

COÛRS

DE

BOTANIQUE FOSSILE

Société d'imprimerie P. DUPONT, 41, rue J.-J.-Rousseau (Cl.) 177-210.40.81.

COURS
DE
BOTANIQUE FOSSILE

FAIT
AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

PAR
M. B. RENAULT
Aide-naturaliste, docteur ès sciences physiques et naturelles,
Lauréat de l'Institut, correspondant de l'Institut géologique de Vienne, etc.

DEUXIÈME ANNÉE

LÉPIDODENDRÉES, SPHÉNOPHYLLÉES, ASTÉROPHYLLITÉES
ANNULARIÉES, CALAMARIÉES

AVEC 24 PLANCHES LITHOGRAPHIÉES

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
420, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
MDCCLXXXII

COUVERTURE

BOUQUIN DE POÉSIES

DE M. B. BERNARD

M. B. BERNARD

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS

1888

PARIS

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS

1888

A Monsieur PH. VAN TIEGHEM

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'histoire naturelle

Témoignage de respect et de reconnaissance.

B. RENAULT.

A HISTORY OF THE

UNIVERSITY OF LILLE

UNIVERSITY OF LILLE

AVANT-PROPOS

L'accueil des plus empressé qu'a reçu du public, le volume contenant le résumé du Cours de botanique fossile, que j'ai fait au Muséum pendant l'année 1880 ;

Les encouragements qui m'ont été donnés par MM. J.-D. Hooker de Kew, F. Von Hochstetter de Vienne, Von Ettinghausen de Gratz, Lesquereux de Colombus, Dawson de Montréal, etc., etc. ; ceux non moins précieux de MM. de Saporta, Grand'Eury, Zeiller, etc., etc., me font une obligation de résumer dans un deuxième volume, le Cours et les Conférences faits au Muséum, pendant l'année 1881.

Que ces illustres Savants veuillent bien recevoir l'expression de ma vive reconnaissance.

Les leçons de cette année ont eu pour objet l'étude des principaux genres de Cryptogames *fossiles* et ont servi de complément fort imparfait, au Cours de Cryptogamie, professé cette même année par M. le professeur Van Tieghem.

Les dessins placés à la fin du volume sont, les uns empruntés aux ouvrages classiques de Brongniart, Schimper, de MM. Grand'Eury, Zeiller, etc., etc. Les autres sont originaux. Ils reproduisent la plupart des figures qui ont été faites et *distribuées* à MM. les au-

diteurs, pendant toute la durée des leçons, par les soins de M. Granjon, préparateur.

Je dois adresser les remerciements les plus sincères à M. Frémy, directeur du Muséum et à M. Decaisne, dont l'appui constant et les bienveillants conseils ont rendu facile la tâche qui m'a été confiée par M. le Ministre de l'instruction publique.

25 octobre 1881.

B. RENAULT.

COURS

DE

BOTANIQUE FOSSILE

FAIT AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Le sous-branchement des gymnospermes, caractérisé :

1° par ses graines nues ;

2° par la présence au sommet du nucelle d'une cavité plus ou moins complète (chambre pollinique) dans laquelle se rassemblent les grains du pollen bien avant que l'organe femelle soit apte à être fécondé, et y achèvent eux-mêmes leur développement ;

3° par l'homogénéité des éléments qui constituent leur bois généralement dépourvu de vaisseaux proprement dits, etc., peut se diviser en deux classes :

La première contenant celles de ces plantes dans lesquelles le système ligneux est simple, c'est-à-dire, n'offre qu'un seul mode d'accroissement toujours centrifuge, et que, pour cette raison, on doit désigner sous le nom de *Monoxylée*, cette classe renferme les *Abiétinées*, les *Cupressinées*, les *Taxinées*, les *Gnétacées*.

La deuxième, au contraire, réunissant celles dont le système ligneux est double, c'est-à-dire formé de deux portions distinctes, l'une offrant un accroissement centripète et l'autre un accroissement centrifuge, et que nous avons désignée sous le nom de *Diploxylée*.

Dans le cours de l'année dernière, nous nous sommes occupés uniquement de la classe des Diploxylés ; nous avons fait l'histoire de chacune des familles qui composent cette classe, savoir : des *Cycadées*, *Zamiées*, *Cycadoxylés*, *Cordaïtés*, *Poroxylés* et *Sigillariées*.

L'étude anatomique des différents organes des plantes appartenant à ces familles nous a porté à les grouper en deux sections.

L'une comprenant celles dans lesquelles les cordons foliaires seuls offraient les deux bois juxtaposés et à accroissement inverse l'un de l'autre dans un plan vertical, telles que les *Cycadées*, *Zamiées*, *Cycadoxylés*, *Cordaïtés*.

L'autre renfermant celles, qui présentaient au contraire, cette réunion de deux bois distincts, non seulement dans les cordons des feuilles, mais encore dans le système ligneux de la tige, telles que les *Poroxylés* et les *Sigillariées*.

Le tableau suivant résume ce mode de classification :

Nota. — La connaissance encore imparfaite des organes de reproduction dans quelques-unes des familles qui composent la deuxième section, l'ignorance complète même, où l'on est à ce sujet pour trois d'entre elles, n'ont pas permis de prendre pour leur classement les mêmes caractères que dans la première section. On a dû recourir aux données fournies par la disposition de leurs organes appendiculaires, et par l'organisation de leur système ligneux.

TABLEAU.

GYMNOSPERMES.

Graines nues. — Chambre pollinique plus ou moins développée au sommet du nucelle. Endosperme apparaissant avant la fécondation et formant des *corpuscules*, ou naissent les oosphères. Pollen subissant des divisions intérieures plus ou moins nombreuses avant d'être aptes à la fécondation. — Homogénéité des éléments constitutifs du système ligneux de la tige.

Monoxyloées.	{ Un seul système ligneux (centrifuge) dans les cordons foliaires et dans la tige.	Fleurs femelles groupées en cône sur un axe commun.	{ Ovules orthotropes renversés.	} Abiétinées.
			{ Ovules orthotropes dressés.	} Cupressinées.
		Fleurs femelles, ou ovules solitaires dans des cupules ouvertes.	{ Fleurs mâles nues, ovule orthotrope dressé, embryon sensiblement égal à l'albumen.	} Taxinées.
			{ Fleurs mâles périanthées, ovules, orthotropes dressés, embryon plus court que l'albumen.	} Gnétacées.
Diploxyloées.	{ Deux systèmes ligneux à accroissement inverse (centripète et centrifuge) dans les cordons foliaires seulement.	Feuilles nombreuses disposées régulièrement autour de la tige.	{ Foliolles de la fronde parcourues par une nervure médiane.	} Cycadées.
			{ Foliolles de la fronde parcourues par des nervures égales et parallèles.	} Zamiées.
	Feuilles disposées en petit nombre autour des tiges ou des rameaux.	{ Cylindre ligneux multiple et sinueux.	} Cycadoxyloées.	
		{ Cylindre ligneux simple circulaire et régulier.	} Cordatiées.	
{ Deux systèmes ligneux à accroissement inverse (centripète et centrifuge) dans les cordons foliaires et dans la tige.	Feuilles disposées en petit nombre autour de la tige et des rameaux.	} Poroxylées.		
		Feuilles nombreuses disposées régulièrement autour de la tige et des rameaux.	} Sigillariées.	

L'anatomie délicate et minutieuse des tiges et des feuilles des végétaux de la période houillère, seule, était capable de démontrer l'existence de cette organisation curieuse appartenant aux Diploxyloées; cette section renferme des familles remarquables, nombreuses en genres et en espèces, dont l'ensemble a contribué largement à la formation de la houille; de plus, au point de vue de l'enchaî-

nement des êtres végétaux, elle vient combler une lacune importante entre l'embranchement des Phanérogames et celui des Cryptogames, lacune que l'on ne soupçonnait pas naguère.

Les Cycadées, d'après les travaux de MM. Mettenius, Van Tieghem, etc., avaient bien montré, dans leur cordons foliaires, la présence de ce double bois, mais son importance n'a été réellement mise en évidence et appréciée sous son véritable jour que lorsque la structure des Cordaïtées, des Poroxyllées et des Sigillaires a été suffisamment connue.

Il en est résulté que les Gymnospermes se sont trouvés rapprochés de certaines Cryptogames vasculaires, par un ensemble de caractères communs assez nombreux pour que beaucoup de paléontologistes pensent que la séparation n'est guère possible entre les deux embranchements. Pour eux, certaines Sigillaires ne doivent pas être distinguées de certains Lépidodendrons, et ces derniers, atteignant un degré d'organisation inconnu parmi les Cryptogames actuelles, auraient été phanérogames par leurs tiges, c'est-à-dire auraient possédé une zone génératrice fonctionnant comme celles de nos grandes Conifères.

Il nous a paru que l'examen de ces questions, qui intéressent au plus haut point l'histoire de l'évolution des organes des plantes, et dont la solution peut modifier considérablement nos idées sur la valeur des Embranchements, devait être abordé avec fruit dans le cours de cette année, puisque dans celui de l'année dernière nous avons insisté sur la structure des Sigillariées.

Nous nous proposons donc, dans ces leçons, de faire l'étude des Cryptogames vasculaires les plus élevées en organisation, de rechercher, au moyen de l'anatomie des tiges, des rameaux, des racines, etc., si réellement quelques-uns d'entre eux acquièrent, comme on le soutient, à un certain moment de leur existence, des caractères phanérogamiques tels, que la distinction devient impossible entre les deux embranchements.

Les lignes qui précèdent nous tracent la marche que nous devons suivre, elle se trouve exposée dans le tableau suivant :

CRYPTOGAMES VASCULAIRES.	
C. HÉTÉROSPORÉES. Il y a deux espèces de spores des macrospores et des microspores, prothalle mâle et prothalle femelle, jamais indépendants de la macrospore ou de la microspore.	Le prothalle femelle remplit la macrospore, la partie qui porte les archégonies paraît seule au dehors, sporanges isolés sur la face supérieure des feuilles. } Lycopodiacées. (Sélaginellées, Isoëtées.)
	Prothalle femelle sortant de la macrospore, sporanges nombreux dans des conceptacles ou fruits. } Rhizocarpiées.
C. ISOSPORÉES. Une seule espèce de spore. Le prothalle végète indépendamment de la spore, et forme finalement des anthéridies et des archégonies.	Prothalle monoïque, souterrain, sporanges naissant sur une ramification de la feuille, en grappe ou en épi. } Ophioglossées.
	Prothalle monoïque, étalé sur le sol, bourgeons endogènes verticillés, sporanges placés sur le bord d'écussons disposés en épis. } Équisétacées.
	Prothalle monoïque étalé sur le sol, sporanges naissant, sous la surface des feuilles. } Fongères.

La classification adoptée dans ce tableau est loin d'être à l'abri de toute critique ; ainsi les *Lycopodiacées* renferment tout à la fois des Cryptogames *hétérosporées* et des Cryptogames *isosporées*, aussi bien parmi les plantes vivantes que parmi les plantes fossiles. Les *Équisétacées* qui sont toutes *isosporées* actuellement, ont renfermé, aux temps anciens, des genres et des familles réunissant les deux sortes de spores. On voit donc que ce mode de classification n'est plus en rapport avec les connaissances actuelles ; nous ferons connaître plus tard, quand l'étude des *Équisétacées* fossiles sera plus complète, un mode de groupement plus rationnel.

Pour le moment, nous ne considérerons ce tableau que comme un guide dont nous ferons ressortir à mesure la marche défectueuse.

CHAPITRE PREMIER

PREMIÈRE CLASSE

LYCOPODIACÉES

Les Lycopodiacées se divisent, comme l'on sait, en deux familles : l'une qui renferme les plantes chez lesquelles on a pu observer deux espèces de spores, telles que les *Lépidodendrées*, les *Selaginellées* et les *Isoëtées* ; l'autre où se trouvent celles qui ne présentent qu'une seule espèce de spores, tels que les *Lycopodium*, *Tmesipteris*, *Phylloglossum*, *Psilotum*.

Dans la première de ces familles, les *Lépidodendrées* l'emportent de beaucoup en variété et en importance sur les *Sélaginellées* et les *Isoëtées*. Aussi pouvons-nous les considérer comme formant une sous-famille, ayant eu un développement immense pendant les premiers temps géologiques.

Elle se montre dès le dépôt des couches dévoniennes inférieures, et même dans le terrain silurien supérieur de Gaspé, sous la forme de plantes assez grêles (*Psilophyton*). Mais ce n'est que dans le dévonien supérieur qu'on rencontre des espèces mieux caractérisées, telles que le *Lep. nothum*, *truncatum*, *acuminatum*, *Veltheimianum*, etc. Après avoir augmenté en nombre et en espèces pendant les dépôts du calcaire carbonifère du Culm, elle devient prépondérante dans la Grauwache supérieure, avec les formes des *Lépidodendrons*, des *Knorria*, *Ulodendrons*, *Halonia*. Elle se maintient riche et variée pendant la formation du terrain houiller inférieur, commence à diminuer dans le terrain houiller moyen, et sa décadence s'achève dans le terrain houiller supérieur ; cette

famille, d'abord si puissante, s'éteint complètement vers le milieu de l'époque permienne dans son dernier représentant le *L. Posthumum*.

Les principaux genres que nous étudierons sont les suivants :

G. PSILOPHYTON, LÉPIDODENDRON, LEPIDOPHILOS, ULODENDRON, BOTHRODENDRON, HALONIA, KNORRIA.

LYCOPODIACÉES HÉTÉROSPORÉES.

PREMIÈRE FAMILLE

LÉPIDODENDRÉES.

G. PSILOPHYTON, Dawson.

Ce sont des plantes dichotomes, naissant d'un rhizome cylindrique garni en dessous de radicules nombreuses. Les feuilles sont disposées en spirales, petites, raides, en forme d'aiguillon, les fructifications fusiformes et en grappes qu'on leur rapporte leur paraissent étrangères. Les jeunes rameaux sont recourbés en crosse à leur extrémité.

La figure 8, planche 16, représente la forme et le port d'une tige de *Psilophyton* encore fixée à son rhizome.

A. *Psilophyton princeps*, Daws (fig. 9, pl. 16).

Tige dressée plusieurs fois dichotome de plus de 4 centimètre de diamètre, feuilles en forme d'épines (fig. 10) légèrement recourbées en haut.

Cette espèce se trouve dans le silurien supérieur de Gaspé.

Psilophyton robustius, Daws.

Tiges dressées, mesurant 6 à 8 millimètres de diamètre, recouvertes par de petites cicatrices linéaires rapprochées les unes des autres provenant peut-être de petites écailles remplaçant les feuilles raides de l'espèce précédente ; son genre de ramification est complètement différent de celui du *Psilophyton princeps* et rappelle plus une Fougère qu'une Lépidodendrée.

Cette espèce se trouve avec la précédente à Gaspé.

M. Dawson a donné la structure de la tige des *Psilophyton*. Elle se compose (*fig. 11, pl. 16*) d'une partie centrale médullaire *a.* composée de cellules à section rectangulaire et disposées par files verticales. Cette moelle est entourée par un cylindre ligneux continu, composé de trachéides rayées.

Ce cylindre est lui-même enveloppé par l'écorce assez épaisse formée de plusieurs couches, la plus interne est parenchymateuse, plus en dehors les cellules s'allongent, s'incrument et prennent un aspect fibreux.

Cette structure de l'axe des *Psilophyton* rappelle certainement celle des *Lépidodendrées*, et se trouve en contradiction avec la disposition des fructifications que leur rapporte M. Dawson et que nous avons représentée figure 12.

De nouvelles recherches sont indispensables pour lever les doutes que font naître ces organes singuliers.

G. LEPIDODENDRON, Sternberg.

Forme des cicatrices.

Les cicatrices foliaires placées sur les troncs des *Lépidodendrons* sont rhomboïdales, plus hautes que larges, celles au contraire qui existent sur les rameaux en même temps qu'elles sont plus petites, sont franchement rhomboïdales.

Généralement les cicatrices des *mamelons* (1) sont contiguës, cependant, nous verrons qu'il y a des exceptions sous ce rapport.

A la partie supérieure du coussinet se trouve la cicatrice laissée par la chute de la partie caduque de la feuille; cette cicatrice qui n'occupe qu'une faible portion de la surface totale du mamelon, est beaucoup moins développée que celles laissées par la chute des feuilles des *Sigillaires*; comme nous l'avons déjà fait remarquer, cette cicatrice a une forme rhomboïdale, les variations qu'elle subit

(1) On entend par mamelon l'ensemble des traces laissées par l'insertion de la feuille proprement dite, par son coussinet, et par des appendices liguliformes, qui étaient quelquefois au-dessus de la feuille.

dans la forme de son contour ont fourni de bons caractères pour distinguer les espèces. Dans les empreintes suffisamment nettes, on reconnaît la présence de trois cicatricules l'une centrale, allongée transversalement et lunulée, quelquefois punctiforme ; les deux autres, latérales, toujours punctiformes et non disposées en forme de parenthèse comme celles des Sigillaires, la cicatricule centrale seule livrait passage à un faisceau vasculaire.

Au-dessous de la cicatrice foliaire sur le coussinet, se voient très fréquemment deux autres cicatricules placées de chaque côté de la carène longitudinale qui parcourt le coussinet suivant sa longueur ; souvent la carène longitudinale est marquée de plis transversaux dus en général à un plissement résultant de la compression qu'a subie le coussinet charnu, lors de la fossilisation.

La disposition des feuilles des *Lépidodendrons* a beaucoup de rapports avec celle des *Lycopodium*, mais les circonvolutions de la spire génératrice sont beaucoup plus nombreuses. Les parastiques se voient assez facilement et servent à reconnaître les orthostiques bien plus difficiles à distinguer, quand la portion de tronc est assez grande pour permettre le retour des parastiques. Le grand tronc du *L. dichotomum* de Prague offre la disposition $\frac{89}{233}$ d'après Max. Braun. La même divergence se retrouverait dans le *L. Veltheimianum* d'après D. Stur. Elle serait, selon le même auteur, de $\frac{144}{377}$ pour le *L. Wolkmannianum*, et de $\frac{34}{89}$ chez le *L. Haidingeri*.

L'arrangement des feuilles d'après les rapports $\frac{21}{55}$ et $\frac{8}{21}$ se rencontre fréquemment dans les *Lépidodendron* du type *aculeatum*.

Dans ces leçons nous ne pouvons citer toutes les espèces qui ont été signalées ou décrites, aussi nous ne ferons qu'indiquer celles qui ont le plus d'intérêt.

1° *Lepidodendron Veltheimianum*, Sternb. (pl. 5, fig. 1 et 2).

Les feuilles du *Lepidodendron Veltheimianum* sont petites, 2 centimètres à peine, lancéolées, légèrement recourbées (fig. 3). Les cicatrices des rameaux sont rhomboïdales, contiguës ; mamelons rhomboïdaux allongés, assez saillants, atteignant sur les tiges âgées

13 à 20 millimètres de longueur et 7 à 8 millimètres de largeur ; angles latéraux arrondis, les extrémités supérieures et inférieures légèrement infléchies, séparées sur les tiges d'une certaine taille par des sillons de 1 à 2 millimètres de largeur. La cicatrice foliaire est placée à peu près au tiers supérieur de la hauteur du mamelon, aussi haute que large, arrondie en dessus ; les côtés inférieurs sont légèrement convexes ; la carène du coussinet est peu marquée et porte plusieurs plis transversaux nets mais courts ; la cicatricule vasculaire est peu visible, les autres sont indistinctes.

D'après M. Stur, les troncs atteignaient un mètre et plus de diamètre. L'écorce devenait alors rugueuse et était marquée de sillons longitudinaux. Quand les cicatrices restaient visibles, elles mesuraient 8 à 10 millimètres de largeur et plus de 20 millimètres de hauteur, la cicatrice foliaire portait trois cicatricules et était surmontée d'une appendice ligulaire, le coussinet était pourvu d'une carène longitudinale crénelée munie de deux verrues latérales.

Le savant viennois regarde comme ayant appartenu au *L. Veltheimianum* des tiges à cicatrices rhomboïdales rappelant celle des *Lepidophloios*, mais plus allongées, ressemblant à des cicatrices de *Lépidodendron*, toutefois plus petites ; ces tiges sont marquées de disques disposés sur deux ou quatre rangs qui seraient les traces d'insertion de *bulbilles*. (Voir la figure 1, planche 3.)

Le *Lépidodendron Veltheimianum* se serait ainsi reproduit au moyen de *bulbilles* se détachant de bonne heure.

Les tiges normales de ce *Lépidodendron* portaient à l'extrémité des rameaux, des cônes solitaires.

Cette espèce ne se trouve que dans le dévonien supérieur et dans les couches inférieures du terrain houiller (Grauwacke, Culm).

A Landeshut, Leisnitz (Silésie), dans les schistes à *Posidonomyes*, à Madgdebourg, à Lautenthal et Clauthal dans le Hartz, à Herborn dans le Nassau, dans les vallées de Thann, de Niederburbach, dans les Vosges, dans le terrain anthracifère de Combres, Régný, Saint-Symphorien-de-Lay (Roannais), dans le Culm de la Basse-Loire, etc.

2° *Lepidodendron nothum*, Unger.

On ne connaît que des rameaux de petite dimension appartenant à cette espèce, les cicatrices sont contiguës, rhomboïdales, terminées en pointe aiguë et confluentes. La structure interne de ce Lépidodendron a été étudiée par Unger, la moelle en est assez réduite, elle est enveloppée par un cylindre ligneux continu formé de trachéides scalariformes, de la périphérie partent des faisceaux vasculaires traversant l'écorce pour se rendre dans les feuilles.

Comme on le verra, cette espèce rappelle par sa structure le *L. Harcourtii*.

Loc. Schistes à Cypridines de Saalfeld en Thuringe.

3° *Lepidodendron corrugatum*, Dawson (*pl.* 5, *fig.* 4, A, B).

Cicatrices du tronc rhomboïdales allongées, aiguës aux deux extrémités. Le coussinet est marqué d'une carène très nette non accompagnée de sillons transversaux, les feuilles sont étroites, linéaires, longues de plusieurs centimètres ; leur cicatrice placée au sommet du coussinet est petite, rhomboïdale plus haute que large ; les angles latéraux et supérieur sont aigus, l'angle inférieur est légèrement tronqué. Les lignes de décurrence du coussinet partent des bords latéraux supérieurs et rejoignent le contour du mamelon vers le milieu de sa hauteur.

Dans les échantillons qui ont été dépouillés de la couche superficielle, les mamelons se montrent séparés par des lignes sail-lantes assez marquées et portent, à peu près vers leur milieu, un sillon longitudinal qui est la trace du faisceau vasculaire foliaire.

Cette espèce caractérise le Culm du Canada, au même titre que le *L. Veltheimianum* caractérise le Culm d'Europe.

4° *Lepidodendron rhombicum* (Presl.) Schimper ou *L. tetragonum* Geinitz, *Bergeria rhombica*, Presl. in Sternb., *Flor. der Worw.*, II tab. LXVIII, fig. 48, *Lepidophloios tetragonus*, Dawson.

Nous réunissons en un seul groupe ces différentes empreintes qui ne sont que des échantillons partiellement décortiqués, de sorte que leur place parmi les Lépidodendrons offre quelque incer-

titude. Dans le *Lepidodendron rhombicum*, Presl., les cicatrices sont rhomboïdales, presque carrées, obscurément carénées, marquées au sommet d'une cicatricule ovale ponctiforme, et mesurent un centimètre en hauteur sur 8 millimètres de largeur.

5° Dans le *Lepidodendron quadratum* (fig. 5, pl. 5), les cicatrices sont légèrement plus grandes, entourées d'un sillon accentué, munies d'une carène saillante au milieu, la cicatricule du sommet est oblongue.

Cette forme de *Lepidodendron* se rencontre dans le terrain houiller inférieur, dans les sphérosidériles de Plass en Bohême, dans les anthracites du Roannais, le terrain houiller de jöggins au Canada, etc.

6° *Lepidodendron Hoffmanni*, F. Roemer (fig. 3, pl. 6).

Les cicatrices raméales sont petites, rhomboïdales, infléchies à leurs deux extrémités; la cicatrice foliaire de petite dimension est rhomboïdale à angles latéraux aigus, les angles supérieurs et inférieurs plus ou moins arrondis. Le coussinet est parcouru par une carène saillante marquée de plis transversaux peu développés. Les lignes de décurrence qui partent des deux bords supérieurs de la cicatrice foliaire gagnent rapidement les côtés arrondis du coussinet. Sur les tiges, les cicatrices foliaires sont ovales, la carène saillante du coussinet est dépourvue de plis transversaux, et ce dernier se montre, immédiatement au-dessous de la cicatrice, marqué de plusieurs plis rayonnants, mais de peu d'étendue.

