Renaissance. — Tome VI. Réforme. — Tome VII. Guerres de religion. (*Sous presse.*) Prix de chaque vol. in-8. 8 fr.

GRAD (Charles). **Études statistiques sur l'industrie de l'Alsace**. 2 vol. gr. in-8. 20 fr.

GUICHARD (V.). **La liberté de penser**. In-18. 3 fr. 50

GUILLAUME (de Moissey). **Nouveau traité des sensations**. 2 vol. in-8 (1876). 15 fr.

HERZEN. **Œuvres complètes**. Tome Ier. *Récits et nouvelles*. 1874. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **De l'autre rive**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

HERZEN. **Lettres de France et d'Italie**. 1871, in-18. 3 fr. 50

ISSAURAT. **Monuments perdus de Pierre-Jean**, observations, pensées. 1868, 1 vol. in-18. 3 fr.

Digitized by Google

ISSAURAT. **Les alarmes d'un père de famille**, suscitées, expliquées, justifiées et confirmées par lesdits faits et gestes de Mgr Dupanloup et autres. 1868, in-8. 1 fr.

JANET (Paul). Voyez pages 2, 4, 6, 8.

JOZON (Paul). **Des principes de l'écriture phonétique** et des moyens d'arriver à une orthographe rationnelle et à une écriture universelle. 1 vol. in-18. 1877. 3 fr. 50

JOYAU. **De l'invention dans les arts et dans les sciences.** 1 vol. in-8. 5 fr.

LABORDE. **Les hommes et les actes de l'insurrection de Paris** devant la psychologie morbide. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

LACHELIER. **Le fondement de l'induction.** 1 vol. in-8. 3 fr. 50

LACOMBE. **Mes droits.** 1869, 1 vol. in-12. 2 fr. 50

LANGLOIS. **L'homme et la Révolution.** Huit études dédiées à P.-J. Proudhon. 1867, 2 vol. in-18. 7 fr.

LAUSSEDAT. **La Suisse.** Études médicales et sociales. 2e édit., 1875. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

LAVELEYE (Em. de). **De l'avenir des peuples catholiques.** 1 brochure in-8. 21e édit. 1876. 25 c.

LAVELEYE (Em. de). **Lettres sur l'Italie** (1878-1879). 1 vol. in-18. 3 fr. 50

LAVELEYE (Em. de). **L'Afrique centrale.** 1 vol. in-12. 3 fr.

LAVERGNE (Bernard). **L'ultramontanisme et l'État.** 1 vol. in-8 (1875). 1 fr. 50

LE BERQUIER. **Le barreau moderne.** 1871, in-18. 3 fr. 50

LEDRU (Alphonse). **Organisation, attributions et responsabilité des conseils de surveillance des sociétés en commandite par actions.** Grand in-8 (1876). 3 fr. 50

LEDRU (Alphonse). **Des publicains et des Sociétés vectigaliennes.** 1 vol. grand in-8 (1876). 3 fr.

LEDRU-ROLLIN. **Discours politiques et écrits divers.** 2 vol. in-8 cavalier (1879). 12 fr.

LEMER (Julien). **Dossier des Jésuites et des libertés de l'Église gallicane.** 1 vol. in-18 (1877). 3 fr. 50

LIARD. **Des définitions géométriques et des définitions empiriques.** 1 vol. in-8. 3 fr. 50

LITTRÉ. **Conservation, révolution et positivisme.** 1 vol. in-12. 2e édition (1879). 5 fr.

LITTRÉ. **De l'établissement de la troisième république.** 1 vol. gr. in-8 (1881). 9 fr.

LUBBOCK (sir John). **L'homme préhistorique**, étudié d'après les monuments et les costumes retrouvés dans les différents pays de l'Europe, suivi d'une Description comparée des mœurs des sauvages modernes, traduit de l'anglais par M. Ed. Barbier. 526 figures intercalées dans le texte. 1876. 2e édition, considérablement augmentée, suivie d'une conférenée de M. P. Broca sur *les Troglodytes de la Vezère*. 1 beau vol. in-, br. 15 fr.
Cart. riche, doré sur tranche. 15 fr.

LUBBOCK (sir John). **Les origines de la civilisation.** État primitif de l'homme et mœurs des sauvages modernes. 1877, 1 vol. grand in-8 avec figures et planches hors texte. Traduit de l'anglais par M. Ed. Barbier. 2e édition. 1877. 15 fr.
Relié en demi-maroquin avec nerfs. 18 fr.

MAGY. **De la science et de la nature.** In-8. 6 fr.

MENIÈRE. **Cicéron médecin.** 1 vol. in-18. 4 fr. 50

Digitized by Google

MENIÈRE. **Les consultations de madame de Sévigné**, étude médico-littéraire. 1864, 1 vol. in-8. 3 fr.

MESMER. **Mémoires et aphorismes**, suivi des procédés de d'Eslon. Nouvelle édition, avec des notes, par J.-J.-A. RICARD. 1846, in-18. 2 fr. 50

MICHAUT (N.). **De l'imagination**. 1 vol. in-8. 5 fr.

MILSAND. **Les études classiques** et l'enseignement public. 1873, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MILSAND. **Le code et la liberté**. 1865, in-8. 2 fr.

MIRON. **De la séparation du temporel et du spirituel**. 1866, in-8. 3 fr. 50

MORIN. **Du magnétisme et des sciences occultes**. 1860, 1 vol. in-8. 6 fr.

MORIN (Frédéric). **Politique et philosophie**, précédé d'une introduction de M. JULES SIMON. 1 vol. in-18, 1876. 3 fr. 50

MUNARET. **Le médecin des villes et des campagnes**. 4e édition, 1862, 1 vol. grand in-18. 4 fr. 50

NOLEN (D.). **La critique de Kant et la métaphysique de Leibniz**. 1 vol. in-8 (1875). 6 fr.

NOURRISSON. **Essai sur la philosophie de Bossuet**. 1 vol. in-8. 4 fr.

OGER. **Les Bonaparte** et les frontières de la France. In-18. 50 c.

OGER. **La République**. 1871, brochure in-8. 50 c.

OLLÉ-LAPRUNE. **La philosophie de Malebranche**. 2 vol. in-8. 16 fr.

PARIS (comte de). **Les associations ouvrières en Angleterre** (trades-unions). 1869, 1 vol. gr. in-8. 2 fr. 50
Édition sur pap. de Chine : Broché, 12 fr.; rel. de luxe. 20 fr.

PELLETAN (Eugène). **La naissance d'une ville** (Royan). 1 vol. in-18. 2 fr.

PENJON. **Berkeley**, sa vie et ses œuvres. In-8, 1878. 7 fr. 50

PEREZ (Bernard). **L'éducation dès le berceau**, essai de pédagogie expérimentale. 1 vol. in-8, 1880. 5 fr.