Loc. Terrain houiller de Presberg près d'Osnabruck.

7° *Lepidodendron aculeatum*, Sternberg (fig. 7, pl. 1; fig. 4, pl. 6).

Mamelons rhomboïdaux atteignant sur les grandes tiges 4 à 5 centimètres de longueur et 1 centimètre de largeur, bords latéraux arrondis, extrémités supérieure et inférieure infléchies en sens contraire, cicatrice foliaire placée un peu au-dessus du milieu de la hauteur du mamelon, aussi haute que large, à angle supérieur arrondi, à côtés inférieurs un peu concaves. Carène très saillante

marquée de plusieurs plis transversaux accentués ; les lignes de décurrence partant des côtés supérieurs de la cicatrice foliaire descendent rapidement et se raccordent avec le contour du mamelon au-dessous de son milieu, vers le tiers ou le quart inférieur de sa hauteur. La cicatricule vasculaire est placée au-dessous du centre de la cicatrice foliaire, accompagnée latéralement de deux cicatricules punctiformes ; immédiatement au-dessous de la cicatrice foliaire, le coussinet présente deux fossettes ovales placées très près de la carène, à surface souvent ponctuée ou chagrinée.

Au-dessus de la cicatrice foliaire, le mamelon est marqué d'un pli transversal du milieu duquel part une ligne saillante, s'élevant jusqu'au sommet du mamelon ; ce pli transversal et la languette qui le surmonte ont été considérés comme les traces laissées par un appendice analogue à la ligule qui se trouve à la face supérieure des feuilles des Isoètes.

Cette espèce et le *Lepidodendron coelatum*, Brongt, qui n'en diffère que par ses cicatrices un peu moins grandes et par l'absence des traces ligulaires paraissent propres au terrain houiller moyen.

On la rencontre à Vicoigne, Vieux-Condé, Anzin, Aniche, Bully-Grenay, Hardinghen, dans les houillères de Belgique, de l'Angleterre, de Pensylvanie, etc., etc.

8° *Lepidodendron obovatum*, Sternberg (pl. 6, fig. 5).

Dans cette espèce, les mamelons sont ovales, rhomboïdaux, longs sur les tiges âgées de 30 millimètres et larges de 12 à 13 millimètres, à angles latéraux arrondis et à côtés un peu flexueux. La cicatrice foliaire est placée au tiers supérieur du mamelon, rhomboïdale, à angle supérieur arrondi, à angle inférieur souvent assez aigu et se prolongeant par une carène très nette, dépourvue le plus souvent de plis transversaux, les lignes de décurrence partent des angles latéraux de la cicatrice foliaire, descendent rapidement et se raccordent avec le contour du mamelon, au-dessous seulement de son milieu. La cicatrice vasculaire est allongée transversalement, placée au-dessous du centre et presque contre le bord inférieur de la cicatrice foliaire, et accompagnée latéralement de deux cicatricules punctiformes.

Au-dessous de la cicatrice foliaire, on remarque deux fossettes arrondies ou ovales placées de part et d'autre de la carène à 1 millimètre de distance de celle-ci à surface souvent ponctuée ou chagrinée, le mamelon porte au-dessus de la cicatrice foliaire un repli transversal qui indique la présence d'un appendice ligulaire.

Cette espèce, beaucoup moins répandue que le *Lepidodendron aculeatum*, se rencontre dans le terrain houiller moyen.

On la trouve à Vicoigne, Aniche, Bull-yGrenay, etc.

9° *Lepidodendron Sternbergii*, Brongt.

Mamelons rhomboïdaux atteignant sur les tiges âgées une longueur de 20 à 30 millimètres et une largeur de 10 à 15 millimètres, à angles latéraux nettement arrondis. La cicatrice foliaire est placée au quart supérieur de la hauteur du mamelon, exactement rhomboïdale, allongée dans le sens horizontal, à angles supérieur et inférieur arrondis ; carène du coussinet nette, mais peu saillante portant quelques légers plis transversaux. Les lignes de décurrence partant des angles latéraux de la cicatrice foliaire, se raccordent avec le contour du mamelon un peu au-dessus de son milieu, cicatrice vasculaire en forme de croissant, placée au centre de la cicatrice accompagnée latéralement de deux cicatrices ponctiformes.

Tiges et rameaux souvent ramifiés par dichotomie, feuilles linéaires longues de 15 à 40 millimètres, larges de 4^{mm},5 à 2 millimètres à la base, raides, parfois un peu arquées. Sur les jeunes rameaux, les mamelons sont moins allongés que sur les tiges et présentent une forme presque carrée. On connaît de cette espèce le tronc, les rameaux et les fruits.

Cette espèce est surtout répandue dans le terrain houiller moyen, mais se rencontre quelquefois à la base du terrain houiller supérieur.

On la trouve à Fresnes, Aniche, Rive-de-Giers, la Mure, etc.

10° *Lepidodendron lycopodioides*, Sternberg.

Lepidodendron elegans, Brongt. (fig. 8, pl. 5).

Tiges paraissant ne pas atteindre de grandes dimensions, mamelons rhomboïdaux saillants, ayant une longueur triple environ de leur largeur, à extrémités aiguës, à angles latéraux arrondis. Cicatrice foliaire placée vers le tiers supérieur de l'axe du mamelon, rhomboïdale, souvent peu nette.

Carène peu visible marquée de plis transversaux nombreux qui s'étendent jusqu'aux bords du mamelon. Cicatricules vasculaires et autres indistinctes.

Tiges fréquemment ramifiées par dichotomie, mais à branches très inégales, feuilles longuement persistantes, longues de 1 à 3 millimètres, larges de 0^{mm},5 à 2 millimètres, marquées d'une nervure assez fine, étalées à la base, puis arquées et redressées vers le haut.

Cette espèce se trouve dans le terrain houiller moyen et à la base du terrain houiller supérieur.

On la rencontre à Raismes, Anzin, la Mure, Bessèges, etc.

11° *Lepidodendron rimosum*, Sternberg (fig. 6 et 7 grossie, pl. 5).

Mamelons rhomboïdaux, fusiformes, allongés à leurs extrémités en pointe aiguë, coussinets saillants, marqués d'une carène très nette. Cicatrice foliaire rhomboïdale à angles aigus, marquée d'une cicatricule vasculaire placée un peu au-dessous du centre et accompagnée de deux autres placées latéralement, quelquefois d'une troisième en-dessous.

Quand il existe des fossettes, elles sont rapprochées un peu au-dessous de la cicatrice foliaire, sur la carène même et semblent n'en former qu'une seule. Les mamelons sont séparés par des bandes assez développées contournant les mamelons et à surface sillonnée longitudinalement.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller moyen de la Bohême, de la Silésie, de la Saxe, de la Westphalie et de la Belgique.

C'est à cette espèce que se rapporterait le *Lepidostrobus variabilis et comosus*. Lindley et Hutton, Brongt. (*H. des végét. foss.*, T. II, tab. XXII, fig. 8; tab. XXIV, fig. 1 et 2; tab. XXV, fig. 4) d'après Geinitz.

Les échantillons de ce *Lepidodendron* trouvés à Essen montrent qu'il se terminait par des racines stigmarioïdes.

12° *Lepidodendron distans*, Lesquereux (fig. 2, pl. 6).

Lepidodendron distans, Lesq. (fig. 10, pl. LXIV, *Coal Flora of Pennsylvania throughout the united states*, 1879).

Mamelons obovales-rhomboidaux, terminés en pointes aiguës aux deux extrémités, légèrement infléchies, longs de 25 à 27 millimètres et large de 10 à 12 millimètres; cicatrice foliaire placée au tiers de la hauteur du mamelon, rhomboïdale, allongée transversalement, cicatricule vasculaire placée vers l'angle inférieur de la cicatrice, accompagnée de deux cicatricules latérales légèrement surélevées. Coussinet parcouru par une carène peu saillante, sillonnée de rides transversales; à droite et à gauche, très près de la cicatrice foliaire, on remarque deux fossettes elliptiques disposées assez obliquement.

Les mamelons sont séparés par des bandes de largeur plus marquée que dans le *Lepidodendron rimosum*, dont cette espèce se rapproche quelque peu; et leur surface est sillonnée par de nombreuses rides longitudinales, mais assez peu marquées.

Cette espèce se rencontre dans les couches houillères moyennes de Pensylvanie.

Lepidodendron ?? *costatum*, Lesquereux.

L. costatum, Lesquereux (pl. LXIV, fig. 4., loc. cit.).

Nous avons figuré (pl. 6, fig. 1) une portion d'un échantillon regardé comme appartenant au genre *Lepidodendron* par le savant paléontologiste de Colombus.

Nous avouons que, pour notre part, la présence des côtes longitudinales très nettes dans la figure, la forme des cicatrices foliaires qui ne rappelle nullement celle laissée par les feuilles de *Lepidodendrons*, celle des coussinets dépourvus de carène, nous auraient fait ranger cet échantillon dans la famille des Sigillaires.

Nous ne citons cette espèce que pour montrer que les empreintes même bien conservées peuvent donner naissance à des divergences d'interprétation, et qu'il n'est pas étonnant dès lors, de voir un certain nombre de paléontologistes, sans tenir compte de la struc-

ture anatomique, fusionner les deux groupes et regarder les Sigillaires comme étant des Cryptogames au même titre que les Lépidodendrons.

13° *Lepidodendron Volkmannianum*, Sternberg (*fig. 8. pl. 1.*)
Lepidodendron Volkmannianum Sternb. (*Vol. I, tab. LIII.*)

Les mamelons se présentent sous la forme de lyre, hauts de 15 à 18 millimètres, larges de 8 à 10 millimètres, arrondis en dessus, tronqués en dessous, le contour du mamelon forme un demi-cercle à la partie supérieure, puis vers le milieu de la hauteur les bords latéraux deviennent brusquement concaves.

La cicatrice foliaire rhomboïdale est allongée transversalement ; l'angle supérieur est arrondi, les deux angles latéraux allongés, aigus, se continuent par une ligne de décurrence très saillante, recourbée en arc et allant rejoindre le contour du mamelon aux deux extrémités du demi-cercle supérieur. La cicatrice foliaire dans les rameaux est surmontée d'une dépression, située immédiatement au-dessus d'elle, devient moins visible sur les tiges âgées ; cicatrice centrale légèrement allongée, transversalement flanquée de deux cicatrices punctiformes.

Le coussinet qui devait être très charnu est fortement déprimé ne présente pas de carène caractérisée, mais de nombreux plis transversaux.

Cette espèce facile à reconnaître se trouve dans les Schistes houillers de la Silésie supérieure, à Zabrze dans la Silésie inférieure, à Waldenburg, à Charlottenbrunn, à Solesmes (département de la Sarthe), etc.

14° *Lepidodendron posthumum*, Weiss. (*fig. 6, pl. 6, grossie.*)
Lepidodendron posthumum, Weiss. *Fos. flora d. jungst. Steinkohlen*, Tab. XVII, f. 3.

Rameaux dont la surface est divisée en aréoles quadrangulaires nombreuses et petites, par deux séries de lignes diagonales striées distantes dans la première, de 3 millimètres, dans la seconde de 2 millimètres. La figure 6, planche 2, montre plusieurs de ces compartiments grossis.

Les mamelons, à peine hauts de 2 millimètres et larges de 1^{mm},8, ont leurs bords latéraux arrondis ; ils sont terminés en pointes aiguës légèrement infléchies et marqués d'une carène saillante. La cicatrice foliaire extrêmement réduite est rhomboïdale, placée au sommet du mamelon, et ne laisse voir qu'une cicatricule vasculaire ponctiforme.

Cette espèce qui est remarquable par la petitesse de ses cicatrices est celle qui, jusqu'à ce jour, a été rencontrée dans les couches les plus élevées du terrain primaire ; elle est pour ainsi dire le dernier représentant de la grande famille des Lépidodendrons qui a joué un rôle si important dans la flore ancienne.

Elle se trouve dans les sphérosidérites subordonnés aux schistes de Lebach dans les environs de Saarbruck. (Terrain permien.)

G. RHYTIDOPHLOIOS, Corda.

Corda a établi ce genre (1) pour des tiges, que la forme des cicatrices ovales rhomboïdales doivent faire ranger parmi les Lépidodendrons.

Il distingue l'espèce suivante :

Rhytidophloios tenuis, Corda.

Tiges peu développées, cylindres ligneux minces entourant une large moelle. Écorce couverte de cicatrices fusiformes, en contact par leurs extrémités, disposées en spirale autour de la tige, marquées d'une cicatricule foliaire rhomboïdale transverse à angles latéraux et supérieurs arrondis, située un peu au-dessus de la moitié de la hauteur du coussinet.

Dans le schiste houiller de Radnitz (Bohême).

(1) *Beitr. zur Flora*, p. 30, tab. IX, f. 20.

CHAPITRE II

STRUCTURE ANATOMIQUE DES TIGES DE LÉPIDODENDRONS.

Historique. — Le premier rameau qui ait fait connaître exactement la structure interne des Lépidodendrons est celui qui a été rencontré dans le terrain houiller inférieur de Hesley-Heat, dans le Northumberland, par Vernon Harcourt, recteur de Rothbury. Il fut étudié par Witham (1) qui lui donna le nom de *Lepidodendron Harcourtii*.

L'étude de ce rameau fut reprise de nouveau par Lindley et Hutton (2) et ensuite par Ad. Brongniart (3), elle est venue confirmer le rapprochement qu'avait fait ce dernier, entre les *Lépidodendrons* et certaines *Lycopodiacées*, d'après la comparaison quelquefois incertaine des empreintes. Car pour Witham et les auteurs du *Fossil Flora*, les Lépidodendrons sont des plantes en quelque sorte de transition entre les Lycopodiacées et les Conifères, tandis que pour Brongniart ce sont de vraies Lycopodiacées, voisines des *Psilotum* et *Tmesipteris*.

D'autres rameaux de *Lepidodendrons* ont été découverts depuis, assez rarement toutefois, avec leur structure conservée Unger a fait connaître la structure du *Lepidodendron nothum* et celle du *Lepidodendron Richteri* en déclarant que leur organisation ne diffère pas sensiblement de celle du *Lepidodendron Harcourtii* (4).

(1) *Trans. of. nat. hist. Soc. of Newcastle*, 1832, et *Fossil vegetables found in the carboniferous deposits*, Édimbourg, 1833.

(2) *Fossil flora of Great Brit.*, t. II, p. 46.

(3) Structure comparée du *Sigillaria elegans* avec celle des *Lépidodendrons* et *Stigmaria* (*Archives du Muséum*), t. I, 1839.

(4) *Beitrag zur Palæontographia des Thuringer Waldes*, 1856.

Il en est de même pour le *Lomatophloios crassicaulis* étudié par Corda (1) et pour les divers *Lépidodendrons* décrits par M. Binney un seul excepté le *Lépidodendron vasculare* (2), qui n'est que l'état jeune du *Sigillaria vasularis* du même auteur.

Les tiges de *Halonia*, de *Ulodendrons* décrites et figurées par M. Dawes (3), Binney (4), Williamson (5), ne s'éloignent pas sensiblement non plus, par leur structure, de celle du *Lépidodendron Harcourtii*.

Nous-même avons fait connaître la structure du *Lépidodendron Rhodumnense*, et celle du *Lépidodendron Jutieri* (N. Archives du Muséum, t. II, 2^e série).

De l'ensemble de ces recherches, il résulte que l'organisation de la famille des *Lépidodendrées*, quant à la tige, est établie sur des bases absolument certaines et peut fournir des éléments les plus sérieux pour discuter la valeur des opinions émises jusqu'à ce moment, par beaucoup de paléontologistes, qui confondent dans la même famille les *Lépidodendrons* et les *Sigillaires*.

Nous verrons un peu plus loin que les *Lépidodendrées* non seulement par leur tige, mais encore par la forme des cicatrices laissées par la chute des feuilles, par l'organisation et la disposition de leurs appareils reproducteurs, et par la structure de leurs racines (rhizomes) décrites et figurées par les auteurs mêmes, qui réunissent en un même groupe les Sigillaires et les Lépidodendrons présentent un ensemble de caractères concordants qui en font des Cryptogames vasculaires très élevées en organisation, tandis que la structure de la tige, des cicatrices foliaires des rhizomes et des racines attribuées avec la plus grande certitude aux Sigillaires, forme une réunion de caractères phanérogames également concordants qui séparent ces plantes des premières, mais dénotent un type

(1) *Beitrag zur Flora des Vorwelt*, 1845.

(2) *Observations on the structure of plant found in the carboniferous strata*; London palæontographic society, 1871.

(3) Vol. IV. of the *Quat. Journ. Geol. Soc.*, 1848.

(4) Binney, *loc. cit.*

(5) Williamson, *On the organisation of the fossil plants of the coal measures Lycopodiacées* *Philos. Transact.*, 1871, 1872.

de végétaux disparus, ayant comblé jadis une des lacunes qui existent aujourd'hui entre les *Lycopodiacées hétérosporées* et les *Gymnospermes diploxylées*.

Dans l'exposition de la structure de la tige des *Lépidodendrons*, nous suivrons l'ordre de leur apparition sur le globe, les plus anciens étant ceux qui nous fournissent maintenant les notions les plus complètes sur leur organisation.

De récentes découvertes ont montré que les *Lépidodendrons* ne peuvent plus être représentés par le type unique du *Lépidodendron Harcourtii*, mais qu'ils se rattachent à trois formes distinctes :

- 1° *Lépidodendron Rhodumnense*, B. R. ;
- 2° *Lépidodendron Harcourtii*, Wiham ;
- 3° *Lépidodendron Jutieri*, B. R.

PREMIER TYPE.

LEPIDODENDRON RHODUMNENSE, B. R. (*pl.* 3).

La structure de la tige, celle de jeunes rameaux et des fructifications a été étudiée sur des échantillons recueillis par M. Grand'Eury et par nous à Combres dans les bancs quartzeux appartenant à l'étage du Culm qui existent encore en place aux environs de Saint-Symphorien de Laye, de Combres et de Régnv (Loire).

Rameaux. — Le diamètre des rameaux est d'environ 2 millimètres. Ces derniers portent encore des portions de feuilles disposées en spirale suivant l'ordre $\frac{2}{11}$ (*fig.* 1, *pl.* 3); celles-ci s'éloignent d'abord presque horizontalement et, à une distance d'environ 2 millimètres, se redressent parallèlement au rameau.

Une coupe transversale, faite près de leur base, présente la forme d'un quadrilatère à côtes légèrement concaves, plus large dans le sens transversal que dans celui de la hauteur (*fig.* 4), les angles supérieurs et inférieurs sont plus arrondis que les angles latéraux, avec la trace d'un seul faisceau vasculaire au centre de la cicatrice.

La forme de cette section offre quelque analogie avec les cicatrices du *L. tetragonum* que l'on rencontre assez souvent à l'état

d'empreinte dans les schistes et grès à anthracite de la même localité.

Dans la partie redressée de la feuille, les sections transversales sont un peu différentes; elles se présentent sous la forme de croissant, la face supérieure ou interne est à peine concave, tandis que la face opposée offre une convexité marquée; on distingue encore, vers le milieu, les traces du faisceau unique qui les parcourt.

Sur une coupe transversale du jeune rameau (*fig. 2, pl. 3*), on reconnaît aisément que la partie centrale est occupée par un cylindre *plein*, entièrement vasculaire, sans aucune trace de tissu cellulaire interposé (*fig. 2 et 3, pl. 3*).

Les trachéides qui le composent sont toutes rayées (*fig. 1 et 5*), et ceux dont le diamètre est le plus considérable occupent le centre (*fig. 3*).

Le cylindre ligneux offre à sa périphérie onze saillies (au lieu de dix figurées par erreur par le dessinateur) (*fig. 2*), déterminées par autant de faisceaux vasculaires placés à la circonférence du cylindre ligneux, et formés d'éléments rayés ou spiralés de plus faible diamètre; c'est de ces faisceaux et alternativement de deux en deux que partent les cordons foliaires; ceux-ci quittent presque horizontalement le cylindre (*fig. 1, f*) pour se porter en ligne droite vers les feuilles.

Immédiatement autour du cylindre ligneux, se trouve une assise de deux ou trois rangées de cellules, à parois minces, plus hautes que larges, non terminées en biseau et qui forment la gaine protectrice du faisceau.

Plus en dehors se trouve un espace vide *l* probablement rempli autrefois de tissu lacuneux, à cellules rameuses ou étoilées, analogue à celui qui constitue le parenchyme entourant le système vasculaire des Sélaginelles, et que j'ai retrouvé en partie et occupant la même position dans les cônes reproducteurs des Lépido-dendrons.

Cet espace vide est limité extérieurement par une couche de cellules à sections rectangulaires, disposées en séries régulières, sur deux ou trois rangs, que l'on pourrait prendre pour des cellules subéreuses si leur position était différente; il est probable

cependant que c'est cette couche, douée d'une activité très grande, qui a donné naissance à la zone particulière extrêmement développée dans les tiges âgées et dont il sera question plus loin.

En dehors de cette couche se trouve une zone épaisse de cellules prosenchymateuses à parois épaissies, plus hautes que larges, terminées sensiblement en pointe; c'est une des parties les plus considérables de l'écorce dans les jeunes rameaux, mais qui a disparu par exfoliation dans les vieilles tiges.

La section représentée figure 2, montre un contour extérieur, avec des proéminences variant de forme et dues à la rencontre des coussinets foliaires sur différents points de leur hauteur; une feuille a été coupée en partie vers sa base *f*, quelques autres *f'*, tenant encore au rameau, ont été rencontrées à des points divers de la partie dressée du limbe.

Contrairement à ce qui existe dans la plupart des descriptions de rameaux de *Lépidodendrons*, l'axe ligneux *a* occupe exactement la partie centrale; c'est qu'il a été maintenu dans cette position par les cordons foliaires (*f*, *fig. 1*), dirigés horizontalement.

Tige. — La tige du *Lépidodendron Rhodumnense*, étudiée, dont une partie est représentée de grandeur naturelle (*fig. 6*, *pl. 3*) atteignait près de 5 centimètres de diamètre.

Au centre, on remarque un cylindre ligneux, un peu déformé, presque plein, dont les diamètres extérieurs sont 15 à 22 millimètres.

La cavité centrale, due soit à un déchirement du tissu, soit à ce que le procambium n'a pas achevé sa lignification, est cylindrique, dans les échantillons non déformés, toujours de dimension extrêmement réduite, et ne présentant que des traces douteuses de tissu cellulaire.

Le tissu ligneux se compose de trachéïdes scalariformes (*fig. 8*, *pl. 3*), d'un diamètre considérable, 0^{mm},17 en *b*, au centre, mais plus petit, 0^{mm},1 en *a*, à la périphérie. Elles sont disposées irrégulièrement (*fig. 7*) et sans aucune trace de tissu cellulaire interposé (*fig. 8*), comme dans les rameaux précédemment décrits.

A la circonférence, on voit de nombreux faisceaux vasculaires

(fig. 7.) adhérents au cylindre ligneux, ou déjà séparés de la périphérie de ce dernier pour se porter vers les feuilles.

L'écorce qui atteint 12 à 15 millimètres dans l'échantillon figuré est incomplète. On en trouve parfois des fragments d'une épaisseur bien plus considérable, mais détachés de l'axe ligneux.

Ils se distinguent facilement sur une coupe transversale, par une alternance de zones claires et foncées (fig. 6).

Par sa structure, cette écorce rappelle dans une certaine mesure celle du *Sigillaria spinulosa* décrite dans la première partie du Cours.

La portion de coupe transversale (fig. 9) se montre formée, en effet, d'un réseau cellulaire *b*, dont les mailles sont remplies d'autres cellules plus grandes *a*, à section rectangulaire et à parois peu épaissies. Dans la partie moyenne plus interne de l'écorce, les mailles du réseau sont plus serrées et les lames cellulaires qui les forment moins sinueuses. La région profonde ne présente plus de mailles apparentes; le tissu régulier y est disposé en séries rayonnantes.

Vues sur une coupe radiale, les cellules qui forment le réseau sont allongées (*b*, fig. 10) à section rectangulaire, terminées en biseau surbaissé, alternant régulièrement les unes avec les autres et formant des bandes radiales très nettes.

Sur une coupe verticale tangentielle, elles se montrent terminées en pointe aux deux extrémités (fig. 12 *b* et 11 plus grossie) parce qu'elles sont prises dans une région plus interne de l'écorce, là où les cellules *a*, intercalées dans les mailles du réseau, disparaissent.