PETROZ (P.). **L'art et la critique en France** depuis 1822. 1 vol. in-18, 1875. 3 fr. 50

POEY (André). **Le positivisme**. 1 fort vol. in-12 (1876). 4 fr. 50

POEY. **M. Littré et Auguste Comte**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

POULLET. **La campagne de l'Est** (1870-1871). 1 vol. in-8 avec 2 cartes, et pièces justificatives, 1879. 7 fr.

RAMBERT (E.) et P. ROBERT. **Les oiseaux dans la nature**, description pittoresque des oiseaux utiles. 3 vol. in-folio contenant chacun 20 chromolithographies, 10 gravures sur bois hors texte, et de nombreuses gravures dans le texte. Chaque volume, dans un carton, 40 fr.; relié, avec son spécimen. 50 fr.
Les tomes I et II sont en vente.

RÉGAMEY (Guillaume). **Anatomie des formes du cheval**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 6 planches en chromolithographie, publiées sous la direction de FÉLIX RÉGAMEY, avec texte par le Dr KUHFF. 8 fr.

REYMOND (William). **Histoire de l'art**. 1874, 1 vol. in-8. 5 fr.

RIBOT (Paul). **Matérialisme et spiritualisme**. 1873, in-8. 6 fr.

SALETTA. **Principes de logique positive**. In-8. 3 fr. 50

SECRÉTAN. **Philosophie de la liberté**, l'histoire, l'idée. 3e édition, 1879, 2 vol. in-8. 10 fr.

SIEGFRIED (Jules). **La misère, son histoire, ses causes, ses remèdes**. 1 vol. grand in-18. 3e édition (1879). 2 fr. 50

Digitized by Google

SIÈREBOIS. **Autopsie de l'âme.** Identité du matérialisme et du vrai spiritualisme. 2e édit. 1873, 1 vol. in-18. 2 fr. 50

SIÈREBOIS. **La morale fouillée dans ses fondements. Essai d'anthropodicée.** 1867, 1 vol. in-8. 6 fr.

SMEE (A.). **Mon jardin,** géologie, botanique, histoire naturelle, 1876, 1 magnifique vol. gr. in-8, orné de 1300 fig. et 52 pl. hors texte. Broché, 15 fr. Cartonn. riche, tranches dorées.. 20 fr.

SOREL (ALBERT). **Le traité de Paris du 20 novembre 1815.** 1873, 1 vol. in-8. 4 fr. 50

TÉNOT (Eugène). **Paris et ses fortifications,** 1870-1880. 1 vol. in-8. 5 fr.

THULIÉ. **La folie et la loi.** 1867, 2e édit., 1 vol. in-8. 3 fr. 50

THULIÉ. **La manie raisonnante du docteur Campagne,** 1870, broch. in-8 de 132 pages. 2 fr.

TIBERGHIEN. **Les commandements de l'humanité.** 1872. 1 vol. in-18. 3 fr.

TIBERGHIEN. **Enseignement et philosophie.** In-18. 4 fr.

TIBERGHIEN. **La science de l'âme.** 1 v. in-12, 3e édit. 1879. 6 fr.

TIBERGHIEN. **Éléments de morale univ.** 1 v. in-12, 1879. 2 fr.

TISSANDIER. **Études de Théodicée.** 1869, in-8 de 270 p. 4 fr.

TISSOT. **Principes de morale.** In-8. 6 fr.

TISSOT. Voy. KANT, page 3.

VACHEROT. **La science et la métaphysique.** 3 vol. in-18. 10 fr. 50

VACHEROT. Voyez pages 2 et 7.

VAN DER REST. **Platon et Aristote.** In-8, 1876. 10 fr.

VÉRA. **Strauss et l'ancienne et la nouvelle foi.** In-8. 6 fr.

VÉRA. **Cavour et l'Église libre dans l'État libre.** 1874, in-8. 3 fr. 50

VÉRA. **L'Hegelianisme et la philosophie.** In-18. 3 fr. 50

VÉRA. **Mélanges philosophiques.** 1 vol. in-8. 1862. 5 fr.

VÉRA. **Platonis, Aristotelis et Hegelii de medio termino doctrina.** 1 vol. in-8. 1845. 1 fr. 50

VÉRA. **Introduction à la philosophie de Hegel.** 1 vol. in-8, 2e édition. 6 fr. 50

VILLIAUMÉ. **La politique moderne,** 1873, in-8. 6 fr.

VOITURON (P.). **Le libéralisme et les idées religieuses.** 1 vol. in-12. 4 fr.

WEBER. **Histoire de la philos. europ.** In-8, 2e édit. 10 fr.

YUNG (EUGÈNE). **Henri IV, écrivain.** 1 vol. in-8. 1855. 5 fr.

ZEVORT (Edg.). **Le Marquis d'Argenson,** et le Ministère des affaires étrangères de 1744 à 1747. 1 vol. in-8. 6 fr.

Digitized by Google

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE SUR LES ACTES DU GOUVERNEMENT

DE LA DÉFENSE NATIONALE

DÉPOSITIONS DES TÉMOINS :

TOME PREMIER. Dépositions de MM. Thiers, maréchal Mac-Mahon, maréchal Le Bœuf, Benedetti, duc de Gramont, de Talhouët, amiral Rigault de Genouilly, baron Jérôme David, général de Palikao, Jules Brame, Dréolle, etc.

TOME II. Dépositions de MM. de Chaudordy, Laurier, Cresson, Dréo, Ranc, Rampont, Steenackers, Fernique, Robert, Schneider, Buffet, Lebreton et Hébert, Bellangé, colonel Alavoine, Gervais, Bécherelle, Robin, Muller, Boutefoy, Meyer, Clément et Simonneau, Fontaine, Jacob, Lemaire, Petetin, Guyot-Montpayroux, général Soumain, de Legge, colonel Vabre, de Crisenoy, colonel Ibos, etc.

TOME III. Dépositions militaires de MM. de Freycinet, de Serres, le général Lefort, le général Ducrot, le général Vinoy, le lieutenant de vaisseau Farcy, le commandant Amet, l'amiral Pothuau, Jean Brunet, le général de Beaufort-d'Hautpoul, le général de Valdan, le général d'Aurelle de Paladines, le général Chanzy, le général Martin des Pallières, le général de Sonis, etc.

TOME IV. Dépositions de MM. le général Bordone, Mathieu, de Laborie, Luce-Villiard, Castillon, Debusschère, Darcy, Chenet, de La Taille, Baillehache, de Grancey, L'Hermite, Pradier, Middleton, Frédéric Morin, Thoyot, le maréchal Bazaine, le général Boyer, le maréchal Canrobert, etc. Annexe à la déposition de M. Testelin, note de M. le colonel Denfert, note de la Commission, etc.

TOME V. Dépositions complémentaires et réclamations. — Rapports de la préfecture de police en 1870-1871. — Circulaires, proclamations et bulletins du Gouvernement de la Défense nationale. — Suspension du tribunal de la Rochelle; rapport de M. de La Borderie; dépositions.

ANNEXE AU TOME V. Deuxième déposition de M. Cresson. Événements de Nîmes, affaire d'Ain Yagout. — Réclamations de MM. le général Bellot et Engelhart. — Note de la Commission d'enquête (1 fr.).

RAPPORTS :

TOME PREMIER. M. *Chaper*, les procès-verbaux des séances du Gouvernement de la Défense nationale. — M. *de Sugny*, les événements de Lyon sous le Gouv. de la Défense nat. — M. *de Rességuier*, les actes du Gouv. de la Défense nat. dans le sud-ouest de la France.

TOME II. M. *Saint-Marc Girardin*, la chute du second Empire. — M. *de Sugny*, les événements de Marseille sous le Gouv. de la Défense nat.

TOME III. M. *le comte Daru*, la politique du Gouvernement de la Défense nationale à Paris.

TOME IV. M. *Chaper*, de la Défense nat. au point de vue militaire à Paris.

TOME V. *Boreau-Lajanadie*, l'emprunt Morgan. — M. *de la Borderie*, le camp de Conlie et l'armée de Bretagne. — M. *de la Sicotière*, l'affaire de Dreux.

TOME VI. M. *de Rainneville*, les actes diplomatiques du Gouv. de la Défense nat. — M. *A. Lallié*, les postes et les télégraphes pendant la guerre. — M. *Delsol*, la ligne du Sud-Ouest. — M. *Perrot*, la défense en province (*1re partie*).

TOME VII. M. *Perrot*, les actes militaires du Gouv. de la Défense nat. en province (*2e partie* : Expédition de l'Est).

TOME VIII. M. *de la Sicotière*, sur l'Algérie.

TOME IX. Algérie, dépositions des témoins. Table générale et analytique des dépositions des témoins avec renvoi aux rapports (10 fr.).

TOME X. M. *Boreau-Lajanadie*, le Gouvernement de la Défense nationale à Tours et à Bordeaux (5 fr.).

PIÈCES JUSTIFICATIVES :

TOME PREMIER. Dépêches télégraphiques officielles, première partie.

TOME DEUXIÈME. Dépêches télégraphiques officielles, deuxième partie. — Pièces justificatives du rapport de M. Saint-Marc Girardin.

PRIX DE CHAQUE VOLUME. . . . . **15 fr.**

PRIX DE L'ENQUÊTE COMPLÈTE EN 18 VOLUMES. . . . **241 fr.**

Digitized by Google

Rapports sur les actes du Gouvernement de la Défense nationale, se vendant séparément :

E. RESSÉGUIER. — Toulouse sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 2 fr. 50
SAINT-MARC GIRARDIN. — La chute du second Empire. In-4. 4 fr. 50
Pièces justificatives du rapport de M. Saint-Marc Girardin. 1 vol. in-4. 5 fr.
DE SUGNY. — Marseille sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 10 fr.
DE SUGNY. — Lyon sous le Gouv. de la Défense nat. In-4. 7 fr.
DARU. — La politique du Gouv. de la Défense nat. à Paris. In-4. 15 fr.
CHAPER. — Le Gouv. de la Défense à Paris au point de vue militaire. In-4. 15 fr.
CHAPER. — Procès-verbaux des séances du Gouv. de la Défense nat. In-4. 5 fr.
DOREAU-LAJANADIE. — L'emprunt Morgan. In-4. 4 fr. 50
DE LA BORDERIE. — Le camp de Conlie et l'armée de Bretagne. In-4. 10 fr.
DE LA SICOTIÈRE. — L'affaire de Dreux. In-4. 2 fr. 50
DE LA SICOTIÈRE. — L'Algérie sous le Gouvernement de la Défense nationale. 2 vol. in-4. 22 fr.
DE RAINNEVILLE. Actes diplomatiques du Gouv. de la Défense nat. 1 vol. in-4. 3 fr. 50
LALLIÉ. Les postes et les télégraphes pendant la guerre. 1 vol. in-4. 1 fr. 50
DELSOL. La ligue du Sud-Ouest. 1 vol. in-4. 1 fr. 50
PERROT. Le Gouvernement de la Défense nationale en province. 2 vol. in-4. 25 fr.
BOREAU-LAJANADIE. Rapport sur les actes de la Délégation du Gouvernement de la Défense nationale à Tours et à Bordeaux. 1 vol. in 4. 5 fr.
Dépêches télégraphiques officielles. 2 vol. in-4. 25 fr.
Procès-verbaux de la Commune. 1 vol. in-4. 5 fr.
Table générale et analytique des dépositions des témoins. 1 vol. in-4. 3 fr. 50

LES ACTES DU GOUVERNEMENT

DE LA

DÉFENSE NATIONALE

(DU 4 SEPTEMBRE 1870 AU 8 FÉVRIER 1871)

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE FAITE PAR L'ASSEMBLÉE NATIONALE
RAPPORTS DE LA COMMISSION ET DES SOUS-COMMISSIONS
TÉLÉGRAMMES
PIÈCES DIVERSES — DÉPOSITIONS DES TÉMOINS — PIÈCES JUSTIFICATIVES
TABLES ANALYTIQUE, GÉNÉRALE ET NOMINATIVE

7 forts volumes in-4. — Chaque volume séparément 16 fr.

L'ouvrage complet en 7 volumes : 112 fr.

Cette édition populaire réunit, en sept volumes avec une Table analytique par volume, tous les documents distribués à l'Assemblée nationale. — Une Table générale et nominative termine le 7e volume.

ENQUÊTE PARLEMENTAIRE

SUR

L'INSURRECTION DU 18 MARS

1° RAPPORTS. — 2° DÉPOSITIONS de MM. Thiers, maréchal Mac-Mahon, général Trochu, J. Favre, Ernest Picard, J. Ferry, général Le Flô, général Vinoy, colonel Lambert, colonel Gaillard, général Appert, Floquet, général Cremer, amiral Saisset, Schœlcher, amiral Pothuau, colonel Langlois, etc. — 3° PIÈCES JUSTIFICATIVES.

1 vol. grand in-4°. — Prix : 16 fr.