L'apparence de zones concentriques, alternativement foncées et plus claires, est due à la soudure et à l'écartement qui se succèdent des lames cellulaires qui forment le réseau; dans les points de contact, les cellules à parois épaissies sont plus nombreuses et produisent l'apparence de zones concentriques.

Ces cellules ont exactement la même forme que celles qui constituent le tissu désigné sous le nom de prosenchyme par Brongniart dans sa description du *Sigillaria elegans* (1). Ce sont elles qui repré-

(1) *Loc. cit.*, fig., 2, pl. 2.

sentent le *bast tissue* de M. Dawson, et que j'ai regardées comme une disposition du tissu subéreux dans l'étude du *Sig. spinulosa* (1).

Quelle que soit l'origine de cette partie de l'écorce, difficile à bien préciser dans les plantes fossiles, son rôle devait être important, puisqu'on la retrouve à la fois, avec un développement énorme, dans les Sigillaires et les Lépidodendrons ; elle devait avoir pour but de les protéger et de soutenir l'axe ligneux, bien peu accentué surtout dans ces dernières plantes à cause de son mode de production.

On connaît du reste la prédominance de l'écorce sur le bois, dans presque toutes les plantes arborescentes de l'époque de la houille, et c'est à la solidité de leur enveloppe corticale bien plus souvent qu'à celle de leur axe ligneux, qu'elles devaient la possibilité de pouvoir résister aux intempéries et rester debout.

Dans les *mêmes* fragments silicieux, on rencontre des fragments de cônes renfermant encore un grand nombre de sporangés. Les uns contiennent d'innombrables microspores, les autres de nombreuses macrospores. Les macrosporangés placés à la base des cônes sont en général déchirés, et les macrospores échappées forment des agglomérations de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Les sporangés sont supportés par des bractées dont on voit une coupe transversale (*fig. 13, pl. 3*) traversée par un faisceau vasculaire unique.

Les microsporangés longs de près de deux centimètres avaient une section transversale représentée figure 16, plus haute que large.

La paroi de l'enveloppe n'était formée que d'une seule couche de cellules, moins complexes par conséquent que celles des sporangés que nous étudierons plus loin, et appartenant à des cônes que l'on n'a pu rapporter d'une manière précise à des Lépidodendrons connus. La déhiscence se faisait à la partie inférieure suivant une ligne *n*, parallèle à l'axe du sporangé.

Les microspores encore groupées par 4 (*fig. 17, n*) ou sépa-

(1) *Mém. des sav. étr. à l'Acad.*, t. XXII.

rées (*m*) sont parfaitement distinctes et souvent renfermées dans le microsporange dont la déhiscence ne s'était pas encore effectuée.

Les angles sont fortement accusés et leur dimension suivant l'axe du tétraèdre représentant la microspore est d'environ 0^{mm},1.

Les macrospores se présentent sous la forme de petites sphères à parois minces et coriaces, ayant à peu près 0^{mm},8 de diamètre (*fig. 14*), surmontées d'un petit canal de forme conique communiquant avec une cavité *c*.

Dans quelques macrospores on distingue (*fig. 14 b*, et *fig. 15 t*) dans l'intérieur d'un tissu cellulaire plusieurs corps ovoïdes pluricellulaires *l*, dont il est difficile de préciser actuellement la nature.

Si par la présence de microsporangés et de macrosporangés réunis dans un même cône, ou comme nous le verrons plus loin dans des cônes distincts, les Lépidodendrons se rapprochent des Lycopodiacées hétérosporées; on voit toutefois qu'ils en diffèrent notablement dès que l'on pénètre dans les détails, et leur étude n'est pas encore assez avancée pour que l'on puisse avoir quelques données précises sur la manière dont les microspores effectuaient la fécondation des macrospores, ni sur le mode de germination de ces dernières.

DEUXIÈME TYPE.

LEPIDODENDRON HARCOURTH, Witham.

La figure 1, planche 4 représente une portion du rameau de Lépidodendron découvert dans le terrain houiller inférieur de Hesley-Heat, dans le Northumberland, par Vernon Harcourt, recteur de Rothbury. Elle fut étudiée en premier lieu, comme nous le savons, par Witham qui lui donna le nom de *L. Harcourthii*.

L'échantillon mesure 4 centimètres environ de diamètre, les contours des mamelons sont encore distincts à la surface; ils sont ovales, rhomboïdaux, aigus aux deux extrémités, parcourus par une carène médiane.

Les cicatrices ne sont pas contiguës. Malheureusement les détails des cicatrices foliaires manquent, et l'identification de ce spécimen

classique avec quelques *Lépidodendrons* connus est impossible ; cependant son gisement, commun avec le *L. Veltheimianum*, dans les couches inférieures du terrain houiller correspondant au Culm, pourrait faire supposer quelque parenté d'origine.

La coupe représentée figure 2, planche 4, d'après une section conservée au Muséum d'histoire naturelle et figurée par Brongniart, fait connaître pour ce deuxième type une disposition et une structure tout à fait différentes de ce que nous venons de voir dans le *Lépidodendron Rhodumnense*.

En effet, le cylindre ligneux *a* ne dépasse pas 1 millimètre en épaisseur, et 8 millimètres en diamètre ; il forme un anneau continu, renfermant une moelle relativement volumineuse. Cette dernière est formée de cellules polyédriques un peu plus hautes que larges ; mais, le plus souvent, il n'en reste que des lambeaux épars.

Le cylindre ligneux plus résistant, est composé de trachéïdes rayées (*fig. 4*), dont le diamètre va croissant de la périphérie au centre. Ces trachéïdes sont disposées sans ordre, et ne contiennent aucun tissu cellulaire interposé. Sur son bord extérieur, on remarque des dentelures (*fig. 3, c*), formées par des faisceaux de trachéïdes de très petit diamètre, qui sont les centres de différenciation, et en même temps le point de départ des cordons, dont les anastomoses forment les faisceaux vasculaires *f, e*, qui se dirigent vers les feuilles (*fig. 3 et 4*). Ces faisceaux s'écartent d'abord lentement de l'axe, puis, se recourbant, se dirigent presque horizontalement vers les cicatrices extérieures. La coupe transversale de l'un d'eux, (*g, fig. 3*) offre une section légèrement arquée, des cellules spirales se remarquent aux deux extrémités latérales et à l'extérieur du faisceau en *h* se trouvent les éléments les plus épaissis du liber.

Le cylindre ligneux est entouré d'un tissu cellulaire très peu résistant, dont il ne reste que quelques débris ; plus extérieurement, on rencontre une couche de cellules plus résistantes, polygonales (*i, fig. 5*), puis une zone de cellules étroites, *k*, allongées, disposées en séries régulières qui, aux yeux de quelques savants anglais,

rappellerait la structure du bois de conifères, mais qui en réalité ne représente qu'une couche subéreuse, correspondant à celle que nous avons étudiée dans le *L. Rhodumnense*, mais plus simple dans sa composition.

Le plus grand diamètre du *L. Harcourtii* est de 0^m,042 et le plus petit de 0^m,035 environ.

Certains *Halonia*, *H. regularis*, comme nous le verrons plus loin, ont été regardés comme des racines de *L. Harcourtii* par MM. Dawes, Binney, etc. Nous discuterons cette opinion en étudiant les racines des Lépidodendrons.

Aucun des observateurs qui se sont occupés du *L. Harcourtii*, tels que Witham, Brongniart, Binney, etc., n'a signalé de production ligneuse exogène en dehors du cercle de faisceaux vasculaires d'où partent les cordons foliaires. Le système ligneux dans ce Lépidodendron se réduit donc à un anneau de trachéides dont le développement s'est effectué de la périphérie au centre et entoure une moelle centrale; cette structure se retrouve dans les rameaux appartenant à ce type, mais beaucoup plus petits, et dans lesquels le diamètre de l'anneau ligneux n'est plus que de 0^{mm},5. La disposition des tissus précédemment décrits reste la même; il y a encore une moelle centrale, et des cordons foliaires partant de la périphérie du cylindre ligneux pour se porter vers les feuilles.

On peut donc conclure que la différence de diamètre des rameaux de Lépidodendron n'apporte pas de changements dans la disposition générale des tissus qui les composent.

TROISIÈME TYPE.

LEPIDODENDRON JUTIERI, B. R.

Ce type est représenté par un fragment de tige fendu suivant sa longueur, et la section passe en partie par l'axe; sa longueur est d'environ 105 millimètres, son diamètre à la base de 58 millimètres et à l'extrémité opposée de 40 millimètres.

Dans ce Lépidodendron, le cylindre ligneux au lieu d'être continu

comme dans le *L. Harcourtii* n'est formé que par une couronne de faisceaux vasculaires, d'où se détachent les cordons qui se rendent aux feuilles; ces cordons, à partir de l'axe, décrivent de bas en haut un arc, dont l'extrémité périphérique se recourbe brusquement en crochet dirigé de haut en bas et se relève ensuite pour entrer dans la feuille.

Sur une section transversale, le cordon foliaire se montre, à sa sortie de l'écorce, sous la forme d'un croissant dont les pointes sont dirigées vers le haut. La cicatrice *foliaire*, ovale, rhomboïdale est plus haute que large, l'angle inférieur est arrondi, une échancrure existe au bord supérieur, et *au-dessus* de la cicatricule lunulée vasculaire placée un peu au-dessous du milieu de la cicatrice foliaire, on voit deux petites fossettes elliptiques occupant la partie supérieure de la cicatrice.

Les mamelons de forme rhomboïdale allongée ont leur angle supérieur arrondi, leur angle inférieur tronqué, les bords anguleux vers le milieu de la hauteur du mamelon, les côtés latéraux supérieurs sont un peu convexes, les côtés latéraux inférieurs au contraire légèrement concaves. L'ensemble rappelle quelque peu les cicatrices du *L. Volkmanianum*, sans pourtant que l'assimilation soit possible. L'ordre phyllotaxique paraît répondre à $\frac{2}{9}$.

Le coussinet ne présente pas de carène, mais sur son milieu une fossette assez accentuée.

L'écorce complètement parenchymateuse est d'une épaisseur considérable, et ne renferme, en dehors de la couronne vasculaire signalée plus haut, aucune production ligneuse exogène.

Le tableau suivant résume les caractères essentiels qui appartiennent aux tiges de Lépidodendrons dont il vient d'être question.

TABLEAU.

CLASSIFICATION DES LÉPIDODENDRONS D'APRÈS LA STRUCTURE DE LA TIGE.

Bois formé de trachéides rayées, s'accroissant toujours en direction centripète, cordons foliaires nombreux naissant toujours de la périphérie de l'axe ligneux, et présentant à certaine distance de leur point d'origine deux centres latéraux d'éléments plus fins spirales.	Cylindre ligneux vasculaire centripète continu.	Cylindre ligneux vasculaire, sans moelle incluse. Ecorce épaisse formée de tissus subéreux disposé en réseau et de tissu parenchymateux.	1 ^{re} SECTION. Type. L. Rhodumneuse.
		Cylindre ligneux vasculaire entourant une moelle centrale, écorce épaisse, formée de tissu subéreux disposé en lames rayonnantes, et de tissu parenchymateux.	2 ^e SECTION. Type. L. Harcourtii. Lomatophlois crassicaulis, Halonia, etc.
		Cylindre ligneux formé d'un cercle discontinu de faisceaux vasculaires entourant une moelle centrale, écorce épaisse parenchymateuse.	3 ^e SECTION. Type. L. Jutieri.

Dans un mémoire récent (1), M. Williamson s'est appuyé sur cette classification des Lépidodendrons, pour présenter un nouvel argument en faveur de l'opinion qu'il soutient, que les Lépidodendrons sont l'état jeune des Sigillaires. Les trois types : *L. Jutieri*, *L. Harcourtii* et *L. Rhodumneuse*, seraient respectivement, le premier âge des Sigillaires représentées par les trois formes actuellement connues : *S. clatharia*, *Diploxyton* et *S. vascularis*.

Nous discuterons plus loin la valeur de cet argument qui ne repose pas, selon nous, sur des bases bien solides.

(1) *On the organisation of the fossil plants*, part. XI. Philosophical transactions, 1881.

CHAPITRE III

FRUCTIFICATIONS DES LÉPIDODENDRONS.

Les fructifications des Lépidodendrons sont connues sous le nom de *Lepidostrobus*. Ce sont des strobiles cylindriques, ovales ou oblongs.

Les bractées qui supportent les sporanges sont insérées perpendiculairement à l'axe ; c'est sur la partie horizontale que les sporanges sont placés , tantôt adhérents sur toute la longueur, tantôt soudés par leur milieu seulement, ou bien encore par l'extrémité la plus éloignée de l'axe du strobile ; la déhiscence varie, elle est longitudinale , se fait tantôt vers la base du sporange, tantôt sur les côtés.

Les sporanges renferment soit des microspores, soit des macrospores. Les microsporangies et les macrosporangies sont tantôt réunis dans un même cône, tantôt contenus dans des cônes séparés.

Les strobiles des Lépidodendrons ont d'abord été regardés comme appartenant à des Conifères. Volkmann (1) en a figuré un bel échantillon qu'il rapporte à un mélèze. Ils s'en distinguent facilement par leurs bractées qui sont dirigées d'abord normalement à l'axe , et se redressent ensuite brusquement en prenant la forme des feuilles du reste de la tige, ou bien celle d'une écaille lancéolée plus ou moins développée, quelquefois prolongée en dessous, comme on le voit chez quelques Lycopodiacées.

La portion limbale de la feuille, en se désarticulant à la partie coudée et épaissie, laisse à la surface du cône des cicatrices plus ou moins semblables à celles des feuilles de la tige. On a considéré (Schim-

(1) Volkman, *Silesia subterranea*, 1720, tab. XXII, fig. 4.

per, Stur) la partie horizontale de la bractée qui porte le sporange comme le représentant morphologique du coussinet foliaire.

Les microspores sont petites, réunies par 4 comme celles des Lycopodiacées, et tétraédriques; les macrospores sont grandes, visibles à l'œil nu. L'axe ligneux du cône ne diffère en rien, par sa structure, de l'axe ligneux de la tige.

Tantôt on les rencontre à l'état d'empreinte et quelquefois tenant encore à l'extrémité du rameau qui les portait, tantôt à l'état carbonaté ou silicifié; ce dernier mode de conservation a permis d'en connaître la structure interne dans tous ses détails.

A. LEPIDOSTROBUS A L'ÉTAT D'EMPREINTE.

Nous ne citerons parmi ces *Lepidostrobus* que les suivants.

1° *Lepidostrobus variabilis*, Lind. et Hutton.

Strobile exactement cylindrique long de 40 à 47 centimètres, large de deux environ; les bractées se terminent en un appendice foliacé, lancéolé et assez court. (Lind. et Hutton, *Fos. Flora*, Tab. X, XI.)

Se rencontre dans le terrain houiller partout où se trouve le *Lepidodendron dichotomum*, dont il pourrait bien être la fructification.

2° *Lepidostrobus Faudelii*, Schimp. (*fig. 6, pl. 7*).

L'axe de ce strobile est épais et porte de nombreuses bractées de 15 à 18 millimètres de longueur; la partie horizontale est grêle, étroite; la partie au contraire qui se redressait légèrement est dilatée en une expansion rhomboïdale terminée en pointe aiguë, et qui rappelle le fer d'une lance.

Ce *Lepidostrobus* est fréquent dans la grauwache de la vallée de Thann, ainsi que le *knorria imbricata* dont il représente peut-être la fructification.

3° *Lepidostrobus attenuatus*, Goep.

Strobile cylindro-conique, contracté à la base, long de plus de 6 centimètres et large de 10 à 12 millimètres, bractées offrant une

extrémité peltôïde, imbriquées, sporanges de forme prismatique.

Ce fossile se rencontre dans la formation permienne de Braunau, en Bohême.

B. LEPIDOSTROBUS A STRUCTURE INTERNE CONSERVÉE.

Les *Lepidostrobus* dont on a pu étudier la structure interne, se divisent en trois catégories :

- a) ceux qui renferment à la fois des *microspores* et des *macrospores* ;
- b) ceux qui ne renferment que des *microspores*, soit parce que telle était leur organisation, soit parce que la partie qui contenait les microsporanges seule a été rencontrée jusqu'ici ;
- c) Ceux enfin qui pour les mêmes raisons n'ont montré que des *macrospores*.

a) 1. *Lepidostrobus Dabadianus*, Schimp. (fig 9 et 10, pl. 6, réduites de moitié).

Ce *lepidostrobus* de forme cylindrique oblongue mesure $11 \frac{1}{2}$ de longueur, et 5 centimètres au milieu, en largeur. Sa surface est couverte de cicatrices rhomboïdales, à angles supérieur et inférieur arrondis, les angles latéraux sont aigus, le diamètre transversal est un peu plus grand que le diamètre longitudinal. Les cicatrices sont contiguës, marquées à leur centre d'un mamelon, plus ou moins accusé au milieu duquel passe le faisceau vasculaire, et disposées suivant l'ordre $\frac{2}{27}$. Les macrosporanges sont placés à la base du cône sur les $\frac{2}{3}$ de la hauteur, les microsporanges disposés immédiatement au-dessus en occupent les trois autres cinquièmes. A l'extérieur, on ne remarque aucun changement de forme entre les cicatrices des bractées qui portent les macrosporanges et celles qui portent les microsporanges.

Les macrospores (fig. 11 et 12) sont globuleuses, triradiées sur un côté et non surmontées d'un petit canal conique comme celles qui appartiennent au *Lepidodendron Rhodumnense*.

Les microspores sont petites, réunies par 4 et ne diffèrent pas sensiblement des microspores de nos Lycopodiacées.

Ce cône a été trouvé dans un terrain meuble à l'entrée de la vallée de Volpé, dans la Haute-Garonne, par conséquent en dehors de la couche carbonifère qui le renfermait en premier lieu.

L'axe ligneux ne diffère en rien, par sa structure, de l'axe du *Lepidodendron Harcourtii*; il entoure une moelle centrale mal conservée et les cordons foliaires prennent naissance à son bord extérieur.

b) 1° *Lepidostrobus Brownii* (Brongt.), Sch. (fig. 7 et 8).

Cicatrices rhomboïdales, disposées suivant l'ordre $\frac{2}{27}$, le diamètre du cône est de 6 cent. $\frac{2}{3}$ à la base, et $4\frac{1}{2}$ à la partie supérieure, les sporanges occupent presque toute l'étendue des bractées; ils mesurent 22 millimètres de longueur et 4 de largeur, ils renferment des microspores encore groupées par 4.

La portion représentée figure 8, appartient à la partie inférieure du cône, si on s'en rapporte à la forme arrondie de l'échantillon qui malheureusement a été roulé. Le fragment conservé dans les collections du Muséum est conique, et ne renferme que des microsporangies. La surface de base usée naturellement est trop régulière pour avoir correspondu à une cassure qui aurait perdu peu à peu ses irrégularités, par le fait de cette usure. Nous pensons donc que c'est la base du cône.

L'axe ligneux présente la structure particulière offerte par le *L. Rhodumnense*, c'est-à-dire que la moelle centrale n'existe pas; le cylindre ligneux formé de trachéides rayées est complètement vasculaire, par conséquent ce *Lepidostrobus* appartient aux *Lépidodendrons* de la première section.

La localité où a été trouvé cet échantillon est inconnue; la moitié qui correspond à celle représentée figure 6 se trouve au Musée de Strasbourg.

2° *Lepidostrobus ornatus*, Lind. et Hutton (fig. 13 et 14, pl. 6).

Strobile oblong, long de 6 centimètres environ, large de 2, la surface est couverte d'écailles lancéolées, imbriquées; l'extrémité horizontale de la bractée se renfle et s'incurve en dessous, pour

recouvrir et protéger le sporange; les cicatrices laissées par la partie limbale sont rhomboïdales, allongées transversalement. Les sporanges sont fixés à la bractée sur une petite partie *m* de leur étendue et près de l'extrémité antérieure.

3° *Lepidostrobos Rouvillei*, Sap. (*fig. 1, 2 et 3, pl. 7*).

Ce strobile n'est connu que par un fragment un peu aplati mesurant cinq centimètres de large sur son grand diamètre et 4 centimètres sur son petit, long de deux centimètres à peine.

M. de Saporta en a donné la description partielle (*Evolution des cryptogames*, p. 193).

Le cylindre ligneux formé de trachéides rayées rappelle celui du *L. Harcourtii* avec cette différence pourtant que la moelle dans ce *Lepidostrobos* est formée de cellules très allongées en hauteur, à parois minces et terminées souvent en biseau, tandis que dans le *L. Harcourtii* les cellules de la moelle, comme nous l'avons vu, sont à peu près isodiamétrales.

Le cylindre ligneux est entouré d'une gaine de cellules à sections rectangulaires, un peu plus hautes que larges, et relié à l'écorce par un tissu lacuneux formé de cellules rameuses rappelant celui qui existe, mais moins développé, sur certaines faces des bandes vasculaires des Sélaginelles. L'écorce est formée de deux assises, la plus interne est composée de cellules rectangulaires plus hautes que larges, à parois minces, tandis que l'assise externe est constituée principalement par des cellules allongées fortement incrustées. La surface de l'écorce est tapissée de poils nombreux qui s'étendent jusque sur les bractées.

Les sporanges dont l'enveloppe est formée de deux enveloppes, l'une extérieure, dure et coriace, l'autre interne qui paraît être les restes du tissu cellulaire intérieur, sont soudés aux bractées, sur la moitié de leur longueur, par l'extrémité la plus éloignée de l'axe. Chaque bractée est, comme toujours, parcourue par un faisceau vasculaire, à section transversale elliptique (*fig. 3*) et son tissu est formé de cellules allongées fortement lignifiées.

Les microspores groupées par 4 sont rassemblées surtout contre les parois des sporanges.

Cet échantillon, signalé pour la première fois par M. de Saporta, a été trouvé dans des schistes carbonés sur la grande route de Cabrières, dans le département de l'Hérault.

c) 1° *Lepidostrobus Russellianus*, Binney (fig. 3, pl. 7).

Strobiles d'une grande longueur, cylindriques, larges de 1 cent. $\frac{1}{2}$ à 2 centimètres. Les bractées sont contiguës, horizontales, terminées en pointe lancéolée dressée; les sporanges sont étroits, allongés, renfermant des macrospores très développées disposées sur deux rangs.

Dans le carbonate de fer de la formation houillère d'Airdrie en Écosse.

2° *Lepidostrobus Baylianus*, Schimper.

La partie limbale des bractées est très allongée, 12 centimètres, en forme de lame étroite et linéaire, la partie basilaire est dilatée, ovale, lancéolée, et présente un certain nombre de macrospores volumineuses mesurant 1 millimètre de diamètre, contenues dans un sporange presque cordiforme et lancéolé.

Ces bractées isolées se rencontrent dans le vieux grès rouge de Kilkenny en Irlande avec le *Knorria Bayliana* et le *Cyclostigma Kiltorkense*.

Il se pourrait que ce *Lepidostrobus* appartint au *Knorria Bayliana* que nous décrivons plus loin.

G. LEPIDOPHYLLUM, Brongt.

Ce genre a été créé pour des bractées isolées portant à la base l'empreinte de sporanges.

Lepidophyllum majus, Brongt.

Bractées longues de 8 à 10 centimètres, lancéolées, acuminées parcourues par une nervure très saillante. A leur base se trouvent de chaque côté de la nervure deux fossettes allongées, concaves qui paraissent avoir contenu un sporange.

Goldenberg rapporte cette espèce au *Lepidophloios laricinus*.

Elle est très répandue dans le terrain houiller moyen.

RHIZOMES ET RACINES DES LÉPIDODENDRÉES.

Dans la première année de ce cours, lorsque nous nous sommes occupé des *Stigmaria* (page 153), nous avons rappelé l'observation de Schimper, d'après laquelle le *Knorria longifolia* des carrières de la Grauwache de Thann portait à sa base des prolongements stigmariiformes parfaitement caractérisés ; nous avons vu de plus, que le *Lepidodendron rimosum*, trouvé à Essen, possédait également, d'après Geinitz, des appendices stigmarioïdes. Selon MM. Dawes et Binney, le *L. Harcourtii* aurait été muni d'un système racinaire analogue.

Il est très probable que, quand les observations se seront portées dans cette direction et seront devenues plus nombreuses, elles amèneront à reconnaître que la plupart des Lépidodendrons se continuaient dans le sol, par des rameaux stigmarioïdes, rappelant ainsi la disposition que nous avons reconnue et décrite dans la famille des Sigillaires.

Nous avons insisté sur la structure des *Stigmaria* appartenant à ces dernières plantes ; nous y reviendrons plus loin, avec quelques nouveaux détails, lorsque nous comparerons la structure des *Sigillaires* avec celle des *Lépidodendrons*, afin d'établir, d'après les connaissances actuelles, les rapports et les différences qui existent entre ces deux groupes si importants de végétaux houillers. Nous avons reconnu que les *Stigmaria* rapportés aux Sigillaires devaient se diviser en deux groupes : les *Stigmarhizomes* et les *Stigmarhizes*, ces deux formes de *Stigmaria rhizome* ou *racine* présentent une structure parfaitement conforme à celle de la tige de Sigillaire, avec laquelle l'une ou l'autre était en dépendance, c'est-à-dire une structure de plante phanérogame. On comprend aisément l'intérêt qui s'attache à l'étude des *Stigmaria*, que les paléontologistes rapportent aux Lépidodendrons.

Ces *Stigmaria* offraient-ils une structure comparable à ces dernières plantes ?

Doivent-ils être considérés comme des rhizomes ou comme des racines ?

Nous allons examiner successivement ces deux questions importantes.

1° *Structure des Stigmaria de Lépidodendrons.*

Divers savants, tels que MM. Dawes, Binney, Williamson, ont eu occasion d'étudier la structure de fragments stigmarioïdes qu'ils rapportent à des Lépidodendrons ; leurs observations sont d'autant plus précieuses, que tous les trois sont d'accord pour confondre les Sigillaires et les Lépidodendrons dans une même famille de l'embranchement des Cryptogames, et que leurs recherches sur le sujet qui nous occupe étant parfaitement concordantes, les conclusions que nous pourrions en tirer ne pourront pas être regardées comme faites à la légère ou de parti pris.

Dès 1848, M. Dawes qui possédait de très beaux échantillons de *Halonia regularis* a émis l'opinion (1) que ces fossiles pourraient bien être des *Stigmaria* appartenant à des Lépidodendrons.

Les caractères extérieurs offerts par l'espèce de *Halonia* décrite sous ce nom par Lindley et Hutton (2) rapprochent, en effet, ce fossile des *Stigmaria*. Les dimensions des mamelons, disposés régulièrement tout autour de la surface, ne dépassent pas ceux qu'auraient fournis les moulages des appendices des *Stigmaria* ordinaires ; la figure 1, planche 8 représente un fragment provenant des gisements houillers de Peel-Delph, près de Bolton-le-Moors (Angleterre), figuré par M. Binney, et qui montre en *c*, un appendice encore fixé à l'un des mamelons. Cet appendice ne diffère pas sensiblement d'aspect, des empreintes laissées par des organes foliaires et radiculaires des *Stigmaria*.

Mais ce qui établit une distinction assez nette entre les *Stigmaria* des Sigillaires et ceux des Lépidodendrons, c'est l'existence de nombreuses cicatricules *f*, disposées assez régulièrement entre les reliefs des mamelons et fort apparentes dans ces derniers.

M. Dawes a fait connaître la structure interne du *Halonia regularis* (3). La figure 6 planche 8 montre une coupe longitudinale d'un

(1) *Of the Quat. Journ. Soc.*, v. IV, p. 289, 291, 1848.

(2) *Fossil flora of Great Britain*, vol. III, p. 228.

(3) *Loc. cit.*

fragment ; le centre *a* contient une moelle formée de cellules parallépipédiques, régulièrement disposées en files verticales ; autour de cette moelle on remarque un cylindre ligneux *b* continu, dentelé sur son contour extérieur et composé de trachéïdes rayées dont les plus grêles correspondent aux dentelures, celles dont la lumière est la plus considérable étant placées du côté de la moelle. De ces dentelures s'échappent des cordons vasculaires plus ou moins développés, dont quelques-uns rappellent en petit l'organisation de la tige ; ces faisceaux de deux espèces se rendent les uns dans les mamelons de la surface, les autres dans les cicatricules dont nous avons parlé.

En dehors du cylindre ligneux, se trouve une région corticale épaisse formée de quatre couches distinctes, et dont la plus extérieure paraît avoir été la plus résistante à cause de la nature de ses éléments.

Cette organisation des *Halonia regularis* ne diffère pas sensiblement de celle des Lépidodendrons du type *Lepidodendron Harcourtii*, que nous avons fait connaître précédemment ; par conséquent, il ne saurait y avoir de doute sur leurs affinités réciproques.

M. Binney a publié (1) un mémoire très important sur les Lépidodendrons et les *Halonia*, dans lequel il s'étend sur la structure du *Halonia regularis* dont il a pu étudier cinq échantillons différents.

Il a confirmé les résultats trouvés par M. Dawes, et les a complétés à certains égards. En effet, après avoir démontré par des coupes transversales et longitudinales nombreuses la similitude de structure existant entre les tiges des *Halonia* et celle des Lépidodendrons, le savant de Manchester donne les sections de plusieurs faisceaux vasculaires, se détachant du cylindre ligneux pour se porter vers les mamelons de la surface.

La figure 4 représente la section transversale d'un cordon vasculaire de *Halonia* arrivé à la surface de la tige et près de sa sortie. La partie vasculaire *a* est elliptique ; les trachéïdes rayées les plus grosses occupent le centre de l'ellipse. Si l'on compare ce cordon

(1) *Palaeontographical society*, v. for 1871.

vasculaire avec celui d'un *L. Harcourtii* (fig. 3) pris dans les mêmes conditions, on peut constater la grande analogie de forme de structure et de disposition. Nous pouvons donc conclure avec M. Binney, que ces fragments de *Halonia regularis* peuvent appartenir au *L. Harcourtii* avec lequel on les trouve mélangés, mais non à titre de racines comme le voudrait le savant anglais, mais à titre de rhizomes comme nous allons le montrer.

2° *Les Halonia regularis sont-ils des rhizomes ou des racines?*

Dans les lignes qui précèdent nous venons de voir que la structure interne des *Halonia regularis* ne différait pas notablement de celle du *L. Harcourtii*, par conséquent, de la partie de la plante considérée comme une portion de tige ou de rameau. Les différences de la surface portent sur la présence de mamelons nombreux, stigmatiformes et sur l'absence de véritables cicatrices foliaires lépidodendroïdes; toutefois les cicatricules placées entre les mamelons sont les résidus de ces cicatrices foliaires et rappellent les écailles que l'on voit à la surface des rhizomes souterrains de certaines de nos Lycopodiacées actuelles.

En outre des faisceaux vasculaires foliaires dont nous avons parlé, présentant l'organisation générale des cordons foliaires des Lépidodendrons et nullement celle des cordons de Sigillaires (1), M. Binney a encore figuré la section de faisceaux d'une autre nature (fig. 5, pl. 8). Mais ici le faisceau, au lieu d'avoir la forme d'une ellipse allongée transversalement, est circulaire, les éléments qui sont réunis au centre sont plus volumineux que ceux de la périphérie, il n'y a donc rien d'in vraisemblable à admettre que ce faisceau appartient à un organe radicaire.

Dans le cours de son mémoire, M. Binney a mentionné et décrit de nombreuses racines, incluses dans les différents fragments étudiés, là où le tissu a été détruit. Les figures 2 et 7 (grossie)

(1) On se rappelle en effet que le cordon foliaire des Sigillaires et de leurs rhizomes est formé de deux parties distinctes juxtaposées dans un plan vertical à développement inverse l'un de l'autre, l'un est formé de trachéides disposées sans ordre et à différenciation centripète, l'autre de trachéides disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires et dont le développement s'est fait en direction centrifuge.

montrent en dehors de l'axe ligneux, *a*, *a-b*, quelques-unes de ces racines. Selon l'auteur anglais, ces racines appartiennent à l'échantillon même, par le motif qu'il est plus naturel de les rapporter à un échantillon dans lequel elles se trouvent, que de les attribuer à une plante que l'on ne voit pas et dont elles sont éloignées. Quant à nous, nous pensons que ces racines se sont développées, après la mort du *Stigmaria*, dans le tissu désorganisé de celui-ci. J'ai cité plus haut plusieurs exemples montrant avec quelle facilité les racines prenaient naissance à cette époque et s'introduisaient au milieu des tissus cellulaires quelconques, aussitôt que la vie les avait abandonnés, et cela sans avoir aucune parenté nécessaire avec les débris de végétaux aux dépens desquels elles se développaient. La figure 8 représente, plus grossie, une de ces racines; à l'un des angles, on reconnaît la présence d'une lamelle vasculaire *c*, rappelant ce que nous avons observé dans les racines des *Stigmaria* dépendant des Sigillaires, et allant se mettre en contact avec une radicule latérale.

M. Schimper (1) a vu dans ces racines incluses accidentellement dans les tiges de *Halonias regularis* des bifurcations du cylindre central. « La partie de ce cylindre central, dit-il, destinée à continuer le *sympodium* a continué de s'élargir, tandis que celle destinée au *mamelon*, ou rameau latent, s'est arrêtée dans son développement. »

L'inspection des figures si nettes, publiées par M. Binney, ne donne aucune base sérieuse à cette manière de voir de Schimper. Le cylindre vasculaire central de ces organes parasites est complètement plein, et bien différent d'organisation du véritable et unique cylindre central : tout justifie pleinement l'opinion du savant anglais sur la nature radulaire de ces organes ; mais les figures montrent clairement aussi que leur présence est fortuite, et que ces racines, qui peuvent être assez variées du reste, se sont développées après coup au milieu du tissu cellulaire en voie de destruction.

De l'ensemble des recherches de M. Dawes et Binney, il résulte donc que les *Halonias regularis*, qui peuvent être considérés comme

(1) *Traité de paléontologie végétale*, vol. III, p. 543.

les *stigmatrhizomes* du *L. Hacourtii* ou d'autres Lépidendrons appartenant à ce type, en offraient exactement la structure, et cela avec la même fidélité que les *stigmatrhizomes* des Sigillaires reflétaient l'organisation de ces dernières plantes.

Mais il ne résulte pas des observations qui précèdent que tous les *Halonia* connus fussent des *stigmatrhizomes* de Lépidodendrons. Pour certains d'entre eux, la disposition et la grosseur des mamelons répartis autour de la tige indiquent des tiges aériennes verticales ou rampantes. Une revision des *Halonia* à ce point de vue est nécessaire.

Un peu plus loin nous étudierons le genre *Halonia* comprenant les espèces connues sous le nom de *H. tuberculata*, *H. tortuosa*, *H. dichotoma*, etc., etc. Pour le moment nous en distrairons les espèces suivantes : *H. regularis*, *H. Munsteriana*, dont voici la diagnose.

Halonia regularis, Lind. et Hutton.

Rhizomes de 4 à 6 centimètres de diamètre, surface portant des mamelons saillants, gironés, disposés assez régulièrement sur six lignes distinctes, et sur lesquels se trouvent fixés des appendices de forme aplatie et caducs. Entre les mamelons se voient de nombreuses cicatricules, laissées par les écailles ou les faisceaux vasculaires qui s'y rendaient.

Quand la structure est conservée, elle offre les caractères généraux des Lépidodendrons dont le *L. Hacourtii* est le type.

Les *Halonia regularis* se rencontrent dans le terrain houiller moyen. Dans les grès houillers de Hallivel et Peel, près de Bolton-le-Mors (Angleterre); à Duttweiler, près de Saarbruck.

Halonia Münsteriana. Goepfert.

Les mamelons sont placés sur huit rangs, coniques, les cicatrices des feuilles (écailles) sont disposées en quinconces assez rapprochés et ovales. Cette espèce se rencontre dans le grès houiller d'Essen, en Westphalie.

G. CYCLOCLADIA, Goldenberg.

Les tiges sont couvertes de petites cicatrices foliaires, rhomboï-

(1) *Fl. Saracopontana foss.*, fasc. 1, (tab. III, fig. III.

dales, transverses et portent des mamelons circulaires disposés sur six rangs, ombiliqués au centre. Elles se divisent quelquefois par dichotomie.

Les mamelons circulaires se rapprochent par leur forme de ceux des *Stigmaria*; le tronc, quand il est décortiqué, est couvert, comme dans les *Halonia*, de petites aspérités punctiformes disposées en spirales et représentant les faisceaux vasculaires qui aboutissaient aux écailles.

La seule espèce connue est le

Cyclocadia ornata. Goldenberg (1).

Cette espèce se rapproche, par son aspect extérieur, tellement des *Stigmaria*, qu'on serait porté à la confondre dans ce groupe si la présence des cicatricules représentant les traces des écailles placées entre les mamelons ne la rapprochait des *Halonia* du type *H. regularis*.

Elle a été rencontrée dans le schiste houiller des mines de Duttweiler et d'Altenbach, près de Saarbruck.

(1) Part. II. *Lycopodiaceae, Lepidodendra and Sigillariae* (1871), fig. 24 à 28.

CHAPITRE IV

G. LEPIDOPHLOIOS, Sternberg.

Troncs arborescents, portant des rameaux disposés sur quatre rangs et en spirale, feuilles linéaires, étroites, parcourues par une nervure assez saillante, coriaces, portées sur des coussinets rhomboïdaux, allongés transversalement, charnus, saillants, contigus. La cicatricule laissée par la feuille est rhomboïdale, placée à l'angle supérieur du coussinet, elle est marquée de trois ponctuations; celle du centre, ordinairement plus visible, est due au passage du faisceau vasculaire qui se rendait à la feuille.

Ce genre se distingue facilement des Lépidodendrons par la forme des coussinets et par leur développement qui, dans certaines espèces, comme le *Lepidophloios crassicaulis* de Corda, prend un allongement fort considérable.

Lepidophloios laricinus, Sternberg (fig. 1, 3, 6, 7, 8, pl. 9).

Coussinets foliaires rhomboïdaux, larges de 10 à 12 millimètres, hauts de 3 à 7 millimètres, imbriqués, contigus; cicatrice foliaire rhomboïdale large de 4 à 6 millimètres, haute de 2 à 3, à angles supérieur et inférieur légèrement arrondis, à angles latéraux aigus, marquée de trois cicatrices punctiformes. Au-dessous de la cicatrice foliaire, le coussinet porte quelquefois une petite cicatricule. Les feuilles étaient étroites, longues et linéaires. Les rameaux paraissent avoir été placés sur quatre rangs et en spirale.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller moyen, et dans les premières couches du terrain houiller supérieur.

Elle se rencontre dans le terrain houiller de Silésie, de Bohême, de Saxe, de Saarbruck, de Vieux-Condé, Lens, Bully-Grenay, etc.

Lepidophloios macrolepidotus, Gold. (fig. 2, 4).

Coussinets foliaires plus développés que dans l'espèce précédente, rhomboïdaux, larges de 28 à 35 millimètres, hauts de 18 à 25 millimètres, angles latéraux et inférieurs aigus, angle supérieur plus ou moins arrondi, charnu à carène saillante, cicatrice foliaire rhomboïdale, large de 11 à 12 millimètres, haute de 3 à 4, à bords latéraux très aigus, marquée de trois cicatrices ponctiformes très nettes.

Dans les jeunes rameaux (fig. 4), les coussinets plus petits se distinguent encore facilement de ceux de l'espèce précédente par l'acuité des angles latéraux et inférieur et leur développement plus charnu.

Cette espèce est commune dans le terrain houiller de Duttweiler et de Hirschbach, près de Saarbruck.

Goldenberg rapporte à cette espèce des cônes (fig. 8), allongés, cylindriques à extrémités supérieure et inférieure arrondies, pédicellés, laissant voir une disposition de sporanges rappelant celle des cônes de *Lépidrodendrons*.

Lepidophloios lepidophyllifolius, Goldenberg (fig. 3, pl. 9),

Feuilles allongées, lancéolées, marquées d'une nervure très saillante. Les coussinets, développés et charnus, ont laissé une couche de houille qui ne permet pas de distinguer nettement leur forme. Les cicatrices foliaires sont rhomboïdales à angles latéraux très aigus, les angles supérieur et inférieur arrondis, larges de 6 à 7 millimètres et hauts de 3 à 4 millimètres.

Il diffère du *L. laricinus* par ses cicatrices plus distantes et plus grandes.

Cette espèce se rencontre dans les schistes houillers de Saarbruck, de Colchester (Illinois).

Lepidophloios crassicaulis, Brongt. (fig. 1 à 9, pl. 10).

Dans cette espèce, les coussinets foliaires sont longuement développés (fig. 3), persistants. Les feuilles sont longues, linéaires, aiguës, munies en dessous d'une côte saillante, la partie limbaire

est assez développée à droite et à gauche de la nervure médiane.

Les coussinets foliaires, presque contigus, sont parcourus par une carène très nette; ils portent à la partie supérieure la cicatrice foliaire, de forme rhomboïdale, à angle inférieur aigu, qui se prolonge sensiblement pour atteindre la carène.

Cette espèce est d'autant plus remarquable qu'elle porte, dans l'échantillon décrit par Corda, à sa surface, les caractères des cicatrices foliaires des *Lepidophloios*, et dans son intérieur, les restes conservés du cylindre ligneux. La structure des *Lepidophloios*, grâce à cet échantillon, a donc pu être reconnue et comparée à celle des *Lépidodendrons*.

Le spécimen étudié par Corda était aplati par la compression (fig. 1, pl. 10) et de forme elliptique, son grand diamètre atteignait 18 centimètres et le plus petit 3 centimètres $1/2$.

La surface extérieure était recouverte de cicatrices très nettes, et dont quelques-unes sont représentées de face et obliquement dans les figures 2 et 3.

Dans la figure 1, la bande noire *d* est la couche de houille laissée sur la partie de l'écorce qui porte les cicatrices; *b*, les nombreux faisceaux vasculaires qui servaient aux feuilles, et *a*, le cylindre ligneux, déformé par la compression qu'a subie le tronc lors de sa pétrification.

Le mode de conservation de cet échantillon offre la particularité suivante, que j'ai déjà signalée: la plus grande partie des tissus cellulaires, mous et peu résistants, ont été détruits ou comprimés et leur place occupée par de l'argile blanche très fine; l'intérieur des cellules et vaisseaux qui ont persisté s'est également rempli de la même substance, dont la dureté est comparable à celle de l'argile légèrement cuite. Les parties organiques, au contraire, parois de cellules ou de trachéïdes, ont attiré et retenu de la silice dont le durcissement ultérieur forme un contraste frappant avec la partie argileuse du reste de l'échantillon: il y a là un exemple remarquable de sélection pour la silice exercé par la matière organique végétale, cette dernière, emprisonnée par la silice à l'abri du contact de l'air, s'est peu à peu transformée en houille.

Sur une coupe transversale, le cylindre ligneux se montre formé (*fig. 4* et *5*) de trachéides rayées (*fig. 9*) dont le diamètre va croissant de la circonférence vers le centre; elles sont disposées sans ordre et sans trace de tissu cellulaire interposé; en certains points *a*, quelques trachéides, non encore consolidées par la silice, ont été déformées par la compression exercée par les couches extérieures sur l'échantillon enfoui dans le vase.

La moelle centrale, entourée par le cylindre ligneux, a en grande partie disparu; ce dernier se montre garni à la périphérie de dentelures *cc*, nombreuses, formées de trachéides très grêles et qui sont le point de départ des faisceaux qui se dirigent vers les feuilles. Les sections de ces cordons foliaires sont sensiblement circulaires près du cylindre ligneux; à une certaine distance, elles deviennent elliptiques (*fig. 5*) et sur quelques-unes, on remarque *oo* deux centres distincts. Sur une coupe tangentielle faite à la surface même du cylindre ligneux, on reconnaît facilement que deux bandes vasculaires à éléments très grêles, se réunissent pour former une dentelure, puis s'écartent ensuite, de la dentelure ainsi formée et, dans l'intervalle laissé par les deux bandes qui viennent de se séparer, se montre le cordon foliaire; celui-ci, après avoir suivi l'axe ligneux pendant quelques instants, s'en écarte et se porte en décrivant un arc vers les cicatrices extérieures. Les sections transversales (*fig. 4, 6, 7* et *8*) indiquent les positions successives à différentes hauteurs du cordon foliaire. La partie extérieure de l'écorce était formée de cellules allongées terminées en biseau, et à parois fortement incrustées.

Dans sa grande largeur, le cylindre ligneux atteint 35 millimètres et seulement 12 millimètres suivant son moindre diamètre.

La tige avait déjà atteint des dimensions assez considérables et cependant, à l'extérieur, pas plus que pour le *L. Harcourtii*, il n'y a trace d'un tissu ligneux rayonnant exogène, indiquant que ce genre de Lepidodendrées ait eu quelque tendance à se convertir en Sigillaire.

L'épaisseur de la couronne ligneuse n'est pas plus développée, toute proportion gardée, que dans le *L. Harcourtii*, et de même

que dans tous les *Lepidodendrons* dont il a été question, les éléments ligneux formés uniquement de trachéides rayées, vont en diminuant de diamètre du centre à la circonférence.

Nous pouvons donc conclure que le genre *Lepidophloios* présente dans son organisation générale interne les caractères que nous avons rencontrés dans le deuxième type des tiges de *Lepidodendrées*.

Lorsqu'il a été question du *Lepidodendron Veltheimianum*, nous avons rapporté l'opinion de M. Stur, qui admet l'existence de deux sortes de tige appartenant à cette espèce : la première, qui pouvait être considérée comme la tige normale, se divisant par dichotomie, et portant à l'extrémité des rameaux, des cônes solitaires ; la deuxième portant des cicatrices de *Lepidophloios*, mais plus allongées, et ressemblant à des cicatrices de *Lepidodendron* toutefois plus petites. Cette deuxième forme de tige présente à sa surface sur deux ou quatre rangs des disques allongés, distants les uns des autres et qui auraient été les points d'insertions de bulbilles caducs qui auraient reproduit la plante d'une autre manière.

Les *Lepidophloios* dont nous nous occupons offrent la même particularité.

La figure 1, planche 11, représente un fragment de tronc provenant du terrain houiller d'Echweiler et montrant à sa surface les cicatrices caractéristiques du *Lepidophloios larcinus*, toutefois un peu plus petites.

En quelques points seulement, les cicatrices portent quelques feuilles, retombant contre le tronc, et longues de 18 à 20 millimètres.

En outre, on remarque l'empreinte de trois disques contigus de 7, 5 centimètres de diamètre ; celui du milieu seul est complet sur l'échantillon ; les deux autres ont été plus ou moins enlevés par des cassures ; leur surface est marquée de sillons rayonnants, traces laissées par le passage des faisceaux vasculaires nombreux qui se dirigeaient vers la partie centrale, marquée d'un ombilic où aurait été inséré un bulbille, si l'hypothèse de M. Stur était vérifiée.

G. ULODENDRON, Lindley et Hutton.

Ce sont des troncs à cicatrices rhomboïdales contiguës portant des feuilles persistantes, carénées, aiguës, dressées, raides, vraisemblablement uninerviées. La cicatrice laissée par le faisceau vasculaire au-dessous du coussinet est allongée verticalement.

Leur surface porte l'empreinte de grands disques circulaires ou elliptiques, contigus, ou plus ou moins distants suivant la hauteur qu'ils occupent sur la tige, traversés dans le sens du rayon par des sillons qui sont les traces des faisceaux vasculaires se dirigeant vers la cicatrice centrale, correspondant soit à l'axe ligneux d'un strobile, soit à celui d'un rameau avorté.

Souvent une portion de la surface de ces disques se trouve recouverte par les cicatrices foliaires, continuation de celles du tronc, mais devenues un peu plus petites; il faudrait alors se représenter ces disques comme les restes aplatis d'un mamelon conique, charnu, dont la surface en continuation de celle de la tige serait restée couverte de feuilles semblables, mais de moindres dimensions. Au centre du mamelon aurait été l'axe strobilifère caduc, dont les traces sont indiquées par l'ombilic central; le nombre considérable de faisceaux vasculaires qui se dirigent vers cette partie indique une activité végétative non en rapport avec un rameau avorté, mais seulement avec un axe destiné à porter des organes de reproduction.

Nous avons distrait de ce genre, caractérisé par la forme des cicatrices foliaires et par ses disques bisériés, deux formes, dont l'une se rapporte au *L. Veltheimianum*, l'autre au *Lepidophlois laricinus*, et cela à cause de leurs cicatrices foliaires. Nous en séparons également l'espèce suivante :

Ulodendron commutatum, Schimp., *L. Veltheimianum*, Star. Feuilles du tronc sensiblement imbriquées, longues de 13 à 20 millimètres, lancéolées, cicatrices dépourvues de coussinets distincts, rhomboïdales, elliptiques, à extrémités supérieure et inférieure terminées en pointes infléchies en sens opposé, longues de 4 à 5 millimètres et larges de 2 à 3 au plus, carène saillante.