Digitized by Google

COLLECTION ELZÉVIRIENNE

MAZZINI. **Lettres de Joseph Mazzini** à Daniel Stern (1864 1872), avec une lettre autographiée. 3 fr. 50

MAX MULLER. **Amour allemand**, traduit de l'allemand. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CORLIEU (le Dr). **La mort des rois de France**, depuis François Ier jusqu'à la Révolution française, études médicales et historiques. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CLAMAGERAN. **L'Algérie**, impressions de voyage. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

STUART MILL (J.). **La République de 1848**, traduit de l'anglais, avec préface par M. SADI CARNOT. 1 vol. in-18 (1875). 3 fr. 50

RIBERT (Léonce). **Esprit de la Constitution** du 25 février 1875. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

NOEL (E.). **Mémoires d'un imbécile**, précédé d'une préface de *M. Littré*. 1 vol. in-18, 3e édition (1879). 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Jarousseau, le Pasteur du désert**. 1 vol. in-18 (1877). Couronné par l'Académie française. 6e édit. 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Élisée, voyage d'un homme à la recherche de lui-même**. 1 vol. in-18 (1877). 3 fr. 50

PELLETAN (Eug.). **Un roi philosophe, Frédéric le Grand**. 1 vol. in-18 (1878). 3 fr. 50

E. DUVERGIER DE HAURANNE (Mme). **Histoire populaire de la Révolution française**. 1 v. in-18, 2e édit., 1879. 3 fr. 50

ÉTUDES CONTEMPORAINES

BOUILLET (Ad.). **Les bourgeois gentilshommes. — L'armée d'Henri V**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

— **Types nouveaux et inédits**. 1 vol. in-18. 2 fr. 50

— **L'arrière-ban de l'ordre moral**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

VALMONT (V.). **L'espion prussien**, roman anglais, traduit par M. J. DUBRISAY. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BOURLOTON (Edg.) et ROBERT (Edmond). **La Commune et ses idées à travers l'histoire**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

CHASSERIAU (Jean). **Du principe autoritaire et du principe rationnel**. 1873. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

NAQUET (Alfred). **La République radicale**. In-18. 3 fr. 50

ROBERT (Edmond). **Les domestiques**. In-18 (1875). 3 fr. 50

LOURDAU. **Le sénat et la magistrature dans la démocratie française**. 1 vol. in-18 (1879). 3 fr. 50

FIAUX. **La femme, le mariage et le divorce**, étude de sociologie et de physiologie. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

PARIS (le colonel). **Le feu à Paris et en Amérique**. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

Digitized by Google

OEUVRES COMPLETES

DE

EDGAR QUINET

Chaque ouvrage se vend séparément :

Édition in-8, le vol... 6 fr. | Édition in-18, le vol. 3 fr. 50

I. — Génie des Religions. — De l'origine des dieux. (Nouvelle édition.)
II. — Les Jésuites. — L'Ultramontanisme. — Introduction à la Philosophie de l'histoire de l'Humanité. (Nouvelle édition, avec préface inédite.)
III. — Le Christianisme et la Révolution française. Examen de la Vie de Jésus-Christ, par STRAUSS. — Philosophie de l'histoire de France. (Nouvelle édition.)
IV. — Les Révolutions d'Italie. (Nouvelle édition.)
V. — Marnix de Sainte-Aldegonde. — La Grèce moderne et ses rapports avec l'Antiquité.
VI. — Les Romains. — Allemagne et Italie. — Mélanges.
VII. — Ashavérus. — Les Tablettes du Juif errant.
VIII. — Prométhée. — Les Esclaves.
IX. — Mes Vacances en Espagne. — De l'Histoire de la Poésie. — Des Epopées françaises inédites du XIIe siècle.
X. — Histoire de mes idées.
XI. — L'Enseignement du peuple. — La Révolution religieuse au XIXe siècle. — La Croisade romaine. — Le Panthéon. — Plébiscite et Concile. — Aux Paysans.

Viennent de paraître :

Correspondance. Lettres à sa mère. 2 vol. in-18.... 7 »
Les mêmes, 2 vol. in-8..... 12 »
La révolution. 3 vol. in-18..... 10 50
La campagne de 1815. 1 vol. in-18..... 3 50
Merlin l'enchanteur, avec une préface nouvelle, notes et commentaires, 2 vol. in-18..... 7 fr.
Le même, 2 vol. in-8..... 12 fr.
La création. 2 vol. in-18..... 7 fr.
L'esprit nouveau. 1 vol. in-18..... 3 fr. 50
La république. 1 vol. in-18..... 3 fr. 50
Le siège de Paris. 1 vol. in-18..... 3 fr. 50
Le livre de l'exilé. 1 vol. in-18..... 3 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE POPULAIRE

BARNI (Jules). **Manuel républicain.** 1 vol. in-18. 1 fr.
MARAIS (Aug.). **Garibaldi et l'armée des Vosges.** 1 vol. in-18. 1 fr. 50
FRIBOURG (E.). **Le paupérisme parisien.** 1 fr. 25

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE UTILE

LISTE DES OUVRAGES PAR ORDRE D'APPARITION

Le vol. de 190 p., br., 60 cent. — Cart. à l'angl., 1 fr.

Le titre de cette collection est justifié par les services qu'elle rend chaque jour et la part pour laquelle elle contribue à l'instruction populaire.

Les noms dont ses volumes sontsignés lui donnent d'ailleurs une autorité suffisante pour que personne ne dédaigne ses enseignements. Elle embrasse *l'histoire, la philosophie, le droit, les sciences, l'économie politique* et *les arts*, c'est-à-dire qu'elle traite toutes les questions qu'il est aujourd'hui indispensable de connaître. Son esprit est essentiellement démocratique; elle s'interdit les hypothèses et n'a d'autre but que celui de répandre les saines doctrines que le temps et l'expérience ont consacrées. Le langage qu'elle parle est simple et à la portée de tous, mais il est aussi à la hauteur du sujet traité.

I. — **Morand.** Introd. à l'étude des Sciences physiques. 2e édit.
II. — **Cruveilhier.** Hygiène générale. 6e édition.
III. — **Corbon.** De l'enseignement professionnel. 2e édition.
IV. — **L. Pichat.** L'Art et les Artistes en France. 3e édition.
V. — **Buchez.** Les Mérovingiens. 3e édition.
VI. — **Buchez.** Les Carlovingiens.
VII. — **F. Morin.** La France au moyen âge. 3e édition.
VIII. — **Bastide.** Luttes religieuses des premiers siècles. 4e éd.
IX. — **Bastide.** Les guerres de la Réforme. 4e édition.
X. — **E. Pelletan.** Décadence de la monarchie française. 4e éd.
XI. — **L. Brothier.** Histoire de la Terre. 4e édition.
XII. — **Sanson.** Principaux faits de la chimie. 3e édition.
XIII. — **Turck.** Médecine populaire. 4e édition.
XIV. — **Morin.** Résumé populaire du Code civil. 2e édition.
XV. — **Zaborowski.** L'homme préhistorique. 2e édition.
XVI. — **A. Ott.** L'Inde et la Chine. 2e édition.
XVII. — **Catalan** Notions d'Astronomie. 2e édition.
XVIII. — **Cristal.** Les Délassements du travail.
XIX. — **Victor Meunier.** Philosophie zoologique.
XX. — **G. Jourdan.** La justice criminelle en France. 2e édition.
XXI. — **Ch. Rolland.** Histoire de la maison d'Autriche. 3e édit.
XXII. — **E. Despois.** Révolution d'Angleterre. 2e édition.
XXIII. — **B. Gastineau.** Génie de la Science et de l'Industrie.
XXIV. — **H. Leneveux.** Le Budget du foyer. Economie domestique.
XXV. — **L. Combes.** La Grèce ancienne.
XXVI. — **Fréd. Lock.** Histoire de la Restauration. 2e édition.
XXVII. — **L. Brothier.** Histoire populaire de la philosophie.
XXVIII. — **E. Margollé.** Les Phénomènes de la mer. 4e édition.
XXIX. — **L. Collas.** Histoire de l'Empire ottoman. 2e édition.
XXX. — **Zurcher.** Les Phénomènes de l'atmosphère. 3e édition.
XXXI. — **E. Raymond.** L'Espagne et le Portugal. 2e édition.
XXXII. — **Eugène Noël.** Voltaire et Rousseau. 2e édition.
XXXIII. — **A. Ott.** L'Asie occidentale et l'Egypte.
XXXIV. — **Ch. Richard.** Origine et fin des Mondes. 3e édition.
XXXV. — **Enfantin.** La Vie éternelle. 2e édition.