Les disques sont circulaires ou elliptiques, distants les uns des autres de plusieurs centimètres, leur diamètre peut atteindre

17 centimètres, leur surface est marquée tantôt de sillons rayonnants dus aux faisceaux de l'intérieur, qui se rendent vers l'ombilic central, tantôt montre les traces des cicatrices quinconciales des cordons sous-corticaux qui pénétraient dans l'écorce.

Goeppert a réuni à cette espèce le *L. Veltheimianum* et différentes espèces de *Knorria*. Les *Knorria*, jusqu'à présent, n'ont jamais présenté de disques à leur surface, par conséquent cette assimilation n'est pas possible; quant à nous, nous regardons l'*Ulodendron commutatum* de Schimper comme identique aux troncs strobili-fères du *L. Veltheimianum* de Stur et comme ne devant pas en être distingué, quel que soit le sort de l'hypothèse de ce dernier savant.

Cette plante caractérise le terrain houiller inférieur (calcaire, carbonifère, Culm) de Silésie, de la Saxe, de la Thuringe, des Vosges supérieures et de l'Amérique du nord.

1° *Ulodendron minus*, Lind. et Hutton (*fig. 2, pl. 11*).

Feuilles imbriquées, mamelons rhomboïdaux, feuilles rigides, linéaires, aiguës, courtes, 15 à 20 millimètres, carénées jusqu'à la base, leur chute montre sur l'empreinte restante une cicatrice verticale placée au sommet de l'écusson rhomboïdal, trace du faisceau vasculaire unique qui pénétrait dans la feuille.

Les troncs portent des disques circulaires inégaux, de 3 à 4 centimètres de diamètre, disposés sur deux lignes opposées, ombiliqués au centre et présentant à la surface, suivant l'état de conservation, tantôt les lignes rayonnantes, indiquant la marche interne des faisceaux vasculaires, tantôt les empreintes disposées en quinconce des mêmes faisceaux vasculaires sous-corticaux, tantôt enfin les restes des coussinets foliaires.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller moyen.

On la trouve dans les schistes de South Shields, dans les grès houillers de Craighleith (Angleterre), à Colchester, dans l'Illinois (États-Unis), etc.

2° *Ulodendron majus*, L. et H. (*fig. 3, pl. 11*).

Dans cette espèce, les cicatrices foliaires sont plus grandes, rhomboïdales, à angle inférieur arrondi (l'échantillon figuré est placé

obliquement), elles mesurent près de 1 centimètre de large sur 6 millimètres de haut.

Les disques, bien plus développés que dans l'espèce précédente, mesurent 3 à 6 centimètres de diamètre, et sont marqués de lignes rayonnantes, très distinctes, correspondant aux faisceaux vasculaires internes, et sont distants de 3 à 4 centimètres les uns des autres.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller moyen, à Bentham, près de Newcastle, de Charleston, en Pensylvanie, etc.

STRUCTURE ANATOMIQUE DES ULODENDRONS.

M. Williamson a donné dans son mémoire (1) sur les Lycopodiacées, la description de quelques fragments de tiges qu'il croit appartenir à des *Ulodendrons*.

D'après ce savant, ces tiges se composeraient d'un cylindre ligneux vasculaire, de petit diamètre relativement à celui de la tige, les trachéides qui le forment sont rayées, disposées sans ordre, sans interposition de tissu cellulaire; ce cylindre ligneux entoure une moelle formée de cellules à section verticale sensiblement rectangulaire et disposées en files longitudinales.

La plus grande partie des tissus qui composaient l'écorce, avaient disparu dans les échantillons décrits par le savant anglais, la zone extérieure formée de cellules allongées hypodermiques seule a persisté.

L'ensemble de cette organisation ne diffère pas sensiblement du type lépidendroïde représenté par le *L. Harcourtii* et ici pas plus que dans les *Lepidophloios*, les *Halonia* (rhizomes de Lépidodendrons), on n'a constaté l'apparition de bois secondaire indiquant le passage des *Ulodendrons* à un type plus élevé sigillarioïde.

G. BOTHRODENDRON, Lindley et Hutton.

Les cicatrices foliaires des troncs sont extrêmement petites, rhomboïdales, à angles supérieurs et inférieurs arrondis, disposées en quinconce à une assez grande distance les unes des autres. Les

(1) Part. II. *Lycopodiaca, Lepidodendra and Sigillaria* (1871), fig. 24 à 28.

troncs offrent des disques circulaires disposés sur deux files verticales comme les *Ulodendrons*.

Bothrodendron punctatum, Lindley et Hutton (*fig. 4, pl. 11*). Troncs de 15 à 20 centimètres de diamètre ; cicatrices foliaires très petites, rhomboïdales, arrondies, ne dépassant pas 1 millimètre dans le sens transversal, espacées de 4 à 5 millimètres. Chaque cicatrice porte souvent une à trois cicatricules vasculaires, mais à peine distinctes. L'écorce est finement chagrinée et se sépare facilement en feuillet. Les cicatrices sous-corticales sont punctiformes (1).

Les disques de la surface atteignent 9 à 12 centimètres de diamètre, le mamelon conique charnu a dû être assez proéminent, car les impressions qu'il a laissées sont assez profondes et, le plus souvent, la cicatrice ombilicale est rejetée un peu en dehors du centre, ces larges disques disposés en files sont à une distance de 15 à 30 centimètres les uns des autres.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller moyen de Jarrow, de Percy (Angleterre) de Carbondale (Pensylvanie), de Vicoigne (Nord), de Meurchin (Pas-de-Calais).

Rhytidodendron minutifolium, N. Bouley (*fig. 1 et 2*).

A la suite des *Bothrodendrons*, nous mettons le *Rhytidodendron* de M. Bouley (quoiqu'on n'ait pas encore trouvé l'impression de disques à la surface des troncs), à cause de la forme, de la petitesse et de la disposition des cicatrices foliaires.

Les tiges ont de 3 à 8 centimètres de diamètre, les cicatrices foliaires sont rhomboïdales à angle supérieur et inférieur arrondis, rappelant certaines cicatrices de Sigillaires, mais extrêmement réduites, mesurant de 1 à 1, 5 de largeur et à peine 1 millimètre de hauteur ; elles sont disposées en quinconce, distantes de 8 à 10 millimètres et portent trois cicatrices punctiformes ; l'écorce offre un aspect chagriné particulier ; cet aspect est dû à des reliefs corticaux allongés transversalement qui sont assez régulièrement espacés.

(1) C'est à cette espèce que M. Zeiller a rapporté les *cuticules* fossiles, dont l'accumulation forme une couche de plus d'un mètre d'épaisseur dans les mines de Malovka et de Tovarkoa (gouvernement de Toula de la Russie centrale), qui appartiennent au terrain houiller inférieur.

Cette espèce appartient au terrain houiller moyen, on la rencontre à Raismes, Anzin, Aniche (Nord), Vendin (Pas-de-Calais).

G. HALONIA, Lindley et Hutton.

Nous placerons dans ce genre les plantes qui portent à leur surface de gros mamelons superficiels disposés tantôt en spirale le long de la tige, tantôt placés en lignes verticales, indiquant soit des branches de dichotomie avortées, soit des insertions d'axes strobilifères. Souvent les troncs se divisent par dichotomie régulière. Entre les mamelons se trouvent des cicatrices rhomboïdales disposées en spirale, qui sont les traces laissées soit par les feuilles, soit par les écailles qui recouvraient la tige. Les tubercules beaucoup moins nombreux et bien plus développés que dans les *Halonias regularis* et *H. Münsteri*, que nous avons dit représenter des rhizomes de Lépidodendrons, sont recouverts de cicatrices foliaires comme le reste du tronc et du rameau, les mamelons de ces derniers n'offrent rien d'analogue.

Halonias tuberculata, Brongt. (fig. 3, pl. 12).

L'échantillon figuré par Brongniart, planche 28, figure 3 (1), sans description, et dont une portion seulement est représentée figure 3, est un fragment de tige ou de rameau qui a été sensiblement déformé par compression, c'est un cylindre elliptique recourbé à sa partie supérieure. Le grand diamètre mesure 4 à 4,7 centimètres de diamètre, et le petit 2,7 à 3 centimètres. Sa hauteur est de 17 centimètres environ.

On compte à sa surface 17 tubercules dont la disposition régulière autour de la tige sur des lignes spirales paraît avoir été dérangée par la compression. Ces tubercules sont arrondis ou allongés transversalement, ils mesurent à la base de 15 à 25 millimètres, et proéminent de 5 à 6 millimètres, ils sont ombiliqués au sommet et leur surface marquée d'indices de cicatrices plus petites que celles du tronc; celles-ci sont rhomboïdales, un peu plus hautes que larges à surface bombée et séparées par un sillon assez accusé.

(1) *Hist. végét. fos.*, t. II.

Cette espèce a été trouvée dans les grès houillers de Montrelais. Nous la considérons comme distincte de celle qui suit.

Halonia tortuosa, Lindley et Hutton (fig. 4, pl. 12).

Tiges ou rameaux mesurant de 6 à 9 centimètres de diamètre. Cicatrices foliaires rhomboïdales hautes de 5 millimètres et larges de 3 millimètres, contiguës, cicatrices sous-corticales ponctiformes disposées en lignes spirales régulières.

La tige figurée par Lindley et Hutton (1) est dichotome, elle porte des tubercules disposés sur deux côtés opposés avant sa dichotomie, et après la séparation des deux rameaux, chacun d'eux présente d'un côté seulement en dehors et en continuation de ceux qui se trouvent sur chaque face de la tige des tubercules rangés sur quatre files longitudinales, et placés sur des lignes spirales interrompues dans leur développement. Ceux de ces tubercules qui occupent les deux files médianes, sont aplatis, leur base elliptique mesure 11 à 12 millimètres suivant le grand diamètre qui est vertical, et 4 à 5 millimètres suivant le petit diamètre qui est transversal ; leur hauteur est d'environ 5 à 6 millimètres, et leur pointe relevée en dessus ; ceux qui occupent les deux files latérales sont coniques à base circulaire le sommet tronqué également dirigé vers le haut et porte un ombilic bien visible ; leur diamètre de base est d'environ 7 à 8 millimètres et leur hauteur de 5 à 6 millimètres. Cette espèce se rencontre dans le grès houiller de South-Shields (Angleterre).

STRUCTURE ANATOMIQUE DES HALONIA.

Nous avons vu lorsqu'il a été question du système souterrain ou radicaire des Lépidodendrons, que certains paléontologistes. MM. Dawes, Binney, etc., regardaient quelques espèces de *Halonia*, *H. regularis*, par exemple, comme pouvant être les racines de Lépidodendrons ; nous avons discuté cette opinion, et reconnu qu'elle présentait un certain degré de certitude, toutefois avec cette distinction importante, que les plantes en question n'étaient pas des racines, mais des rhizomes. Quant aux tiges qui restent pour former le genre

(1) *Fossil flora*, t. II, fig. LXXXV.

Halonia proprement dit, il était intéressant de connaître leur structure. M. Williamson (1) après avoir constaté que le cylindre ligneux de la tige ne diffère pas sensiblement par son organisation du cylindre ligneux du *L. Harcourtii*, émettant comme ce dernier de nombreux faisceaux vasculaires de petites dimensions, se détachant de la périphérie pour se porter vers les petites cicatrices extérieures ; reconnu de plus qu'outre ces faisceaux foliaires il y en avait d'autres plus considérables provenant de la division du cylindre ligneux en deux parties inégales, dont la partie la plus considérable continuait la tige, et l'autre se rendait au contraire dans l'un des mamelons de la surface.

Comme on le voit, l'origine de cette dernière branche est toute différente de celle des cordons foliaires ; ceux-ci, généralement assez grêles, se détachent toujours de la périphérie du cylindre ; celle-là au contraire emprunte ses éléments au cylindre ligneux tout entier ; c'est une véritable branche de dichotomie dont le développement s'arrêtait promptement et qui se traduit en dehors par les gros mamelons saillants que l'on voit à sa surface, et qui vraisemblablement portaient des organes de reproduction.

Si les considérations qui précèdent sont exactes, nous voyons que les *Halonia, rhizomes* de Lépidodendrées, et les *Halonia tiges*, indépendantes, tout en présentant une structure fondamentale semblable, différaient par la dichotomie du cylindre ligneux, rare chez les premiers, fréquente au contraire chez les seconds, et par la présence d'appendices radiculaires et foliaires existant simultanément sur les *rhizomes*, tandis que les *tiges* ne présentaient que des *faisceaux vasculaires* de feuilles.

G. KNORRIA, Sternb.

Plantes arborescentes, dichotomes, le plus souvent décortiquées, offrant à leur surface des prolongements cylindriques, plus ou moins aplatis, appliqués contre la tige, assez développés ou tronqués, disposés en spirale, et contigus.

(1) *On the Organisation of the fossil plants Phil. transact., 1872.*

D'après Schimper, les cônes que l'on pourrait rapporter à ce genre sont ovales, composés de bractées très étroites et étendues horizontalement, élargies à leur extrémité, redressées en un limbe rhomboïdal et prolongée en un appendice lancéolé subulé très long.

Knorria imbricata, Stern. (fig. 5, 6, 7, 8, pl. 12).

Mamelons saillants, larges à la base de 4 à 5 millimètres, contigus, imbriqués, appliqués contre la tige, tronqués, atteignant quand ils sont entiers jusqu'à 5 à 6 centimètres de longueur, effilés vers le sommet et légèrement arqués en dehors, tiges se divisant par dichotomie.

La surface externe de l'écorce est finement striée, longitudinalement marquée de cicatrices arrondies ou ovales de 3 millimètres environ de diamètre disposées en quinconce, analogues à celles des *Stigmaria* ou *Ancistrophyllum* (Schimper), les files verticales de cicatrices sont espacées de 6 à 7 millimètres, sur une même file, les cicatrices sont distantes de 30 millimètres.

Dans les parties où l'écorce manque, la tige est couverte des longs mamelons du *Knorria imbricata* et dans la partie où l'écorce est conservée, on voit ces mamelons se recourber en dehors et venir aboutir aux cicatrices arrondies de la surface (1).

Les mamelons saillants des *Knorria* décortiqués doivent donc être considérés comme représentant de gros faisceaux vasculaires, qui se rendaient aux feuilles et qui ont été conservés par voie de moulage. La surface de l'écorce ne présente aucune saillie qui leur corresponde comme cela devrait être, si ces mamelons représentaient des coussinets foliaires.

Cette espèce est très répandue dans le terrain houiller inférieur, Grauwache du Culm, dans la Haute et Basse Silésie, à Polkenberg en Saxe, dans la Grauwache des Vosges supérieures.

Knorria Bayliana. Sch.

Les mamelons sont étroits, linéaires, allongés, appliqués exacte-

(1) Zeiller. *Expl. de la carte géol. de France. Végét. foss.*, page 119.

ment contre le tronc, les cicatrices laissées par la rupture des mamelons sont étroites et rhomboïdales, marquées à leur sommet d'une cicatricule vasculaire.

Cette espèce diffère de la précédente par les mamelons plus étroits et exactement linéaires, avec elle se trouvent dans les mêmes couches des strobiles de petites dimensions, portant des bractées subulées, dépassant 4 à 5 fois celle de l'axe du strobile, et renfermant des macrospores d'une grosseur inusitée, ces fructifications appartiennent peut-être à cette espèce.

Dans le vieux rouge d'Irlande avec le *Lepidostrobus Baylianus*.

Tels sont les genres principaux que constituent la famille des Lepidodendrées. Pour plus de la moitié d'entre eux, comme nous l'avons vu, la structure anatomique des tiges ou des rameaux a pu être observée.

Dans les *Lepidodendrons*, les *Lepidophloios*, les *Ulodendrons*, les *Halonias*, les détails généraux d'organisation nous ont montré une constance et une régularité qui prouvent que ces genres forment une famille naturelle dont tous les membres étaient arborescents.

Si les Lépidodendrons sont connus dans presque tous leurs organes, et si l'on peut se faire une idée exacte et complète de ce type remarquable de Lycopodiacee, il n'en est pas de même malheureusement pour les autres Genres, cependant les analogies sont assez grandes dans les parties qui ont pu être observées, pour que nul doute ne puisse s'élever sur la légitimité de leur classification.

Les détails dans lesquels nous sommes entrés relativement à la structure des *Lepidodendrons* et des *Lepidophloios* va nous permettre d'aborder l'une des questions les plus intéressantes d'anatomie comparée fossile, question qui a fait et qui fait encore l'objet des travaux et des spéculations de nombreux paléontologistes.

CHAPITRE V

STRUCTURE COMPARÉE ET CARACTÈRES DISTINCTIFS DES
SIGILLAIRES ET DES LÉPIDODENDRONS.

Dans la première année de ce cours, j'ai rappelé ou fait connaître la structure des plantes Diploxyloées sigillariennes et en particulier celles qui étaient réunies dans les Genres *Clathraria*, *Leiodermaria*, *Diploxyylon* et *S. vascularis*. Nous avons étudié également l'organisation des *Stigmaria* et reconnu que les *Stigmaria* du groupe *ficoides* étaient des *rhizomes* flottants ou submergés de Sigillaires.

Depuis cette publication cependant récente, des observations nouvelles se sont produites soit au sujet des *rhizomes*, des Sigillaires ou *Stigmarhizomes*, soit au sujet des *Stigmarions* racines de Sigillaires ou *Stigmarhizes*.

De plus certains paléobotanistes tout en admettant la séparation devenue inévitable, de certaines Sigillaires (Genres *Leiodermaria* et *Clatharia*) du groupe des Lépidodendrons, conservent quelques doutes sur la nécessité d'établir la même distinction entre les Genres *Diploxyylon* et *S. vascularis* d'une part et les Lépidodendrées de l'autre.

Il est donc utile pour la classification définitive de ces différents genres, de rappeler en quelques mots leur organisation, et de tenir compte des recherches nouvelles qui ont été faites sur les *Stigmaria*. Nous allons passer en revue successivement leurs caractères saillants, et faire ressortir les analogies et les différences qui existent entre eux et les différents genres de Lépidodendrées dont nous venons de nous occuper.

Tiges. — Les tiges de Sigillaires sont généralement simples, Genres *Rhytidolepis*, *Polleriana*; quelquefois elles se divisent,

mais un petit nombre de fois, par dichotomie rectangulaire, Genres *Leiodermaria*, *Clatharia*, *Favularia*. Les troncs de *Lépidodendrons*, au contraire, se ramifient normalement par dichotomies nombreuses et successives (*fig. 1, 2, pl. 1*).

Les cicatrices dans les *Sigillaires* sont contiguës ou séparées, sur une écorce lisse ou cannelée, celles des *Lépidodendrons* sont généralement contiguës, rarement séparées, sur une écorce qui n'est jamais cannelée.

Le mamelon cicatriciel dans le premier groupe est presque complètement occupé par la cicatrice foliaire, marquée de trois cicatricules en forme d'arc, les deux latérales formant une sorte de parenthèse à celle du milieu (*fig. 3, 6*).

Dans le second au contraire, la cicatrice foliaire n'occupe qu'une portion minime du mamelon, en grande partie formé par le coussinet charnu qui supportait la feuille (*fig. 7, 8*). Les trois cicatricules sont ponctiformes. Les feuilles des *Sigillaires* devaient être par conséquent plus fortes et plus longues que celles des *Lépidodendrons* (*fig. 2, 3, 4*).

Les cônes ou épis de fructification, chez les premières, étaient disposés, sur la tige ou les rameaux dichotomes, en spirale ou en verticilles. Dans les seconds au contraire les cônes étaient toujours placés à l'extrémité des rameaux. Dans certains cas, des bulbiles ayant laissé de larges disques cicatriciels disposés en séries verticales, apparaissaient sur leur tronc ; jamais aucune cicatrice analogue n'a été rencontrée sur ceux qui appartiennent aux *Sigillaires*.

Quand à la nature des organes fructificateurs dans ces plantes, elle est encore inconnue, tandis que dans les *Lépidodendrons* nous avons vu que les cônes rappelaient dans une certaine mesure l'organisation de strobiles de quelques *Lycopodiacées* hétérospores.

Structure de la tige. — La tige des *Sigillaires* appartenant aux Genres *Clathararia* et *Leiodermaria*, est formée de deux bois à accroissement inverse l'un de l'autre. Le premier apparu se compose de faisceaux isolés centripètes dont les trachéides rayées et réticulées sont disposées sans ordre et sans interposition de tissu cellulaire. Le second dû à une formation secondaire continue, est constitué par

des trachéides rayées disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires.

La tige des *Diploxyton* est également formée de deux bois à accroissement inverse l'un de l'autre; mais le bois centripète, plus développé, n'est plus composé de faisceaux isolés, mais réunis en cylindre continu et nettement limité du côté de la moelle.

Celle du *Sigillaria vascularis* présente la même organisation, sauf que le bois centripète au lieu d'être nettement limité du côté de la moelle, y envoie des prolongements plus ou moins marqués et qu'il ne reste plus que de minces lames du tissu fondamental entre les productions vasculaires.

Une observation des plus intéressantes de M. Williamson a été faite sur de jeunes tiges appartenant à cette dernière Sigillaire; les figures 6, 7 et 8, planche 2, permettent de s'en rendre compte facilement.

Au centre de la figure 6, on voit le cylindre ligneux, rayonnant, centrifuge *b*, entourant complètement la partie centrale *a* centripète, dont les plus gros éléments se trouvent au milieu, séparés par quelques traces du tissu cellulaire.

La figure 7 montre le bois centripète *a*, entouré en partie seulement par du bois centrifuge rayonnant *b*. Le développement n'a pas encore eu le temps de se propager sur toute la circonférence.

Enfin, dans la figure 8 le bois centripète seul existe, le bois secondaire ne s'est pas encore produit. Dans les préparations du savant anglais, comme dans celles que nous possédons, il existe seulement autour de ce cylindre centripète de nombreux cordons foliaires qui prennent naissance à la périphérie.

Cette observation relative au *S. vascularis* peut être répétée également sur les jeunes rameaux de l'*Anabathra pulcherrima* de Corda qui est, comme on le sait, un *Diploxyton*. Sur une préparation donnée au Muséum par Nicoll, on distingue quelques jeunes rameaux d'*Anabathra*, ne possédant que le bois centripète, le bois centrifuge ne s'étant pas encore développé. Il est probable que si de jeunes rameaux de *S. Clatharia* ou de *S. Leiodermaria* étaient trouvés, ils offriraient la même particularité. Nous citerons

du reste tout à l'heure des faits analogues qui se présentent dans la constitution des cordons foliaires des rhizomes de Sigillaires, et les conséquences qu'on en peut tirer.

Dans les tiges des diverses Lépidodendrées que nous avons étudiées, le cylindre ligneux s'est toujours montré simple, formé de trachéides rayées disposées sans ordre, et dont l'accroissement a été centripète. Même dans les tiges très développées du *L. Rhodumnense*, du *Lepidophloios crassicaulis*, nous n'avons pu constater aucune trace de bois exogène centrifuge.

L'écorce formée de plusieurs couches distinctes, présente chez les Sigillaires des différences remarquables dans celle de ces couches qui peut être regardée comme subéreuse, tantôt cette région est continue et disposée en séries régulières et rayonnantes (*S. Clathraria*), tantôt elle forme un réseau dont les mailles nombreuses sont occupées par une masse de cellules à sections rectangulaires (*S. Leiodermaria*).

Dans les Lépidodendrons, les mêmes modifications se retrouvent d'une part dans le type *L. Harcourtii*, de l'autre, comme nous l'avons vu, dans le type représenté par le *L. Rhodumnense*.

Faisceaux foliaires. — Les cordons foliaires des Sigillaires, que nous avons étudiés avec soin, nous ont montré une structure répondant à celle de l'axe de la tige. Lorsqu'ils se trouvent encore engagés dans l'intérieur du tronc, leur section transversale a la forme d'un triangle, dont la base est tournée du côté de l'axe de la tige, et le sommet vers l'extérieur. La plus grande partie du cordon, celle de la partie élargie, est formée de bois centripète, la pointe seule est coiffée de bois centrifuge. En traversant la partie subéreuse de l'écorce, cette dernière partie prend plus de développement sur les côtés et au sommet du triangle, il en résulte la forme lunulée caractéristique, convexe en dessous, de la cicatrice centrale des cicatrices foliaires de la surface.

Les cordons partent toujours, dans les *Sigillaires* proprement dites, dans les *Diploxytons* et dans le *S. vascularis* de la région commune aux deux bois, ou de la périphérie du bois centripète.

La structure des cordons foliaires que nous avons examinés dans

le *L. Harcourtii*, le *Lepidophloios crassicaulis*, *L. Rhodumnense* est différente ; à l'intérieure de la tige, leur section est elliptique ; aux deux foyers de l'ellipse sur les cordons bien conservés, il semble y avoir deux centres de formation *o o'* (*fig. 3, pl. 10*). Cette forme d'ellipse dont le grand axe est horizontal, se retrouve dans les feuilles et les bractées (*fig. 3, pl. 7*). Aucun d'eux n'a présenté ce développement de bois rayonnant secondaire, que nous avons rencontré dans les cordons foliaires des *Sigillaires* et des *Diploxyloons*.

Ils se détachent toujours, quelque soit le diamètre de la tige, de la périphérie de l'axe ligneux.

Rhizomes. — Les rhizomes des *Sigillaires* nous ont offert la structure des tiges aériennes.

Nous avons vu, en effet, que la partie centrale pouvait être occupée par une moelle, ayant à sa périphérie des faisceaux centripètes isolés (*Stigmaria* de Falkenberg), ou bien que cette moelle pouvait être remplacée complètement ou presque complètement par un axe ligneux centripète, à trachéides très grêles (*Stigmaria* d'Autun), qu'en dehors, dans les deux cas, se trouvait un bois secondaire, continu, composé de trachéides rayées disposées en séries rayonnantes, absolument comme dans les tiges.

Si l'on adopte l'opinion de MM. Dawes et Binney, consistant à regarder certains *Halonia* comme les parties souterraines (rhizomes) de *Lépidodendrées*, l'analogie entre les rhizomes et les tiges est des plus frappantes, et les *Halonia* reproduisent la structure des *Lépidodendrons* avec autant de fidélité que les *Stigmaria* retracent celle des *Sigillaires*.

Cordons foliaires et radiculaires. — Nous avons reconnu, dans les cordons foliaires des rhizomes des *Sigillaires*, la même organisation que dans les cordons foliaires des tiges aériennes, avec quelques différences toutefois.

La section du faisceau est encore triangulaire quand il est âgé ; mais la pointe du triangle est tournée du côté de l'axe, sa base étant à l'extérieur ; c'est l'orientation inverse des cordons de *Sigillaires*. Il est facile de se rendre compte de cette particularité.

Si l'on se reporte à la figure 2, planche 2, on reconnaît que la

partie centripète du cordon pris avant sa sortie de la tige, est très peu développée ; c'est elle qui est tournée du côté de l'axe ; la portion centrifuge au contraire *b*, largement étalée, forme la base convexe du triangle. La différence qui paraît exister dans l'orientation des deux sortes de cordons, dans les échantillons de tiges et de rhizomes sigillariens d'Autun résulte donc uniquement de la prédominance, dans les premières, du bois centripète sur le bois centrifuge, et du contraire dans les seconds. A une très faible distance du cylindre ligneux, il arrive souvent qu'on ne trouve que des traces de bois centripète.

Dans les *Stigmaria* de Manchester, le bois centripète paraît plus développé et plus résistant que dans le cas précédent, mais la forme générale et l'orientation du cordon restent les mêmes. Il est facile, de plus, de rencontrer, si l'on fait une section transversale, dans les appendices foliaires qui entourent en grand nombre, le corps du *Stigmaria*, quelques-uns de ces organes dont le faisceau vasculaire est complètement développé, d'autres au contraire indiquant des stades divers dans leur formation.

La figure 3, planche 2 nous montre un de ces cordons dont la portion centripète *a* et la portion rayonnante centrifuge *b* sont parfaitement reconnaissables et distinctes.

La figure 4, au contraire, ne fait voir que la partie centripète, le bois secondaire rayonnant n'a pas encore paru. J'ai rencontré des phases intermédiaires dans lesquelles le bois centripète se recouvrait par son côté extérieur d'une couche plus ou moins épaisse de trachéides se disposant en séries rayonnantes (1).

Ce mode d'apparition successive des deux bois rappelle ce qui se passe dans les cordons foliaires des *Cycadées* vivantes, chez lesquelles du reste le bois secondaire centrifuge postérieur ne prend jamais un grand accroissement ; il rappelle aussi ce qui se passe dans les jeunes tiges de *Sigillaria vascularis* et de *Diploxylon*. Par conséquent, grâce à l'observation de M. Williamson faite sur les jeunes rameaux de *S. vascularis*, l'analogie établie entre les cordons foliaires des *Cycadées*, et ceux des *Diploxylées* se poursuit.

(1) Voir le *Mémoire sur les Stigmaria* dans le t. XII, n° 1 des *Annales de géologie*.

Non seulement les tiges de ce grand groupe de plantes nous offrent la double constitution du cordon foliaire des Cycadées, mais encore, la formation successive du bois centripète et du bois centrifuge adoptant la même marche d'apparition; le bois centrifuge ne tardait guère toutefois à se produire dans des plantes à développement si rapide.

Lorsque nous avons étudié les cordons foliaires des *Halonia regularis*, nous avons reconnu, d'après M. Binney, que la structure des mêmes cordons ne différait pas sensiblement de celle du *L. Harcourtii*, ils n'ont donc aucune ressemblance avec les cordons foliaires des *Stigmarhizomes*.

Les faisceaux *radiculaires* des *Stigmarhizomes* (fig. 5, pl. 2) sont triangulaires à *trois* centres primitifs *a*; les lames de bois primaires se sont rejointes au centre. Il n'est pas rare, comme je l'ai dit ailleurs (1), de voir une lame de trachéides se diriger de l'un des angles du faisceau radulaire vers l'unique trachéide *tr* d'une radicle latérale, la gaine protectrice *b* et la membrane périphérique du cylindre central *c* sont encore en partie distinctes. Cette organisation en rapport avec le mode de vie des *Stigmaria* n'a rien qui rappelle une racine de Cryptogame, comme on l'a imprimé.

Dans un mémoire publié récemment (*On the organisation of the fossil plants of the coal-measures, part. XI, 1881*) M. Williamson donne la description de plusieurs racines de *Stigmaria*. La section transversale du faisceau central rappelle celles que j'ai figurées dans le Cours de botanique fossile de l'année dernière (fig. 4, pl. 20); dans mon mémoire sur les Stigmariées (fig. 2, pl. 1; fig. 8, pl. 2) (2) et dans le cours de cette année (fig. 5, pl. 2). Je crois que ce sont bien les mêmes organes que chacun de notre côté nous avons étudiés. M. Williamson pense que le faisceau vasculaire n'a qu'un seul centre primaire d'accroissement; de plus, le savant de Manchester trouve le moyen de comparer ce faisceau vasculaire à celui d'une des branches de bifurcation souterraine de *Selaginella Martensii*.

(1) *Cours de botanique fossile*, 1880, p. 160.

(2) *Loc. cit.*

De mon côté, j'ai reconnu qu'il y avait trois centres primaires d'accroissement centripète, dont l'un se trouvait presque toujours plus développé que les deux autres, à cause de l'émission de radicales qui se détachent alternativement de chacun des angles. (Voir la figure 3, planche 2). J'en conclus que les racines des rhizomes de Sigillaires n'ont aucun rapport avec les branches de bifurcation souterraine de Sélaginelle, de Lycopode, etc., qu'elles ont un caractère phanérogamique en rapport avec celui du rhizome auquel elles appartiennent, *ce qui devait être à priori*.

Du reste, les faits pouvant être vérifiés par chacun, cette question de la nature des racines des Stigmarhizomes est facile à établir d'une façon définitive; mais les conclusions qu'on en pourra judicieusement tirer, sont liées naturellement à l'observation de préparations bien conservées, et heureusement faites.

La figure donnée par M. Binney (*fig. 3, pl. XVII*)(1), tout en se rapportant à une racine de *Halonias regularis*, ne permet pas d'en voir distinctement les détails, par conséquent on ne peut en faire sûrement la comparaison avec les racines des *Stigmarias* de Sigillaires.

Stigmarhizes (racines de Sigillaires).

Les *Stigmarhizes*, *Stigmariopsis* de M. Grand'Eury sont les vraies racines des Sigillaires à tiges aériennes; ce sont des branches se détachant d'un tronc commun, de grosseur assez inégale, décroissant rapidement, et bien plus courtes que les Stigmarhizomes. Elles se divisent par dichotomies successives, mais les rameaux n'ont pas du tout la même importance. A leur surface se trouvent des cicatrices rondes, petites, ombiliquées, disposées régulièrement et rappelant celle des *Stigmarias* ordinaires, mais plus petites; les radicules courtes, ne dépassant pas 3 à 6 centimètres, se montrent aplaties sous forme de rubans, et sont insérées obliquement, au lieu de l'être perpendiculairement comme les appendices foliaires des rhizomes. Les cicatrices qu'elles ont laissées disparaissent dans les parties des branches voisines du tronc, très probablement à cause de l'accroissement en diamètre de ces branches.

(1) *Paleontographical society*, vol. for 1871.

L'étude récente de fragments silicifiés d'Autun se rapportant aux *Stigmarhizes* a fait connaître les détails suivants.

Ce sont des fragments dépouillés de leur écorce. Le cylindre ligneux, beaucoup plus développé que dans les échantillons de *Stigmarhizomes* ou de *rameaux* de tiges aériennes décrits dans la première partie de ce cours, atteint cinq à six centimètres de diamètre. Il est formé de trachéides rayées sur toutes leurs faces, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires ; sur une coupe tangentielle, les trachéides ont la direction sinuée et contournée habituelle, causée par le passage des faisceaux vasculaires.

La région médullaire est extrêmement réduite. La moelle à peine distincte est limitée par des faisceaux séparés et centripètes de trachéides rayées, dont le diamètre vers l'intérieur dépasse celui des éléments ligneux rayonnants extérieurs. Ce sont les restes encore visibles des faisceaux vasculaires appartenant au bois primaire d'une *vraie racine*.

Des coupes tangentielles faites dans le bois secondaire rencontrent des cordons vasculaires assez nombreux, ne présentant ni l'organisation ni la forme triangulaire des cordons foliaires que nous avons reconnus dans le bois des *Stigmarhizomes*. Ils sont formés d'un petit nombre de trachéides, malheureusement déplacées par la pression du bois secondaire qui a produit l'accroissement du corps de la racine, déjà âgée ; leur orientation est donc actuellement trop irrégulière pour permettre de reconnaître le nombre des faisceaux pénétrant dans les radicules.

Dans les racines de *Lepidodendrées*, on n'a rien signalé d'analogue, ces racines devant être dépourvues de bois secondaire, comme il convient à des racines de *Cryptogames*.

Nous allons résumer dans le tableau suivant les similitudes et les différences que nous venons de signaler entre ces deux groupes importants de plantes.

SIGILLARIÉES.

Tiges.

Quelquefois dichotomes, *cicatrices* contiguës ou séparées sur une écorce lisse ou cannelée.

Mamelon cicatriciel presque complètement occupé par la cicatrice foliaire, marquée de trois cicatrices arquées.

Feuilles épaisses, longues, rigides.

Épis reproducteurs disposés en verticilles ou en spirales sur le tronc.

Pas de disques sur la surface des troncs.

Cylindre ligneux composé de deux parties distinctes, l'une centripète ou primaire, l'autre centrifuge ou secondaire et composée d'éléments rayonnants, trachéides rayées et réticulées.

Écorce formée de plusieurs assises, la plus externe subéreuse, continue, disposée en lignes rayonnantes, ou bien formant un réseau à mailles remplies de tissu cellulaire lâche à sections rectangulaires.

Cordons foliaires des tiges aériennes.

Cordons formés de deux parties distinctes, l'une très développée primaire centripète; l'autre d'abord très peu marquée, secondaire, centrifuge, composée d'éléments rayonnants. Les deux parties sont disposées dans un même plan vertical passant par la tige, et à section triangulaire, la pointe en dehors; les cordons ont leur origine entre les deux bois.

Rhizomes

Rhizomes présentant la constitution des tiges aériennes, c'est-à-dire les deux bois distincts, centripète et centrifuge, trachéides rayées.

Cordons foliaires formés de deux parties distinctes, l'une peu développée, primaire, centripète, l'autre secondaire, plus marquée, centrifuge et composée d'éléments rayonnants, à section triangulaire.

LÉPIDODENDRÉES.

Tiges.

Normalement dichotomes, *cicatrices* rarement séparées sur une écorce jamais cannelée.

Mamelon cicatriciel très incomplètement occupé par la cicatrice foliaire, marquée de trois cicatrices ponctiformes.

Feuilles généralement courtes et grêles.

Cônes reproducteurs placés à l'extrémité des rameaux.

Strobiles disposés sur des lignes verticales le long du tronc et ayant laissé leurs traces sous la forme de grands disques circulaires.

Cylindre ligneux composé d'un cylindre unique centripète, trachéides rayées.

Écorce formée de plusieurs assises, la plus externe subéreuse, continue, disposée en lignes rayonnantes, ou bien formant un réseau à mailles remplies de tissu cellulaire à sections rectangulaires.

Cordons foliaires des tiges aériennes.

Cordon uniquement primaire, à deux centres de formation, à section elliptique, le grand axe de l'ellipse étant horizontal.

Les cordons ont leur origine à la périphérie de l'unique cylindre qui est ici centripète.

Rhizomes.

Rhizomes présentant la constitution des tiges aériennes, c'est-à-dire un seul bois centripète.

Trachéides rayées.

Cordons foliaires uniquement primaires, offrant la constitution et la figure des cordons foliaires des tiges aériennes.

SIGILLARIÉES.

laire, la pointe du triangle tournée vers l'axe de la tige.

Racines contenant un faisceau vasculaire à trois centres de formation et émettant, sur trois lignes parallèles, de nombreuses radicelles très grêles.

Stigmarhizes.

Branches fortes, rapidement décroissantes, émettant des ramifications dichotomes, très inégales, marquées à leur surface de cicatrices petites, ombiliquées, radicelles charnues, courtes, insérées obliquement à l'extrémité des ramifications.

Faisceaux vasculaires primaires assez nombreux. Bois secondaire épais, formé de trachéides rayées sur toutes leurs faces, disposées en séries rayonnantes, séparées par des rayons médullaires et traversées par de nombreux cordons radiculaires.

Fructifications.

Épis disposés sur le tronc soit en verticilles, soit en spirale, bractées insérées obliquement sur l'axe. Détails intérieurs inconnus.

LÉPIDODENDRÉES.

Racines non encore suffisamment connues.

Racines de lépidodendrons inconnues.

Fructifications.

Cônes placés à l'extrémité des rameaux, bractées insérées normalement sur l'axe puis redressées, renfermant tantôt uniquement des macrosporanges, tantôt des microsporanges, tantôt les deux réunis, les microsporanges occupant le sommet du cône.

En parcourant le résumé que nous venons d'exposer, on voit que les Sigillariées et les Lépidodendrées présentent beaucoup plus de différences caractéristiques, que d'analogies sérieuses.

Le port de la tige, la forme des cicatrices, la disposition des fructifications sont dissemblables.

La structure des tiges âgées est tout à fait distincte.

Si dans les rameaux et dans les jeunes tiges il y a à faire un rapprochement, en ce sens que, dans les deux groupes, le bois centripète est seul développé (nous admettons un instant le fait comme vrai dans tous les genres), ce fait n'a pas de conséquences plus grandes en botanique qu'en zoologie, où l'on observe des êtres

appartenant aux classes supérieures, passant dans leur très jeune âge par des stades d'organisation analogues à celles des animaux inférieurs. Dans le cas particulier qui nous occupe, en admettant comme démontrée l'analogie (non l'identité) du bois centripète, chez les Lépidodendrons et les Sigillaires, les premiers n'auraient pas franchi ce degré d'organisation, tandis que les Sigillaires, en vertu de leur nature plus élevée, auraient acquis cette zone ligneuse rayonnante extérieure, l'un des caractères des Plantes dicotylédonées.

Une des preuves les plus convaincantes qu'il en a été ainsi est la structure des cordons foliaires observée dans les tiges et les rhizomes des Sigillaires, comparée à celle des mêmes cordons foliaires chez les Lépidodendrées.

Nous avons eu occasion de constater bien des fois que, dans les premières, le cordon était formé de deux parties à accroissement inverse l'un de l'autre, l'un primaire et centripète, et l'autre secondaire et centrifuge. Dans les Lépidodendrées, les faisceaux foliaires observés par Brongniart, Corda et par nous-même, sont toujours simples, sans traces de bois secondaire et de forme différente.

Nous avons démontré que, dans les cordons des Sigillaires pris à l'intérieur de la tige ou près de la tige, le bois secondaire ou centrifuge était quelquefois très peu développé ou nul. Mais on sait que c'est précisément un caractère offert par les cordons foliaires des feuilles de Cycadées. Dans les très jeunes feuilles, en effet, le bois primaire seul se reconnaît nettement; dans les feuilles plus développées, à mesure que l'on s'avance de la base à l'extrémité, la partie centripète du cordon prend une prépondérance de plus en plus marquée sur le bois centrifuge ou secondaire; ce dernier finit par manquer, devant se former plus tard, lors du complet achèvement de la feuille.

L'analogie de constitution double du cordon foliaire nous a porté, dans la première partie de ce cours, à diviser les Gymnospermes en *Monoxylées* et *Diploxylées*. Ce dernier groupe contient, d'une part, les familles qui présentent dans leurs feuilles seulement ce caractère cycadéen, et celles, d'autre part, qui le possé-

dent à la fois dans leurs feuilles et dans leurs tiges, telles que les *Poroxyllées* et les *Sigillariées*.

Il est remarquable que l'étude plus approfondie du *Sigillaria elegans* Brong., du *S. vascularis* Binney, et des rhizomes de différentes Sigillaires amène à constater une analogie de plus entre les Sigillariées et les Cycadées, car maintenant, outre la constitution double du système ligneux de la tige, rappelant dans les premières, l'organisation double du cordon foliaire des secondes, nous avons à signaler la même marche d'apparition dans les deux bois. Dans les tiges, les rhizomes, les feuilles des Sigillariées, la région centripète apparaissait d'abord ; ensuite se montrait plus ou moins rapidement la portion centrifuge.

Les analogies qui existent dans la composition de la zone sous-cicatricielle de l'écorce des Sigillaires et des Lépidodendrons, viennent de la grande similitude d'insertion sur les tiges des organes appendiculaires, et des conditions presque identiques du milieu où vivaient ces plantes.

Il est donc impossible, en parcourant le tableau qui précède, de ne pas reconnaître que les Sigillaires, dans la constitution de leur tige, de leurs rhizomes, de leurs racines et de leurs cordons foliaires, réunissent une somme de caractères phanérogamiques indiscutables.

Les Lépidodendrées, au contraire, par l'organisation de leur tige de leurs rhizomes, de leurs cordons foliaires et de leurs fructifications, se rangent incontestablement parmi les Cryptogames.

AFFINITÉS BOTANIQUES DES LÉPIDODENDRÉES.

On peut se demander à quelle classe, à quelle famille ce groupe important doit être rapporté.

Il est évident que, par l'ensemble des caractères qui ont été énumérés, les Lépidodendrées font partie de l'ordre des Lycopodiacées ; dans cet ordre, la famille des Lycopodiacées hétérosporées seule peut fournir des éléments de comparaison.

Dans cette famille, les genres *Selaginella* et *Isoètes* ont été tour

à tour regardés comme ayant quelques rapports avec les Lépido-dendrées fossiles.

Le port de certaines Sélaginelles *devenant* arborescentes, avec leur dichotomies successives et leurs épis terminaux hétérosporés, ressemblerait assez à celui des Lépido-dendrons de l'époque houillère.

La variation de disposition des feuilles dans cette famille, suivant les espèces et souvent sur la même plante, offre cependant une certaine difficulté dans leur assimilation avec celle des Lépido-dendrons, dont les cicatrices sont si régulières et si constantes. Il est vrai que la structure interne du système ligneux, parfaitement régulier de ces dernières plantes explique celle des appendices foliaires, tandis que la disposition changeante des faisceaux vasculaires de la tige des Sélaginelles donne la raison chez celles-ci de leur variabilité.

Fréquemment, les faisceaux vasculaires qui parcourent l'axe de la tige des Sélaginelles sont aplatis, formés extérieurement, par place et surtout sur leurs bords, de trachéides spiralées, et intérieurement de grosses trachéides rayées. Ces faisceaux vasculaires placés parallèlement les uns aux autres, quand il y en a plusieurs, sont ordinairement entourés de larges méats intercellulaires. C'est de chacun des îlots trachéens, placés sur les bords extérieurs, que partent les cordons vasculaires qui vont aux feuilles.

Dans quelques rhizomes (*S. Lyalli*), deux bandes se soudent parfois pour former un cylindre continu, rappelant ainsi une petite tige de Lépido-dendron ; mais, au centre, il est facile de reconnaître la présence d'un troisième faisceau qui a persisté et demeure environné par les deux autres.

Malgré certaines ressemblances, il n'est pas possible de considérer les Lépido-dendrons comme les ancêtres directs de nos Sélaginelles, qui, du reste, comme nous le verrons plus loin, existaient déjà dans le terrain houiller en même temps que les Lépido-dendrons.

Les Isoètes sont, comme l'on sait, des plantes aquatiques submergées ou terrestres. Leur tige extrêmement raccourcie et bulbiforme, est toujours simple, les racines sont filiformes, dichotomes. Leurs feuilles sessiles, dilatées à la base et ampléxicaules, sont subulées

et plus ou moins allongées. Les sporanges sont placés sur la face interne de la partie dilatée des feuilles, ceux de la partie centrale sont des microsporangies ; ceux, au contraire, qui sont placés à la périphérie, renferment des macrospores. Les sporanges sont surmontés d'une petite écaille (ligule), dont on a voulu voir le représentant dans certaines empreintes, placées au-dessus des cicatrices foliaires des Lépidoendrons.

On connaît actuellement plus de cinquante espèces vivantes de ce genre, réparties depuis les cercles polaires, jusqu'au delà des tropiques, et cependant jusqu'à présent on ne connaît que deux espèces fossiles.

1° *Isoetes Braunii*, Unger. Dans les calcaires miocènes d'Oeningen et de Parschlug, ressemblant à l'*Isoetes lacustris*.

2° *Isoetes Scheuchzeri*, Heer, qui diffère du précédent par des feuilles plus larges, non dilatées vers la base, et se rencontre dans les marnes calcaires durcies d'Oeningen.

La tige extrêmement réduite des Isoètes ne paraît pas posséder de cylindre ligneux proprement dit ; il n'existe, en effet, pour le représenter, qu'un anneau formé de courtes cellules arrondies et lâchement unies entre elles, dont les parois sont réticulées ou spiralées ; de cet anneau central se détachent des faisceaux vasculaires qui se rendent dans les feuilles, et ceux qui, se dirigeant de haut en bas, pénètrent dans les racines.

Il serait inexact, d'après Sachs, de considérer la couche génératrice qui entoure l'axe central de la tige des Isoètes, comme un cambium comparable à celui des Dicotylédones, puisque cette couche de méristème ne produit, vers l'extérieur, que des couches parenchymateuses venant remplacer celles qui meurent chaque année. Le rapprochement qu'on a essayé de faire pour ce motif, entre les Sigillaires munies d'un *vrai* cambium, produisant aussi bien en dehors qu'en dedans de lui des éléments fibreux et vasculaires, en dehors, du liber et en dedans, du bois, n'a donc aucune base sérieuse.

Les cordons foliaires des Isoètes ont un accroissement centripète pour le *bois* primaire, et centrifuge pour le *liber* primaire ; mais ce

mode d'accroissement n'a aucun rapport avec l'accroissement centripète du bois primaire, et centrifuge du bois secondaire des Sigillaires.

Dans les cordons foliaires du *L. Harcourtii*, comme nous l'avons fait remarquer, le bois primaire a deux centres de formation, mais le liber primaire est à l'extérieur, et a eu très probablement un accroissement centrifuge, comme celui des Isoètes.

M. de Saporta (1) a ingénieusement comparé les Isoètes à une Lépidodendrée extrêmement réduite dans toutes ses parties; sauf les feuilles et les organes de reproduction, ce serait pour ainsi dire un cône de Lépidodendron, dont l'axe aurait été ramené aux dimensions les plus exigües tout en conservant ses racines.