Digitized by Google

XXXVI. — **L. Brothier.** Causeries sur la mécanique. 2e édition.
XXXVII. — **Alfred Doneaud.** Histoire de la marine française.
XXVIII. — **Fréd. Lock.** Jeanne d'Arc.
XXXIX. — **Carnot.** Révolution française. — Période de création (1789-1792).
XL. — **Carnot.** Révolution française. — Période de conservation (1792-1804).
XLI. — **Zurcher** et **Margollé.** Télescope et Microscope.
XLII. — **Blerzy.** Torrents, Fleuves et Canaux de la France.
XLIII. — **P. Secchi, Wolf, Briot** et **Delaunay.** Le Soleil, les Étoiles et les Comètes.
XLIV. — **Stanley Jevons.** L'Économie politique, trad. de l'anglais par H. Gravez.
XLV. — **Em. Ferrière.** Le Darwinisme. 2e édit.
XLVI. — **H. Leneveux.** Paris municipal.
XLVII. — **Boillot.** Les Entretiens de Fontenelle sur la pluralité des mondes, mis au courant de la science.
XLVIII. — **E. Zevort.** Histoire de Louis-Philippe.
XLIX. — **Geikie.** Géographie physique, trad. de l'anglais par H. Gravez.
L. — **Zaborowski.** L'origine du langage.
LI. — **H. Blerzy.** Les colonies anglaises.
LII. — **Albert Lévy.** Histoire de l'air.
LIII — **Geikie.** La Géologie (~~avec figures), traduit de l'~~anglais par H. Gravez.
LIV. — **Zaborowski.** Les Migrations des animaux et le Pigeon voyageur.
LV. — **F. Paulhan.** La Physiologie d'esprit (avec figures).
LVI. — **Zurcher** et **Margollé.** Les Phénomènes célestes.
LVII. — **Girard de Rialle.** Les peuples de l'Afrique et de l'Amérique.
LVIII. — **Jacques Bertillon.** La Statistique humaine de la France (naissance, mariage, mort).
LIX. — **Paul Gaffarel.** La Défense nationale en 1792.
LX. — **Herbert Spencer.** De l'éducation.
LXI. — **Jules Barni.** Napoléon Ier.
LXII. — **Huxley.** Premières notions sur les sciences.
LXIII. — **P. Bondois.** L'Europe contemporaine (1789-1879).
LXIV. — **Grove.** Les continents et les mers (avec figures).
LXV. — **Jouan.** Les îles du Pacifique (avec 1 carte).

SOUS PRESSE :

Zaborowski. Les grands singes.
Robinet. La philosophie positive.
Renard. Le déterminisme.
Hatin. Histoire du journal.
Dufour. Petit dictionnaire des falsifications

Digitized by Google

REVUE Politique et Littéraire	REVUE Scientifique
(Revue des cours littéraires, 3e série.)	(Revue des cours scientifiques, 3e série.)
Directeur :	*Directeurs :*
M. Eug. YUNG.	MM. A. BREGUET, et Ch. RICHET.

La septième année de la **Revue des Cours littéraires** et de la **Revue des Cours scientifiques**, terminée à la fin de juin 1871, clôt la première série de cette publication.

La deuxième série a commencé le 1er juillet 1871, et la troisième série le 1er janvier 1881.

REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE

En 1871, après la guerre, la *Revue des cours littéraires*, agrandissant son cadre, est devenue la *Revue polititique et littéraire*. Au lendemain de nos désastres, elle avait cru de son devoi- de traiter avec indépendance et largeur toutes les questions d'inà térêt public, sans diminuer cependant la part faite jusqu'alors e la littérature, à la philosophie, à l'histoire et à l'érudition. Le nombre de colonnes de chaque livraison fut alors élevé dr 32 à 48.

Depuis le 1er janvier 1881, des raisons analogues nous ont décidé à agrandir encore le format de la *Revue*, et chaque livraison contient maintenant 64 colonnes de texte. Ce supplément est consacré à la littérature d'imagination qui répondait à un besoin souvent exprimé par nos lecteurs, et c'est surtout avec la *nouvelle*, ce genre charmant et délicat, que nous chercherons à lutter contre les tendances de plus en plus vulgaires auxquelles se laisse aller, sans trop y prendre garde, le goût contemporain.

Chacun des numéros, paraissant le samedi, contient : Un *article politique*, où sont appréciés, à un point de vue plus général que ne peuvent le faire les journaux quotidiens, les faits qui se produisent dans la politique intérieure de la France, discussions parlementaires, etc.

Une *Causerie littéraire* où sont annoncés, analysés et jugés les ouvrages récemment parus : livres, brochures, pièces de théâtre importantes, etc., et une *Nouvelle*.

Tous les mois la *Revue politique* publie un *Bulletin géographique* qui expose les découvertes les plus récentes et apprécie les ouvrages géographiques nouveaux de la France et de l'étranger. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance extrême qu'a prise la géographie depuis que les Allemands en ont fait un instrument de conquête et de domination.

De temps en temps une *Revue diplomatique* explique, au point de vue français, les événements importants survenus dans les autres pays.

Digitized by Google

On accusait avec raison les Français de ne pas observer avec assez d'attention ce qui se passe à l'étranger. La *Revue* remédie à ce défaut. Elle analyse et traduit les livres, articles, discours ou conférences qui ont pour auteurs les hommes les plus éminents des divers pays.

Comme au temps où ce recueil s'appelait *la Revue des cours littéraires* (1864-1870), il continue à publier les principales leçons du Collège de France, de la Sorbonne et des Facultés des départements.

Les ouvrages importants sont analysés, avec citations et extraits, dès le lendemain de leur apparition. En outre, la *Revue politique* publie des articles spéciaux sur toute question que recommandent à l'attention des lecteurs, soit un intérêt public, soit des recherches nouvelles.

Parmi les collaborateurs nous citerons :

Articles politiques. — MM. de Pressensé, Ch. Bigot, Anat. Dunoyer, Anatole Leroy-Beaulieu, Clamageran, A. Astruc.

Diplomatie et pays étrangers. — MM. Van den Berg, C. de Varigny, Albert Sorel, Reynald, Léo Quesnel, Louis Leger, Jezierski, Joseph Reinach.

Philosophie. — MM. Janet, Caro, Ch. Lévêque, Véra, Th. Ribot, E. Boutroux, Molen, Huxley.

Morale. — MM. Ad. Franck, Laboulaye, Legouvé, Bluntschli.

Philologie et archéologie. — MM. Max Müller, Eugène Benoist, L. Havet, E. Ritter, Maspéro, George Smith.

Littérature ancienne. — MM. Egger, Havet, George Perrot, Gaston Boissier, Geffroy.

Littérature française. — MM. Ch. Nisard, Lenient, Bersier, Gidel, Jules Claretie, Paul Albert, H. Lemaître.

Littérature étrangère. — MM. Mézières, Büchner, P. Stapfer, A. Barine.

Histoire. — MM. Alf. Maury, Littré, Alf. Rambaud, G. Monod.

Géographie, Economie politique. — MM. Levasseur, Himly, Vidal-Lablache, Gaidoz, Debidour, Alglave.

Instruction publique. — Madame C. Coignet, MM. Buisson, Em. Beaussire.

Beaux-arts. — MM. Gebhart, Justi, Schnaase, Vischer, Ch. Bigot.

Critique littéraire. — MM. Maxime Gaucher, Paul Albert.

Notes et impressions. — MM. Louis Ulbach, Pierre et Jean.

Nouvelle et romans. — MM. Gustave Flaubert, Jules de Glouvet, Abraham Dreyfus, Ludovic Halévy, Francisque Sarcey, Tourgueneff, Arthur Baignières.

Ainsi la *Revue politique* embrasse tous les sujets. Elle consacre à chacun une place proportionnée à son importance. Elle est, pour ainsi dire, une image vivante, animée et fidèle de tout le mouvement contemporain.

REVUE SCIENTIFIQUE

Mettre la science à la portée de tous les gens éclairés sans l'abaisser ni la fausser, et, pour cela, exposer les grandes découvertes et les grandes théories scientifiques par leurs auteurs mêmes

Digitized by Google

Suivre le mouvement des idées philosophiques dans le monde savant de tous les pays;

Tel est le double but que la *Revue scientifique* poursuit depuis plus de dix ans avec un succès qui l'a placée au premier rang des publications scientifiques d'Europe et d'Amérique.

Pour réaliser ce programme, elle devait s'adresser d'abord aux Facultés françaises et aux Universités étrangères qui comptent dans leur sein presque tous les hommes de science éminents. Mais, depuis deux années déjà, elle a élargi son cadre afin d'y faire entrer de nouvelles matières.

En laissant toujours la première place à l'enseignement supérieur proprement dit, la *Revue scientifique* ne se restreint plus désormais aux leçons et aux conférences. Elle poursuit tous les développements de la science sur le terrain économique, industriel, militaire et politique.

Elle publie les principales leçons faites au Collège de France, au Muséum d'histoire naturelle de Paris, à la Sorbonne, à l'Institution royale de Londres, dans les Facultés de France, les universités d'Allemagne, d'Angleterre, d'Italie, de Suisse, d'Amérique, et les institutions libres de tous les pays.

Elle analyse les travaux des Sociétés savantes d'Europe et d'Amérique, des Académies des sciences de Paris, Vienne, Berlin, Munich, etc., des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg, des Sociétés d'anthropologie, de géographie, de chimie, de botanique, de géologie, d'astronomie, de médecine, etc.

Elle expose les travaux des grands congrès scientifiques, les Associations *française, britannique* et *américaine*, le Congrès des naturalistes allemands, la Société helvétique des sciences naturelles, les congrès internationaux d'anthropologie préhistorique, etc.

Enfin, elle publie des articles sur les grandes questions de philosophie naturelle, les rapports de la science avec la politique, l'industrie et l'économie sociale, l'organisation scientifique des divers pays, les sciences économiques et militaires, etc.

Comme la *Revue politique et littéraire*, la *Revue scientifique* a élargi son cadre depuis le 1er janvier 1881, en présence de la nécessité de donner une plus large place à chacune des sciences en particulier.

Parmi les collaborateurs nous citerons :

Astronomie, météorologie. — MM. Faye, Balfour-Stewart, Janssen, Normann Lockyer, Vogel, Laussedat, Thomson, Rayet, Briot, A. Herschel, Callandreau, Trépied, etc.

Physique. — MM. Helmholtz, Tyndall, Desains, Mascart, Carpenter, Gladstone, Fernet, Bertin, Breguet, Lippmann.

Chimie. — MM. Wurtz, Berthelot, H. Sainte-Claire Deville, Pasteur, Grimaux, Jungfleisch, Odling, Dumas, Troost, Peligot, Cahours, Friedel, Frankland.

Géologie. — MM. Hébert, Bleicher, Fouqué, Gaudry, Ramsay, Sterry-Hunt, Contejean, Zittel, Wallace, Lory, Lyell, Daubrée, Vélain.

Digitized by Google

Zoologie. — MM. Agassiz, Darwin, Haeckel, Milne Edwards, Perrier, P. Bert, Van Beneden, Lacaze-Duthiers, Giard, A. Moreau, E. Blanchard.

Anthropologie. — MM. de Quatrefages, Darwin, de Mortillet, Virchow, Lubbock, K. Vogt, Joly.

Botanique. — MM. Baillon, Cornu, Faivre, Spring, Chatin, Van Tieghem, Duchartre, Gaston Bonnier.

Physiologie, anatomie. — MM. Chauveau, Charcot, Moleschott, Onimus, Ritter, Rosenthal, Wundt, Pouchet, Ch. Robin, Vulpian, Virchow, P. Bert, du Bois-Reymond, Helmholtz, Marey, Brücke, Ch. Richet.

Médecine. — MM. Chauveau, Cornil, Le Fort, Verneuil, Liebreich, Lasègue, G. Sée, Bouley, Giraud-Teulon, Bouchardat, Lépine, L. H. Petit.

Sciences militaires. — MM. Laussedat, Le Fort, Abel, Jervois, Morin, Noble, Reed, Usquin, X***.

Philosophie scientifique. — MM. Alglave, Bagehot, Carpenter, Hartmann, Herbert Spencer, Lubbock, Tyndall, Gavarret, Ludwig, Th. Ribot.

Prix d'abonnement :

Une seule Revue séparément	Six mois.	Un an.	Les deux Revues ensemble	Six mois.	Un an.
Paris.....	15f	25f	Paris.....	25f	45
Départements.	18	30	~~Départements.~~	~~30~~	~~50~~
Étranger....	20	35	Etranger....	35	55

L'abonnement part du 1er juillet, du 1er octobre, du 1er janvier et du 1er avril de chaque année.

Chaque volume de la première série se vend : broché..... 15 fr.
relié..... 20 fr.