« Mais il n'est pas nécessaire, comme le fait remarquer l'illustre savant, d'admettre que les Lépidodendrons soient les ancêtres directs des Isoètes, quoique alliées de fort près à ces dernières. Il se pourrait que celles-ci eussent vécu côte à côte, avec les Lépidodendrées paléozoïques, perdues au sein des marécages carbonifères et que l'humilité même de leur rôle leur eussent permis de survivre aux événements par suite desquels succombèrent les végétaux géants des époques primitives, aussi puissants de taille que remarquables par l'élégante ciselure de leurs moindres organes. »

Malgré les analogies qui peuvent exister entre les Sélaginelles et les Isoètes d'une part, et les Lépidodendrées de l'autre, elles ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse placer ces dernières plantes dans l'un ou l'autre des deux genres vivants.

Les différentes Lépidodendrées dont nous nous sommes occupés sont toutes arborescentes, elles s'élèvent quelquefois à plus de 30 mètres de haut, offrant toutes des cicatrices parfaitement régulières, extrêmement nombreuses, une structure de tige et d'écorce spéciale, elles forment un ensemble de genres bien homogènes, qui n'a pas dépassé l'époque permienne; le maximum de leur développement comme nombre et comme variété, coïncide avec la formation des couches du terrain houiller inférieur et moyen. Cet

(1) *Évolution des cryptogames*, 1881, p. 494.

ensemble de genres doit être considéré comme formant dans la famille des Lycopodiacées hétérosporées, une sous-famille ayant eu un nombre considérable de représentants, dont quelques-uns seulement nous sont actuellement connus.

FAMILLE II.

La famille dont nous allons nous occuper paraît avoir été beaucoup plus humble que la famille des Lépidodendrées, mais aussi elle a pu se continuer jusqu'à nous, en traversant heureusement les périodes troublées au milieu desquelles se sont éteintes les Lycopodiacées gigantesques des temps anciens.

Les débris de cette famille sont constitués par des rameaux ou par des tiges à peine frutescentes, dont les feuilles ont la disposition de celles de nos Lycopodes ou de nos Selaginelles. On distingue parfois entre elles et à leur face supérieure, des capsules réniformes que l'on regarde comme des corps reproducteurs ; on n'a pu jusqu'à présent obtenir que des indications assez vagues sur la nature des corpuscules inclus.

Cette famille peut se diviser, d'après la nature de ses feuilles, en deux sections. La première contient les espèces à feuilles dimorphes, la deuxième renferme celles qui ont toutes les feuilles semblables.

1° FEUILLES DIMORPHES.

G. SELAGINELLA, Mett.

1° *Lycopodium primævum*. (Goldenberg), Sch. (fig. 7, pl. 12).

Tiges plusieurs fois dichotomes, presque pennées. Les plus grandes feuilles distiques, rétrécies à la base, ovales, lancéolées, épis fertiles cylindriques ovales, munis de bractées étroites et lancéolées.

Dans les Schistes houillers de Saarbruck.

2° *Lycopodium macrophyllum* (Gold.), Sch. (fig. 8, pl. 12).

Tiges plusieurs fois dichotomes, feuilles très rapprochées, celles qui sont placées sur les bords sont exactement distiques, étalées ou

redressées contre la tige, oblongues, terminées en pointe aiguë, décurrentes à la base, parcourues par une nervure saillante.

Cette espèce se rencontre dans le terrain houiller de Saarbruck.

M. Goldenberg a observé de petites feuilles placées à la face antérieure de la tige, mais rarement bien conservées.

2° FEUILLES SEMBLABLES.

G. LYCOPIDIUM.

Lycopodium Leptostachys (Gold.), Sch.

Feuilles étroites, linéaires, longues, légèrement recourbées, épis très allongés, cylindriques, bractées subulées, longues, dressées, sporanges développés, cordiformes.

Terrain houiller de Saarbruck.

Lycopodium elongatum (Gold.), Sch.

Tige ramifiée, dressée, feuilles tétrastiques? dressées ou lâchement imbriquées, oblongues, lancéolées, entières, sporanges développés, recouverts complètement par les bractées, sans épis distincts.

Terrain houiller de Saarbruck.

Lycopodium denticulatum (Gold.), Schimper.

Tige dichotome, garnie de feuilles serrées, dressées contre la tige, oblongues, lancéolées, à bords dentés, longues de 1 centimètre et larges de 2 millimètres à la base, parcourues par une nervure distincte; entre les feuilles supérieures, on distingue un certain nombre de sporanges cordiformes.

Terrain houiller de Saarbruck.

LYCOPODIACÉES ISOSPORÉES.

Tiges de *Lycopodium*.

Les empreintes qui ont permis de former le genre précédent, quoique portant des indices de fructifications, ne permettent pas d'établir avec certitude l'existence du genre *Lycopodium* à l'époque houillère.

Deux petites tiges que j'ai décrites (1) autrefois, et qui offrent dans leur structure anatomique tous les caractères de nos Lycopodes vivants, semblent mettre ce fait hors de doute. Elles forment deux espèces.

1° *Lycopodium punctatum*, B. R.

Tiges cylindriques, de 5 à 6 millimètres de diamètre, recouvertes d'une écorce épaisse, parenchymateuse à l'intérieur, fibreuse à l'extérieur, parcourues longitudinalement par des racines adventives et par les cordons qui se rendent aux feuilles. Le cylindre ligneux est formé de bandes vasculaires de forme variable, éparses dans le tissu cellulaire central, ceux de la périphérie ont une section lunulée, ou en forme de croissant dont les pointes tournées vers l'extérieur contiennent les éléments les plus fins, leurs parois sont marquées dans toutes les parties en contact, de ponctuations aréolées à contour parfaitement hexagonal, le spore central est elliptique ou circulaire suivant l'état de conservation.

Cette espèce a été rencontrée dans les magmas siliceux d'Autun.

La section de l'ensemble de l'échantillon rappelle les coupes du *Lycopodium phlegmaria* ou celles du *L. mirabile*.

Quant à la particularité de présenter des ponctuations aréolées à pore elliptique rappelant plus ou moins les trachéides des Cycadées, elle se retrouve dans certains Lycopodes vivants, le *Lycopodium pachystachyum* par exemple, les parois des trachéides les plus grosses sont marquées dans cette espèce de ponctuations aréolées circulaires et non hexagonales, parce qu'elles sont moins serrées et non contiguës que dans l'échantillon fossile.

2° *Lycopodium Renaultii*, Brongt.

Tiges de 5 à 6 millimètres de diamètre. Écorce épaisse, parenchymateuse à l'intérieur, fibreuse à l'extérieur; cette dernière envoie des prolongements sous forme de dentelures dans la couche cellulaire qu'elle recouvre.

(1) *Annales des sciences nat.*, 5^e série, t. XII.

Le cylindre vasculaire mesure environ 2 millimètres, il est formé de bandes vasculaires, nombreuses, isolées ou groupées; les trachéides qui les constituent sont réticulées. La partie parenchymateuse de l'écorce est parcourue par des cordons qui se rendent aux feuilles, quelques-uns appartiennent à des racines adventives.

Cette espèce se distingue de la précédente par le nombre plus considérable des bandes vasculaires de l'axe, par le nombre plus grand des cordons foliaires, par ses trachéides réticulées et les dentelures de l'assise externe de l'écorce.

Elle se rencontre également dans les magmas siliceux d'Autun.

G. *PSILOTUM*.

Les *Psilotum* ont une tige grêle, dressée, dichotome, à nombreuses bifurcations également dressées, haute de 25 à 30 centimètres. Les feuilles sont représentées par de très petites écailles espacées, étroites et pointues. Sur les branches souterraines, elles sont encore plus dégradées. Les sporanges des *Psilotum* sont trilobulaires, disposés à l'extrémité d'une très courte branche qui produit en même temps et au-dessous d'eux une paire de folioles, à l'aisselle desquelles ils paraissent alors s'être développés. Ils s'ouvrent par une fente circulaire longitudinale et renferment un grand nombre de petites spores.

On a rapporté au genre *Psilotum* quelques espèces fossiles.

Psilotites lithanthracis, Goldenberg.

Tige grêle, inégalement dichotome, feuilles distiques, rudimentaires, unilatérales sur les tiges, disposées en spirale sur les rameaux.

Grès rouge du bassin houiller de Saarbruck.

Psilotites inermis (Newberry), Schimp.

Cette espèce ressemblerait (d'après M. Newberry) au *Psilotum complanatum* des îles Sandwich.

Dépôts miocènes de Fort-Union (Missouri supérieur).

Les genres *Tmesipteris* et *Phylloglossum* n'ont pas encore été signalés à l'état fossile; nous passerons par conséquent immédiatement à l'étude des *Rhizocarpées*.

CHAPITRE VI

DEUXIÈME CLASSE.

RHIZOCARPÉES.

Les plantes qui forment actuellement cette petite classe peuvent être groupées en quatre genres distincts : les genres *Pilularia*, *Marsilia*, *Salvinia* et *Azolla*. A aucune époque, ces plantes essentiellement aquatiques ou flottantes, ne paraissent avoir joué un rôle prépondérant; de faibles dimensions et d'une consistance molle, les traces qu'elles ont laissées dans les différents terrains ont été fugitives, et c'est à grand peine qu'on peut les suivre au delà des terrains récents.

Cependant s'il devenait incontestable que quelques genres fossiles tels que les genres *Sagenaria* et *Sphenophyllum* fissent réellement partie des *Rhizocarpées*, son histoire prendrait une importance bien plus grande, et son origine remonterait aux premières époques de l'apparition des végétaux sur le globe.

Dans les *Rhizocarpées* vivantes, les fructifications sont situées à la base des feuilles, et à proximité de la tige ou rhizome (1). Ce sont des sporanges capsuliformes, résultant de la métamorphose des limbes foliaires, coriaces, ordinairement divisés en plusieurs loges qui renferment les spores. Ceux-ci sont de deux espèces : les uns mâles ou microspores, les autres femelles ou macrospores. Les microspores et les macrospores sont tantôt dans des loges différentes mais dans un même sporange, tantôt dans des sporanges séparés.

(1) Cependant dans certaines Marsiliacées (*M. Polycarpa*, Hooker), par exemple, les sporanges sont attachés au pétiole de la feuille, à une certaine distance du rhizome.

G. PILULARIA. L.

Plantes aquatiques grêles, feuilles filiformes, sporanges solitaires à la base des feuilles, globuleux, coriaces, axillaires, presque sessiles, bi-tri-quadriloculaires, renfermant les microspores et les macrospores réunis dans une même loge.

Le nombre des espèces vivantes est très restreint, il en est de même à l'état fossile, nous ne citerons que les suivantes :

Pilularia pedunculata, Heer.

Dans cette espèce, les sporanges sont petits, globuleux, pédicellés.

Elle se rencontre dans le terrain miocène d'Oeningen ; elle est plus petite que le *Pilularia globulifera*, mais les pédicelles des sporocarpes sont beaucoup *plus longs*.

G. MARSILIA.

Plantes herbacées croissant dans les eaux stagnantes, à tiges rampantes.

Les feuilles, plus ou moins longuement pétiolées, se divisent en quatre lobes cunéiformes, à bords arrondis, entiers ou dentelés, à nervures égales et presque parallèles (1), les sporocarpes se développent à la base des pétioles, sont pédicellés ou presque sessiles, solitaires ou agrégés, globuleux, ovales, coriaces, plus ou moins velus ; ils s'ouvrent en deux valves de part et d'autre de la columelle qui occupe le milieu du sporocarpe.

Les loges qui renferment les spores de deux sortes sont placées horizontalement.

Marsilia Marioni, Al. Braun (*fig. 4, pl. 16*).

Sporocarpe oblong, mesurant 13 millimètres en longueur, les valves ouvertes sont réunies au sommet, des filaments rameux les relie à la columelle.

(1) Ce parallélisme ne s'étend pas jusqu'au bord des feuilles, il fait place plus ou moins rapidement à une réticulation très marquée dans certaines espèces, comme le *M. Salvatrix*, *diffusa*, etc.

Cette espèce a été rencontrée à Ronzon (Haute-Loire) dans des marnes calcaires appartenant à l'Éocène.

Marsilidium speciosum, Schenk.

Les folioles au nombre de six sont portées par un pétiole allongé, cunéiformes, arrondies sur leur bord qui est dentelé, longues de cinq centimètres et demi et larges de trois; nervures nombreuses souvent dichotomes. Cette espèce se trouve dans les grès de Hastings, de l'Osterwald.

Sagenopteris rhoifolia, Presl. (Fig. 5, 6, pl. 16).

Feuille quadrilobée. Les lobes sont libres jusqu'à la base, caducs, articulés, de forme dissymétrique, oblongs, lancéolés, coriaces, les nervures superficielles sont anastomosées en réseau à mailles hexagonales allongées dans le sens de la longueur du lobe (1).

La longueur de ces derniers peut varier de 2 à 12 centimètres et leur largeur de 4 à 6 centimètres. Sur leur face inférieure se remarquent des stomates, qui manquent, comme l'on sait, sur les feuilles de *Marsilia*, mais cette particularité peut tenir à un mode de station différente de celui des Marsiliacées vivantes.

Le *Sagenopteris rhoifolia* se rencontre dans les Schistes argileux de la formation rhétique, en Franconie, dans le Lias inférieur de Coburg, dans l'Oolithe du Vicentin, etc.

La durée de ce genre paraît assez restreinte; il apparaît en effet dans les couches inférieures du Lias et disparaît dans l'Oolithe moyenne.

SALVINIÉES.

Plantes nageantes, rhizome horizontal, filiforme articulé, à chaque article, partent en dessus deux feuilles sessiles étalées horizontalement, et en dessous un pinceau de poils radiculaires submergés, représentant la troisième feuille transformée. Sporocarpes placés à la base des poils radiculaires, renfermant les uns des microspores, les autres des macrospores.

(1) Cette réticulation se retrouve dans les feuilles de certaines Marsiliacées.

Ce genre n'est plus représenté en Europe que par une espèce; les autres sont exotiques et habitent plus particulièrement les pays chauds.

Salvinia formosa, Heer.

Feuilles longues de trois centimètres, ovales, obtuses, à surface réticulée; les aréoles, disposés en séries, sont remplis de petites cellules.

Cette espèce se rencontre dans le terrain miocène de Schrotzburg, en Suisse.

Salvinia reticulata, Heer.

Feuilles dépassant trois centimètres de longueur, ovales, rétrécies à la base, réticulées, mais les aréoles n'étant pas disposés en séries. Dans les blocs erratiques tertiaires de Saint-Gall.

Salvinia Reussii, Ettingshausen. (fig. 7, pl. 16.)

Feuilles elliptiques, de deux à trois centimètres de longueur, obtuses au sommet, échancrées à la base, nervures secondaires simples, nervures tertiaires, sortant sous un angle obtus, et en s'anastomosant formant un réseau, dont les aréoles sont disposés en séries.

Argile plastique de Priesen, près de Bilin.

G. SPHENOPHYLLUM.

Historique. — Le genre *Sphenophyllum* établi par Brongniart en 1822, sous le nom de *Sphénophyllites*, et par Sternberg, en 1823, sous celui de *Rotularia*, renferme des plantes, sans analogues immédiats parmi celles de nos jours. C'est cette dernière raison qui a déterminé l'abandon du nom de *Sphénophyllites* pour celui de *Sphenophyllum*, qui rappelle la forme générale des feuilles.

Les auteurs qui en ont fait l'objet de leurs travaux les ont placées dans les familles les plus différentes entre elles par leurs caractères botaniques.

Tout d'abord, Brongniart (1) les avait rangées dans sa sixième

(1) *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, p. 67.

famille, celle des *Marsiliacées* à côté des *Pilularia* ou mieux des *Marsilia* dont les feuilles présentent quelque analogie de forme avec certains *Sphenophyllum*. Si l'on compare, en effet, les folioles du *Marsilidium speciosum* de Schenck, disposées par six, avec les feuilles de *Sphenophyllum Thoni*, on ne manquera pas d'y reconnaître quelque analogie, mais dans les *Marsilia*, les folioles sont à l'extrémité d'un long pétiole, tandis que dans les *Sphenophyllum* elles sont sessiles et régulièrement placées sur des articulations successives. Cette dernière considération a fait penser à Brongniart que leurs rapports avec les *Ceratophyllum* seraient peut-être plus intimes; toutefois il reste indécis entre ces deux rapprochements.

Plus tard (1), cette même disposition verticillée des organes foliaires et la ressemblance extérieure des épis fructifiés des *Sphenophyllum* avec ceux des *Astérophyllites*, le déterminent à les comprendre dans la famille des *Astérophyllitées*.

Toutefois cette nouvelle attribution n'a rien de définitif, car il termine en disant : « Leur disposition générale annonce des plantes herbacées ou frutescentes aquatiques : doivent-elles se rapprocher des *Marsiliacées* et des *Équisétacées*, réunissant à la disposition verticillaire des feuilles des *Équisétacées*, les folioles triangulaires tronquées au sommet, ou dentées et lobées, quelquefois très profondément, de quelques *Marsilia*? Ou bien au contraire seraient-elles, ainsi que les autres *Astérophyllitées*, des *phanérogames gymnospermes* à feuilles verticillées, comme celles de certaines Conifères (mais dans lesquelles les feuilles ne dépassent jamais trois par verticille), et se rapprochant par leur forme de celles du *Gingko biloba*? C'est ce qu'on ne pourra décider que lorsque les fructifications de ces plantes singulières seront étudiées plus complètement.

Depuis lors, plusieurs travaux ont été publiés sur le genre qui nous occupe, entre autres la monographie de MM. Coëmans et Kickx, couronnée par l'Académie de Bruxelles et insérée dans les

(1) *Tableau des genres de végétaux fossiles*, p. 52.

bulletins de cette Société (1864). Voici la diagnose du genre donnée par ces auteurs :

Plantes herbacées, tiges simples ou rameuses, à surface marquée de sillons qui n'alternent pas d'un entre-nœuds au suivant. Sur les articulations, fortement accusées, sont placées des feuilles disposées en verticille, sessiles, en forme de coin, dépourvues de nervure médiane, mais parcourues par des nervures de même force, dichotomes. Les épis sont cylindriques, les bractées et les fructifications sont également disposées en verticille.

Ainsi caractérisé, le genre *Sphenophyllum* s'éloigne des *Annularia* et des *Astérophyllites*, comme nous le verrons, par les feuilles dépourvues de nervure médiane, tandis que les sillons de la tige, qui n'alternent pas d'un mérithalle à l'autre et qui appartiennent *exclusivement* à l'écorce et non au système vasculaire intérieur, permettent de le distinguer des rameaux équisétiformes de la période houillère. De plus, les rameaux sont toujours solitaires aux articulations et naissent entre les insertions de deux feuilles contiguës. Ces caractères distinctifs, superficiels, seront complétés et précisés plus loin par la connaissance de la structure interne, qui nous montrera que la tige des *Sphenophyllum* est occupée par un axe entièrement vasculaire, tandis que celle des *Annularia* et des *Astérophyllites* est creuse et se rapproche, sous ce rapport, de celle des Equisétacées actuelles.

Schlotheim (1) a comparé les *Sphenophyllum* aux Palmiers.

Lindley et Hutton (2) les ont rapprochés des Conifères et notamment des *Salisburia*.

Karl Muller (3) assimile le *Sphenophyllum Schlotheimii* au *Phyllocladus trichomanoides*.

Pour MM. Coëmans et Kickx, tous ces rapprochements ne sont pas naturels, et regardent les *Sphenophyllum* comme constituant

(1) *Beitrag zur Flora der Vorwelt*, 1804-1823.

(2) *Fossil Flora*, t. 86, 1831-1833.

(3) *Botan. Zeit.*, 1856, p. 380.

un type propre à l'époque houillère et sans analogue dans les périodes suivantes.

« Il nous est même impossible, ajoutent-ils, de décider si ce groupe de plantes doit être rangé parmi les Cryptogames ou parmi les Phanérogames gymnospermes. Cette dernière opinion, émise par Brongniart (1) dans son travail sur les différentes périodes de végétation qui se sont succédé à la surface du globe, se base sur le port de la plante et la nature probable de ses fructifications, et nous paraît, sinon prouvée, du moins très vraisemblable. »

Schimper (2) ne partage pas les doutes de MM. Coëmans et Kickx sur l'embranchement auquel ces plantes appartiennent. « La structure générale de leur tige, dit-il, est celle des Équisétinées et celle de leurs épis fructifères rappelle tout à fait l'organisation des chatons des Lycopodiacées. Les grains qu'on a observés dans les capsules sont évidemment des sporules; rien n'indique donc une ressemblance directe avec les Gymnospermes auxquels ces savants voudraient réunir ces végétaux. »

Les *Sphenophyllum* étaient des plantes aquatiques ou des plantes de marais, croissant, d'après M. Grand'Eury, en touffes épaisses, formant des espèces de buissons, comme les jones de nos marais, et pouvant, suivant le milieu et les conditions topographiques, être tantôt flottantes, tantôt aériennes.

Plusieurs espèces de *Sphenophyllum*, à côté des feuilles typiques qui caractérisent l'espèce, en montrent d'autres situées au-dessous des premières, plus découpées, laciniées à peu près comme on le voit aujourd'hui sur plusieurs espèces de *Batrachium*. Les divisions de la feuille, submergées, devenues linéaires, ne paraissent plus avoir qu'une seule nervure et rappellent quelque peu les feuilles aciculaires des Astérophyllites. Cette division des feuilles des *Sphenophyllum*, due à ce que la partie inférieure de la plante était plongée dans l'eau, et qui n'est qu'un accident, ne peut être invoquée pour réunir, comme on l'a fait, ces deux groupes de plantes.

(1) *Annales des sciences naturelles*, 3^e série, 1849, t. XI, p. 285.

(2) *Paléont. végétale*, vol. I, p. 337.

Si le genre *Sphenophyllum* est limité d'une manière naturelle, il n'en est pas de même des espèces dont il se compose.

La position, l'organisation des épis floraux sont certainement de première importance, mais ces caractères ne sont malheureusement applicables qu'à quatre espèces, toutes les autres n'ayant été trouvées jusqu'ici qu'à l'état stérile.

Le nombre des feuilles placées à chaque verticille est un multiple de trois ; il peut être de six, neuf, douze, dix-huit et plus.

D'après M. Grand'Eury, les *Sphenophyllum* formeraient deux séries d'espèces : l'une où les verticilles se composent toujours de six feuilles biséquées, ayant deux nervures à la base et naissant de tiges largement sillonnées ; l'autre où les feuilles, en nombre variable sur les tiges et les branches, ont une seule nervure basilaire se dichotomisant dans son parcours dans la feuille et correspondant sur la tige à autant de petites côtes.

Cependant l'étude anatomique de coupes transversales, faites à la hauteur des nœuds sur un assez grand nombre d'échantillons et qui permettent de reconnaître avec certitude, tout à la fois, et le nombre des feuilles et le nombre des faisceaux vasculaires qui pénétraient à la base de chacune, a montré que pour un nombre constant de feuilles, 6, par exemple, celui des faisceaux vasculaires pouvaient être 12 et 18, correspondant à 2, 3 ou 4 nervures et à autant de divisions profondes de la feuille.

Si les divisions se prolongent jusqu'à la base de la feuille, ce qui arrive souvent pour les feuilles submergées, la même espèce qui comprend 6 feuilles à la partie supérieure pourra en présenter 12, 18 à la partie inférieure et chaque feuille ou portion de feuille recevoir 3, 2, 1 faisceau vasculaire de la tige.

Le nombre des nervures, pris au sommet de la feuille, coïncide toujours avec celui des dents, dans lesquelles, du reste, leur extrémité aboutit.

Parmi les nombreux *Sphenophyllum* décrits jusqu'à ce jour, nous distinguerons les espèces suivantes :

1° *Sphenophyllum tenerrimum*, Ettinghausen (fig. 4 à 5, pl. 13).

Tige grêle, cylindrique, portant soit des rameaux, soit des feuil-

les, entre-nœuds de 20 à 22 millimètres, légèrement contractés au milieu et striés. Côtes de 6 à 12, plus ou moins saillantes, sillons arrondis, feuilles verticillées, le plus souvent divisées en deux, plus rarement en quatre lobes profonds. Fructifications spiciformes placées à l'extrémité des rameaux, sporanges disposés sur les bractées ou à leur aisselle, sessiles.

M. Stur regarde les fructifications comme formant un verticille distinct et séparé de celui des bractées et alternant avec celui-ci.

Les figures données par ce savant ne permettent pas de se rendre compte de cette disposition qui serait complètement anormale et forcerait de séparer cette espèce du genre *Sphenophyllum* dans laquelle les fructifications sont toujours placées soit entre les bractées, mais à la même hauteur, soit à leur face supérieure comme nous le verrons.

Cette espèce se rencontre dans les couches du Kulm d'Autriche.