Chaque année de la 2e série, formant 2 volumes, se vend :
broché..... 20 fr.
relié..... 25 fr.

Chaque année de la 3e série, formant 2 volumes, se vend :
broché..... 25 fr.
relié..... 30 fr.

Port des volumes à la charge du destinataire.

Prix de la collection de la première série :

Prix de la collection complète de la *Revue des cours littéraires* ou de la *Revue des cours scientifiques* (1864-1870), 7 vol. in-4. 105 fr.

Prix de la collection complète des deux *Revues* prises en même temps. 14 vol. in-4..... 182 fr.

Prix de la collection complète des deux séries :

Revue des cours littéraires et *Revue politique et littéraire*, ou *Revue des cours scientifiques* et *Revue scientifique* (décembre 1863 — janvier 1881), 26 vol. in-4..... 295 fr.

La *Revue des cours littéraires* et la *Revue politique et littéraire*, avec la *Revue des cours scientifiques* et la *Revue scientifique*, 52 volumes in-4..... 524 fr.

Digitized by Google

REVUE PHILOSOPHIQUE
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Dirigée par TH. RIBOT
Agrégé de philosophie, Docteur ès lettres

(5e *année*, 1881.)

La REVUE PHILOSOPHIQUE paraît tous les mois, par livraisons de 6 à 7 feuilles grand in-8, et forme ainsi à la fin de chaque année deux forts volumes d'environ 680 pages chacun.

CHAQUE NUMÉRO DE LA *REVUE* CONTIENT :

1° Plusieurs articles de fond; 2° des analyses et comptes rendus des nouveaux ouvrages philosophiques français et étrangers; 3° un compte rendu aussi complet que possible des *publications périodiques* de l'étranger pour tout ce qui concerne la philosophie; 4° des notes, documents, observations, pouvant servir de matériaux ou donner lieu à des vues nouvelles.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison..... 3 fr.

REVUE HISTORIQUE

Dirigée par MM. Gabriel MONOD et Gustave FAGNIEZ

(5e *année*, 1881.)

La REVUE HISTORIQUE paraît tous les deux mois, par livraisons grand in-8 de 15 à 16 feuilles, de manière à former à la fin de l'année trois beaux volumes de 500 pages chacun.

CHAQUE LIVRAISON CONTIENT :

I. Plusieurs *articles de fond*, comprenant chacun, s'il est possible, un travail complet. — II. Des *Mélanges et Variétés*, composés de documents inédits d'une étendue restreinte et de courtes notices sur des points d'histoire curieux ou mal connus. — III. Un *Bulletin historique* de la France et de l'étranger, fournissant des renseignements aussi complets que possible sur tout ce qui touche aux études historiques. — IV. Une *analyse des publications périodiques* de la France et de l'étranger, au point de vue des études historiques. — V. Des *Comptes rendus critiques* des livres d'histoire nouveaux.

Prix d'abonnement :

Un an, pour Paris, 30 fr. — Pour les départements et l'étranger, 33 fr.
La livraison..... 6 fr.

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

Agassiz. 8
Alaux. 6, 14
Aristote. 2
Arnold (Matthew). 5, 9
Arréat. 14
Asseline (L.). 11
Auber (Ed.). 6
Audiffret-Pasquier(d'). 14
Bagehot. 5, 10, 12
Bain. 5, 9, 12, 13
Balfour Stewart. 13
Barbier. 16, 19
Bardoux. 9
Barni (J.). 3, 8, 10, 11, 14, 23, 25
Barot (Odysse). 6
Barry (Herbert). 11
Barth. St-Hilaire. 2, 7, 14
Bastian. 13
Bastide. 24
Bautain. 14
Beaussire. 4, 6, 11
Beauquier. 7
Bénard (Ch.). 3, 4, 14
Beneden (Van). 12
Bentham. 7
Berkeley. 3
Bernstein. 13
Bersot. 7
Bertauld. 7
Bertauld (P. A.). 14
Berthelot. 13
Bertillon (Jacques). 25
Blanc (Louis). 10
Blanchard. 14
Blanqui. 14
Blaserna. 13
Blerzy. 25
Boert. 10
Boillot. 25
Bondois. 25
Boreau-Lajanadie. 21
Borély. 14
Bossuet. 2
Bost. 6
Boulchardat. 14
Bouillet (Ad.). 22
Bouillier (Francisque) 3, 6
Bourbon del Monte. 14
Bourdeau. 4
Bourdet (Eug.). 14
Bourloton (Ed.). 10, 22
Boutmy (E.). 7
Boutroux. 14
Brialmont (le général). 13
Breguet. 26
Briot. 25
Brothier (L.). 24, 25
Brucke. 13
Brunetière. 17
Buchez. 23, 24
Buchner (Alex.). 4
Buchner (L.). 4, 6
Beauquier. 7
Bondois. 25
Bourdeau. 4
Cadet. 14
Carette. 14
Carlyle. 5, 10
Carnot. 25
Carnot (Sadi). 22
Egger. 9
Carthailac. 13
Catalan. 24
Cazelles. 4, 5, 8, 9
Challemel-Lacour, 2, 4, 6, 9
Chantre. 13
Chaper. 21
Chasles (Phil.). 14
Chasseriau (Jean). 22
Chrétien. 4
Clamageran (J.). 11, 22
Clavel. 14
Coignet (C.). 7
Collas (L.). 24
Colsenet. 9
Combes (L.). 24
Comte (Aug.). 5
Conta. 15
Cooke. 13
Coquerel (Ch.). 15
Coquerel fils (Ath.). 6, 15
Corbon. 14, 24
Corlieu. 22
Cormenin (de). 15
Cornewal Lewis. 10, 15
Cortambert (Louis). 15
Créhange. 11
Cristal. 24
Cruveilhier. 24
Daendliker. 11
Damiron. 3
Daru. 21
Danicourt. 15
Darwin. 5
Dauriac. 15
Davy. 15
Deberle (Alf.). 11
Debidour. 10
Delaunay. 23, 25
Delbœuf. 15
Deleuze. 15
Delondre (Aug.). 4
Delord (Taxile). 10, 12
Delsol. 21
Descartes. 2
Despois (Eug.). 11, 24
Destrem (J.). 15
Dixon (H.). 11
Dollfus (Ch.). 15
Doneaud (Alfred). 25
Draper. 13
Dubost (Antonin). 15
Dufay. 15
Dufour. 25
Dugald Stewart. 3
Dumont (L.). 4, 7, 13, 15
Du Potet. 15
Dupuy (Paul). 15
Duval-Jouve. 16
Duvergier de Hauranne (E.). 11
Duvergier de Hauranne (Mme E.). 22
Egger. 9
Eliphas Lévi. 15, 16
Enfantin. 23, 24
Espinas. 5, 7, 8, 9
Evans (John). 16
Evellin. 16
Fabre (Joseph). 2, 16
Fagniez. 30
Faivre (E.). 7
Fau. 16
Fauconnier. 16
Ferbus (N.). 16
Ferrière (E.). 5, 16, 25
Ferri. 5, 16
Ferron (de). 16
Fiaux. 22
Fichte. 3
Flint. 5, 9
Foncin. 16
Fontanès. 4, 7
De Fontblanque. 10
Fonvielle (W. de). 7
Foucher (de Careil). 2, 16
Fouillée. 2, 9, 16
Fox (W.-J.). 16
Franck. 3, 6
Frédériq. 16
Fribourg. 23
Fuchs. 13
Gaffarel. 10, 25
Garnier (Ad.). 6
Gastineau. 16, 23, 24
Gauckler. 7
Geikie. 24, 25
Gerschel. 8
Gérard (Jules). 3, 16
Girard de Rialle. 25
Gladstone. 10
Gouet (Amédée). 16
Grimblot. 3
Grote. 7
Grove. 25
Guéroult (G.). 4, 5
Guichard (V.). 16
Guillaume (de Moissey) 16
Guyau. 2, 5, 9
Haeckel. 4, 7
Hamilton (W.). 3
Hartmann (E. de). 4, 5, 7, 9
Hartmann. 13
Hatin. 25
Hegel. 2, 3, 4
Helmholtz. 13
Herbert Spencer. 5, 7, 8, 12, 13, 25
Herzen (Al.). 5, 7, 16
Hillebrand (K.). 10
Humbold (G. de). 4
Hume. 5
Husson. 3
Huxley. 5, 9, 13, 25

Digitized by Google

Issaurat. 17
Janet. 2, 4, 6, 17
Jouan. 25
Jourdan (G.). 24
Jozon. 17
Kant. 2, 3
Laborde. 17
La Borderie (de). 21
Lachelier. 17
Lacombe. 17
Lallié. 21
Lange. 4
Langlois. 17
La Sicotière (de). 21
Laugel (Aug.). 6, 8, 10, 11
Laussedat. 17
Laveleye (E. de). 7, 9, 17
Lavergne (Bernard). 17
Le Berquier. 17
Leblais. 6
Ledru. 17
Ledru Rollin. 17
Leibniz. 2, 3
Lemer. 17
Lemoine (A.). 4, 6
Leneveux (H.). 24, 25
Leopardi. 7
Lessing. 4
Létourneau. 7
Levallois (J.). 7
Lévêque (Ch.). 6
Lévi (Eliphas). 15
Lévy (Albert). 25
Liard. 5, 7, 9
Littré. 17, 23
Lock (Fréd.). 24, 25
Locke (J.). 2, 7
Lotze (H.). 4, 7
Lourdau. 22
Lubbock (sir John). 17
Luys. 13
Magy. 17
Maine de Biran. 3
Malebranche. 2
Marais. 23
Marc-Aurèle. 2
Marey. 12
Margall (Pi y.). 7
Margollé. 24, 25
Mariano. 5, 7
Marion (Henri). 2, 7
Maudsley. 12
Max Muller. 7, 22
Mazzini. 22
Menière. 17, 18
Mesmer. 18
Meunier (V.). 11, 24
Michaut (N.). 18
Milsand. 5, 6, 17, 18
Minghetti. 7
Miron. 18
Moleschott. 4, 7
Monod (Gabriel). 30
Montégut. 11
Morand. 24
Morin (Fr.). 18, 24
Muller (Max). 7
Munaret. 18
Naquet (Alfred). 22
Naville (E.). 9
Nicolas. 3
Noël (E.). 22, 24
Nolen (D.). 2, 3, 9, 18
Nourrisson. 2, 18
Oger. 18
Ollé-Laprune. 2, 18
Ott (A.). 24
Paris (comte de). 18
Paris (le colonel). 22
Paulhan. 25
Peisse (Louis). 3, 5, 8
Pelletan (Eug.). 18, 22, 24
Penjon. 3, 4, 18
Perez (Bernard). 18
Perrier. 13
Perrot. 21
Petroz (P.). 18
Pettigrew. 12
Pichat (L.). 24
Platon. 2
Poey (André). 18
Poullet. 18
Pressensé (de). 15
Quatrefages (de). 5, 8, 13
Quinet (Edgar). 23
Rainneville (de). 21
Rambert. 18
Raymond (E.). 24
Régamey. 18
Regnault (Elias). 10
Rémusat (Ch. de). 6
Renard. 25
Rességuier (de). 21
Réville (A.). 7, 11
Reymond (William). 18
Reynald (H.). 10, 11
Ribert (Léonce). 22
Ribot (Th.) 4, 5, 7, 8, 9, 18, 30
Richard (Ch.). 24
Richet (Ch.). 26
Richter (J.-P.). 4
Ritter. 2, 9
Robert (Edmond). 22
Robert (P.). 19
Roberty (de). 13
Robinet. 25
Rochau (de). 10
Roisel. 7
Rolland (Ch.). 24
Rood. 13
Rosenthal. 13
Ruskin (John). 5
Rustow. 10
Saigey (Em.). 2, 7, 8
Janet (Paul). 2, 4, 6, 8, 16
Joly. 13
Joyau. 17
Saint-Marc Girardin. 21
Saint-Robert (de). 12
Saint-Simon. 6
Saisset (Em.). 6
Saporta (de). 13
Saletta. 18
Sanson. 24
Sayous (Ed.). 11
Schelling. 3
Schmidt (Osc.). 4, 5, 7, 12
Schœbel. 6
Schopenhauer. 4, 7, 9
Schutzenberger. 13
Secchi (le P.). 13, 25
Secrétan. 18
Selden (Camille). 7
Siciliani. 5, 7
Siegfried (Jules). 18
Sièrebois. 19
Smee (Alf.). 19
Socrate. 2
Sorel (Albert). 19
Spinoza. 2, 6
Stahl. 4
Stanley Jevons. 13, 25
Strauss. 4
Stuart Mill. 3, 4, 6, 7, 8, 22
Sugny (de). 21
Sully. 5
Sybel (H. de). 10
Tackeray. 10
Taine (H.). 4, 5, 6, 11
Ténot. 19
Teste (L.). 11
Thulié. 19
Thurston. 13
Tiberghien. 19
Timon. 15
Tissandier. 6, 19
Tissot. 2, 3, 19
Turck. 24
Tyndall (J.). 12
Vacherot. 2, 7, 9, 19
Valmont (V.). 22
Van der Rest. 2, 19
Véra. 3, 4, 6, 19
Véron (Eug.). 10
Villiaumé. 19
Vogel. 13
Vogeli. 8
Voituron. 19
Voltaire. 2
Wahl. 10
Weber. 19
Withney. 13
Wolf. 25
Wurtz. 13
Wyrouboff. 5, 17
Yung. 19, 26
Zaborowski. 24, 25
Zevort. 19, 25
Zimmermann. 19
Zurcher. 24, 25

PARIS. — IMPRIMERIE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

Digitized by Google

Digitized by Google