2° *Sphenophyllum Schlotheimii*, Brongt. (fig. 6, 7, pl. 13).

Cette espèce a été figurée pour la première fois par Schlotheim (1). Les feuilles sont entières, franchement cunéiformes, à bord supérieur *arrondi*, légèrement crénelé, à nervures nombreuses (13 à 20), plusieurs fois dichotomes, se réunissant à la base en une seule.

Le nombre des feuilles peut aller jusqu'à douze sur les articulations, les tiges sont faiblement striées et assez grêles.

Les épis sont cylindriques, longs de 9 à 10 centimètres et larges de 5. Le nombre des sporanges placés sur chaque verticille paraît être de 6.

3° *Sphenophyllum emarginatum*, Brongt.

Feuilles plus étroites, tronquées au sommet, avec des nervures moins nombreuses, 8 à 12, se terminant dans les dentelures obtuses du bord non arrondi de la feuille, celle-ci est fissurée au milieu; cette particularité lui a valu son nom.

Elle se rencontre dans le terrain houiller moyen, à Saarbruck, à Peisberg près d'Osnabruck, à Bath en Angleterre, etc.

(1) *Beitrag zur Flora der Vorwelt*, 1804, pl. 2, fig. 24.

4° *Sphenophyllum truncatum*, Brongt. (Schimper) (fig. 8 et 9, plus grossie, pl. 13).

Feuilles cunéiformes, tronquées, faiblement dentées, nervures peu nombreuses, cette espèce est semblable par ses feuilles à l'espèce précédente dont elle ne diffère que par l'absence d'entaille, aussi peut-on considérer le *Sph. emarginatum* comme une variété du *Sph. truncatum*.

5° *Sphenophyllum cuneifolium*, Sternberg (fig. 10, pl. 13). Synonyme *Sph. erosum*, L. et H.

Feuilles cunéiformes, tronquées au sommet, dents assez peu nombreuses mais aiguës, ordinairement chaque verticille porte 6 feuilles ; cependant le nombre peut augmenter par des divisions successives de chacune d'elles.

Dans le bassin houiller de Bohême, de Radnitz, de Westphalie, Essen, Mons, Anzin, etc.

Cette espèce a été souvent regardée comme passant à l'espèce suivante qui se rapporterait alors à des tiges plus complètement aquatiques et plongées en partie dans l'eau ; d'autres auteurs, au contraire, les maintiennent séparées.

6° *Sphenophyllum saxifragæfolium*, Coëmans et Kickx (fig. 11 à 14, pl. 13).

Feuilles au nombre de 6 par verticille, nettement cunéiformes, divisées en deux lobes par une incision qui s'étend plus ou moins, et atteint quelquefois la base de la feuille ; cette division peut aller plus loin et atteindre les lobes eux-mêmes, de manière à présenter des verticilles portant 12, 18 feuilles et plus, leurs bords ou celui des lobes sont terminés par des dents très nettes et aiguës.

Cette variété paraît être plus commune que la forme type qui précède, elle est très répandue dans les bassins houillers de Saarbruck, de la Belgique, de Saxe, de Bohême, de Hongrie, du Hartz, etc.

M. Zeiller a observé plusieurs épis fructifères de cette espèce, ils ont environ 10 centimètres de longueur sur 12 millimètres de largeur ; ils sont formés de bractées paraissant bifurquées dès la

base en deux lobes simples très aigus ; elles ont 10 millimètres de longueur et chaque lobe porte à 4 ou 5 millimètres au-dessus de l'insertion, sur sa face supérieure un sporange ovoïde de 2 millimètres de longueur sur 1 millimètre de largeur, à surface finement ridée, attaché par l'une de ses extrémités et dressé contre la pointe du lobe. Il n'y avait pas de sporange près de l'aisselle des bractées.

7° *Sphenophyllum oblongifolium*, Germar et Kaulfuss (fig. 15, 16, 17, pl. 13).

Feuilles obovales, réunies par verticilles au nombre de six en général, partagées par une échancrure en deux lobes munis de dents aiguës, souvent de largeur inégale ; ils sont eux-mêmes divisés en deux ou trois lobules par une légère échancrure.

Feuilles longues de 8 à 13 millimètres, tiges de 1^{mm}, 5 à 2 millimètres de diamètre, entre-nœuds longs de 5 à 15 millimètres.

Les bractées des épis sont ovales, lancéolées, profondément lobées et les sporanges volumineux.

Cette espèce se rencontre à Wettin, Zwickau, en Saxe, à Ilfeld, dans le Hartz, surtout dans le terrain houiller supérieur.

M. Grand-Eury a remarqué des rameaux portant des feuilles très inégales, plus allongées latéralement qu'en avant et surtout qu'en arrière, comme si elles eussent flotté.

8° *Sphenophyllum longifolium*, Germar, (fig. 18, pl. 13).

Tige longue et robuste, mesurant à la base près de 1 centimètre, feuilles longues de 2 à 4 centimètres, bifides ; les lobes sont eux-mêmes ou entiers ou fissurés, garnis de dents aiguës, les nervures ne sont pas confluentes à la base.

Cette espèce se rencontre dans les bassins houillers de Saarbruck, de Saint-Ingbert (Bavière rhénane), de Wettin, Zwickau, de Löbejun (Saxe), dans le bassin de Mons, etc.

9° *Sphenophyllum angustifolium*, Germ. (fig. 19 à 23, pl. 13).

Feuilles longues, étalées, délicates, planes, bifides et trifides, à dents très aiguës, 2 à 4 nervures à la base. Les entre-nœuds sont

souvent très courts, et les feuilles dépassent toujours l'entre-nœud supérieur. C'est avec le *Sphenophyllum saxifragæfolium* que cette espèce a le plus de rapport, mais elle s'en distingue par ses feuilles allongées, étroites, à pointes terminales linéaires et aiguës, qui lui donnent un aspect tout particulier.

Les épis sont allongés, étroits. Schimper a figuré une portion d'épi qu'il rapporte à cette espèce (*fig. 23*). Les sporanges sont globuleux, sessiles, paraissent placés très près de la base, ou à l'aisselle de la bractée. De son côté, M. Grand'Eury a représenté un fragment d'épi appartenant à la même espèce (*fig. 22*), dans lequel les sporanges sont oblongs, fixés à la bractée par leur extrémité antérieure et à une certaine distance de la base, à partir du point d'insertion du sporange, la bractée se divise en deux lobes.

Si ces deux épis appartiennent réellement au *Sphenophyllum angustifolium*, nous aurions deux formes distinctes, et deux modes d'insertion pour les sporanges, les uns seraient en apparence axillaires, les autres seraient épiphylls. Nous trouverons plus loin l'explication de cette particularité.

M. Grand'Eury distingue une variété du *Sphenophyllum angustifolium* sous le nom de *Sphenophyllum bifidum*. Les tiges portent des feuilles plus petites, bifides, sèches, roides, carénées, dressées en prolongement supérieur des côtes. Tantôt elles sont bifurquées avec de longs épis terminant la ramification, tantôt elles sont plus robustes et fréquemment ramifiées.

A cette variété viennent se joindre deux autres :

1^a *Sphenophyllum stephanense*, B. R. (*fig. 1, 2, pl. 14*); tiges robustes, de 4 à 5 millimètres de diamètre, fortement renflées aux articulations, feuilles plus longues que les entre-nœuds, roides, dressées contre la tige et en continuation supérieure des côtes, persistantes, disposées au nombre de 6 aux articulations, et recevant de la tige trois faisceaux vasculaires, qui restent indivis tout le long de la feuille, découpée en trois lobes profonds et terminés en pointe aiguë.

1^b *Sphenophyllum quadrifidum*, B. R. (*fig. 1, 2, 3, pl. 15*).

Tiges plus grêles, renflées aux articulations qui se terminent en

bas par un bourrelet, d'où pendent des radicelles. Les feuilles dépassent les entre-nœuds qui mesurent 6 à 7 millimètres, elles sont roides, dressées contre la tige et en prolongement supérieur des côtes, disposées par 6 sur les articulations, et reçoivent de la tige deux faisceaux vasculaires qui se divisent immédiatement en deux autres, les quatre branches se rendent chacune dans les quatre lanières aiguës de la feuille profondément lobée.

Ces deux dernières variétés ont été rencontrées dans les quartz de Grand' Croix (terrain houiller supérieur), à l'état silicifié et ont fourni certains détails de structure, que nous verrons plus loin.

10° *Sphenophyllum Thoni*, Mahr. (fig. 24, pl. 13).

Feuilles obovées ou ovales triangulaires, souvent un peu dissymétriques, arrondies au sommet et frangées sur les bords par des dents profondes, très aiguës, de longueurs inégales. Ces feuilles sont verticillées par 6, leur forme et les dimensions sont assez variables; les plus petites ont 15 à 20 millimètres de longueur sur 7 à 10 millimètres de largeur; les plus grandes atteignent 50 à 55 millimètres de long sur une largeur de 20 et 25 millimètres. Tantôt elles sont tout à fait ovales, seulement rétrécies en coin vers la base, tantôt elles sont arquées, dissymétriques, élargies et tronquées obliquement au sommet, mais toujours munies de longues dents aiguës, sur les deux tiers au moins de leur contour; ces dents ont $\frac{3}{4}$ de millimètre, quelquefois un millimètre de largeur, avec une longueur de 1 à 5 millimètres; au sommet de chacune d'elles aboutit une nervure. De la base de la feuille partent 4 nervures qui se divisent presque aussitôt par dichotomie, et dont les branches se subdivisent à leur tour un grand nombre de fois. Les deux nervures latérales de la base sont moins importantes que les deux nervures centrales.

Tiges de 3 à 5 millimètres de diamètre; verticilles espacés de 2 à 6 centimètres (1).

Cette espèce ne se rencontre que dans le terrain houiller supérieur et particulièrement dans sa portion la plus élevée, d'où elle se continue dans les couches permienes les plus basses.

Elle se rencontre à Montrambert, à Avaise (Loire), à Bert (Allier).

(1) Zeiller. *Expl. de la carte géol. de France*, 1879.

CHAPITRE VII

STRUCTURE ANATOMIQUE DES SPHENOPHYLLUM.

TIGES.

Le premier paléontologiste qui ait donné quelques détails sur la structure des tiges de *Sphenophyllum*, est M. Dawson (1). D'après ce savant, un bel échantillon de *Sphenophyllum emarginatum* du New-Brunswick a présenté un axe fibro-vasculaire formé de vaisseaux réticulés et scalariformes, analogue (?) au faisceau ligneux des *Tmesipteris*, tel que l'a figuré Brongniart.

On sait que sur une certaine étendue de la tige, les faisceaux qui forment l'axe ligneux des *Tmesipteris*, sont groupés en forme de cylindre, et renferment un *tissu cellulaire central*, l'axe ligneux des *Sphenophyllum* est toujours plein, jamais aucune apparence de tissu cellulaire ne se trouve au centre même de la tige. De plus, l'ordre de groupement et le nombre des faisceaux qui constituent cet axe est tout différent de ce que l'on rencontre dans les *Tmesipteris*; ce rapprochement ne peut se soutenir aussitôt que l'on entre dans les détails de la structure anatomique.

En 1870 (2), j'ai fait connaître les principales particularités de leur organisation. De son côté, M. Williamson (3) a exposé longuement la structure de petites tiges, qu'il rapporte à des *Astérophyllites*. La description des tissus s'accorde à un tel point avec

(1) *Quat. journal of geol. Soc.*, 1863, vol. XXII.

(2) *Comptes rendus de l'Institut*, mai 1870.

(3) *Phil. transact. of the royal society of London*, part. V.

celle que j'ai constatée en 1870 et en 1873 (1) dans des rameaux que j'ai décrits sous le nom de *Sphenophyllum*, que je n'hésite pas à reconnaître certains échantillons de M. Williamson, comme devant être confondus génériquement avec ceux que j'ai trouvés dans les silex d'Autun et de Saint-Étienne. La conclusion tirée par M. Williamson de l'analogie des tiges, qu'il pense appartenir à des *Astérophyllites*, et de celles que j'ai décrites sous le nom de *Sphenophyllum*, est que ces deux groupes ont entre eux des affinités très grandes et qu'on doit non les rapprocher des *Calamites*, mais bien plutôt des *Lycopodiacées*. Nous étudierons plus loin la structure des *Astérophyllites*, et nous reconnaitrons qu'elle n'a aucun rapport avec celle des *Sphenophyllum* et que cette conclusion, quant aux *Astérophyllites*, n'est pas admissible.

Différents savants, MM. Strasburger, Schenck, Stur, discutant les résultats obtenus par MM. Dawson Williamson et ceux auxquels j'étais arrivé, sont conduits à la même conclusion, relativement aux affinités probables des *Sphenophyllum*, et regardent ces plantes comme devant être rangées dans la classe des *Lycopodiacées*.

FORME EXTÉRIEURE DE LA TIGE.

Le diamètre des tiges de *Sphenophyllum* rencontrées à l'état silicifié, varie de 1^{mm},5 à 15 millimètres. Les plus petites ont souvent conservé leur écorce, qui généralement a disparu sur les plus grosses. Dans ce dernier cas, elles sont cylindriques et ne sont pas articulées ; les nœuds sont dus uniquement à un renflement de l'écorce à chaque verticille de feuilles.

Dans les épis d'*Astérophyllites*, au contraire, le cylindre ligneux est renflé à chaque verticille de bractées et est nettement articulé.

Dans les *Sphenophyllum*, l'axe ligneux ne se renfle qu'au point où un rameau prend naissance, et comme le rameau est *solitaire* sur la tige (*fig. 3, pl. 14*), le renflement ne se montre que d'un côté de l'axe. Dans les *Astérophyllites*, au contraire, les rameaux sont

(1) *An. sc. nat. Bot.*, 5^e série, t. XVIII.

disposés en verticilles autour de la tige, et en assez grand nombre.

La surface corticale est tantôt lisse (*fig. 4, pl. 14*), tantôt marquée de cannelures plus ou moins profondes (*fig. 2, pl. 14, et fig. 2, pl. 15*).

La distance des nœuds entre eux varie suivant les dimensions des rameaux et suivant les espèces. Sur les plus gros, de temps à autre, aux articulations apparaît un *seul* rameau également articulé, qui lui-même peut en émettre d'autres, ou porter des feuilles.

Quelquefois, à la surface des articulations, on retrouve une rainure circulaire et continue, laissée par la chute des feuilles dont les bases étaient en contact, et dans quelques cas même légèrement soudées. De petites dépressions placées sur cette rainure indiquent les points par où passaient les faisceaux vasculaires se rendant aux feuilles.

FEUILLES.

Plusieurs tiges feuillées ont été rencontrées dans les gisements de Saint-Étienne (les gisements d'Autun n'ont fourni jusqu'à présent que des tiges et des feuilles séparées).

L'une d'elles, le *Sph. Stephanense* est représentée figure 1, planche 14. Engagée dans la silice, elle portait quatre articulations, les deux supérieures se trouvaient encore garnies de feuilles ; une portion de la partie supérieure de la tige fendue longitudinalement, était restée dans le fragment de silice séparée du morceau examiné. Cette section longitudinale accidentelle a permis de reconnaître les feuilles des deux verticilles supérieurs. La distance de deux articulations est de 10 millimètres environ, le diamètre de la tige au milieu d'un entre-nœud de 4 millimètres, et au nœud de 5^{mm}, 5.

La forme de la tige est cylindrique, sa surface sillonnée de six cannelures, trois correspondent aux extrémités des angles saillants du faisceau vasculaire central, les trois autres à leur intervalle (*fig. 2, pl. 14*). La section transversale représentée dans cette figure a été faite au milieu de l'une des articulations, et les sillons ont, à peu de chose près, la même profondeur, mais sur une coupe faite à

la moitié ou aux deux tiers d'un entre-nœud, les sillons qui correspondent aux angles du cylindre ligneux central deviennent moins accusés, tandis que ceux qui alternent avec les angles de ce même cylindre conservent sensiblement la même valeur.

Les bords des côtes, au-dessous du nœud, portent des poils radiculaires, que l'on n'a pas encore signalés dans les empreintes.

A chaque nœud sont insérées six feuilles sessiles dressées contre la tige, le limbe a 2 millimètres à sa base d'insertion; vers le milieu de la longueur, il se divise en trois dents aiguës de 1 millimètre de largeur et 5^{mm},2 de longueur; la hauteur totale étant de 12 millimètres, dépasse ainsi par son extrémité le nœud immédiatement supérieur; au point où il se divise en trois parties, sa largeur est d'environ 3 millimètres.

Trois faisceaux vasculaires s'échappent de la tige, pour pénétrer dans chaque feuille et s'élèvent sans se bifurquer jusqu'à l'extrémité des dents.

Si dans la figure 1, planche 14, les feuilles paraissent plus courtes que les entre-nœuds, cela tient à ce que la section longitudinale accidentelle passe entre les divisions de la feuille et ne la parcourt pas sur toute sa longueur, mais seulement dans la partie non divisée en lanières.

Le deuxième échantillon garni de feuilles, *Sph. quadrifidum*, est représenté sur une petite partie de sa longueur (fig. 1, pl. 15). La figure 2 montre la section transversale de la tige faite à une petite distance de l'articulation, là où les feuilles sont encore entières. Elles sont au nombre de six, sessiles. Au point d'insertion le limbe a 4^{mm},3, et dans la plus grande largeur il mesure 2 millimètres.

La partie non divisée s'étend à une hauteur de 3 à 4 millimètres; les lanières, au nombre de quatre, s'élèvent verticalement, se recourbent légèrement en dehors et atteignent l'articulation supérieure; l'intervalle qui sépare deux nœuds est de 6 à 7 millimètres.

La grosseur de la tige entre deux nœuds est de 2^{mm},2, et au nœud lui-même de 3^{mm},6.

Le nombre des faisceaux vasculaires qui sortent de la tige pour entrer dans une feuille est de deux, chacun se divise immédiatement en deux autres, et les quatre faisceaux qui résultent de cette division vont, sans se dichotomiser de nouveau, jusque dans les quatre dents aiguës de la feuille.

Les mérithalles sont marqués de trois sillons profonds, correspondant à l'intervalle compris entre deux angles saillants du cylindre triangulaire de l'axe ligneux (*fig. 2, pl. 15*); au nœud même il y a six cannelures (*fig. 3, pl. 15*), déterminées par les feuilles qui sont séparées par un léger intervalle.

De même que dans l'espèce précédente, la base des feuilles était munie d'un renflement *n* (*fig. 4*) d'où pendaient des poils radiculaires; il est probable que lorsque les feuilles étaient plongées dans l'eau ou placées près de leur surface, de nombreuses racines prenant naissance au-dessous de chacune des feuilles, descendaient autour de la tige.

Sur une coupe transversale et perpendiculaire au limbe, les feuilles, au nombre de six, se montrent formées, dans la partie qui n'est pas encore divisée, d'un tissu lâche *k* assez uniforme (*fig. 1, pl. 16*) dans lequel on remarque, près des faisceaux vasculaires, des cellules ou tubes rectangulaires *r*, que nous retrouverons bien plus développés autour des faisceaux vasculaires des rameaux et de la tige; ce tissu est encore parcouru par les cordons vasculaires qui forment les nervures de la feuille *t* (*fig. 1*) et dont on reconnaît la section lunulée. La partie inférieure de la feuille est limitée par une couche épidermique de un ou deux rangs de cellules arrondies où on distingue quelques ouvertures *st*, qui pourraient être des stomates.

La face supérieure est recouverte par un épiderme dont les cellules sont rectangulaires, à parois assez épaisses et plus grandes que celles qui forment l'épiderme de la face inférieure.

Les feuilles des deux espèces de *Sphenophyllum* précédents sont dressées contre la tige et ne paraissent pas avoir subi de déformation ni de déchirures accidentelles, elles occupent la position naturelle qu'elles avaient sur la tige. Celle-ci était encore debout

lorsqu'elle a été silicifiée, car on trouve à l'aisselle des feuilles un assez grand nombre de grains de pollen *p* (*fig. 1, pl. 15*) réunis dans une rainure formée d'un côté par la face interne de la feuille, de l'autre par un petit renflement de la tige.

STRUCTURE ANATOMIQUE DE LA TIGE.

Si l'on fait une coupe transversale d'une tige de *Sphenophyllum quadrifidum* dans un mérithalle (*fig. 2. pl. 15*) on voit au centre :

1° Une étoile à trois rayons, dont les extrémités sont occupées par des éléments, *tr*, plus petits que ceux qui sont au centre même de la section ;

2° Autour de cette partie triangulaire, on remarque une gaine *c* composée d'un nombre variable de couches et formant une sorte d'enveloppe continue autour de l'étoile centrale ;

3° Plus en dehors, ce que l'on peut considérer comme la région corticale.

Une coupe longitudinale, passant exactement par l'axe de la tige et l'extrémité de l'un des rayons de l'étoile, montre les éléments suivants :

Au centre même se trouvent des trachéides à ponctuation aréolées ; le pore central est elliptique *a* (*fig. 5, pl. 14*) quand la conservation de l'échantillon est bonne ; si, au contraire, la paroi de la trachéide est altérée, le pore devient circulaire, quelquefois même il s'agrandit, prend une forme hexagonale et la trachéide paraît réticulée *a* (*fig. 8*).

Plus en dehors, et en se dirigeant vers l'un des angles du cylindre ligneux, les trachéides deviennent scalariformes et réticulées *a* (*fig. 7*) ; enfin, à l'extrémité même, on trouve des trachées déroulées et déroulées, *t* (*fig. 5 et 6*).

Dans la figure 1, planche 15, en *i*, des cordons vasculaires partent de l'axe à chaque verticille et se dirigent dans les feuilles qui y sont insérées.

Si l'on fait une coupe transversale passant par un nœud (*fig. 3, pl. 15*), à chacun des angles du triangle vasculaire, on voit deux

faisceaux de trachées s'en détacher en s'écartant l'un de l'autre horizontalement, puis chacun des faisceaux se bifurquer en pénétrant dans l'écorce; les douze faisceaux qui en résultent entrent deux à deux dans chacune des six feuilles qui composent le verticille du *Sph. quadrifidum*. La coupe transversale (*fig. 2, pl. 15*), faite au-dessus du nœud et qui coupe les feuilles là où elles ne se sont pas encore divisées, montre que chacun des douze faisceaux s'est partagé en deux; plus haut, la coupe aurait rencontré vingt-quatre divisions de feuilles renfermant un faisceau unique.

Dans le *Sph. Stephanense* les deux faisceaux trachéens, *h h* (*fig. 2, pl. 14*) se bifurquent en pénétrant dans l'écorce, puis l'une des branches *h'* se divise à son tour; trois faisceaux de trachées pénètrent dans chacune des six feuilles du verticille: une coupe faite dans la région du limbe non divisée montre trois faisceaux, et un peu plus haut trois segments de feuille renfermant chacun un seul faisceau vasculaire.

Il est à remarquer que c'est un *seul* des deux faisceaux vasculaires s'échappant de l'extrémité de l'axe triangulaire qui fournit les faisceaux d'une même feuille, quel que soit le nombre de ses nervures.

Dans un *Sphenophyllum* d'Autun dont une portion de coupe est représentée figure 4, planche 14, la division des deux faisceaux primitifs venant de l'un des angles de l'axe a dû se faire un peu différemment: chacune des deux branches s'est partagée en trois, et les dix-huit faisceaux résultants ont traversé l'écorce sans se diviser. Ce *Sphenophyllum* avait une écorce sensiblement lisse et sans cannelures, et aux articulations on distingue de fines punctuations correspondant au passage des faisceaux vasculaires.

D'après la section représentée figure 3, planche 15, les trachées sont disposées en deux groupes à chaque angle de l'axe. La figure 2, plus grossie, planche 16, le montre nettement en *tr*. Dans cette dernière figure, qui représente un rameau très jeune, la partie centrale occupée par les vaisseaux à punctuations aréolées, et par conséquent de dernière formation, n'est pas encore complètement remplie par eux; cette constitution de l'axe des *Sphenophyllum* rappelle quelque peu

celle des jeunes racines de Cycadées (*Cycas ruminiana*, par exemple), mais l'analogie ne peut se soutenir, car aux trois angles du faisceau ligneux de ces racines, il n'y a pas, comme ici, deux groupes distincts de trachées.

L'axe ligneux des *Sphenophyllum*, est donc formé par trois faisceaux vasculaires à deux groupes de trachées qui, par leur développement ultérieur centripète, se sont rencontrés par leur surface interne au centre de la tige ; l'axe vasculaire résulte ainsi de la réunion de trois faisceaux lunulés soudés par leur côté convexe, et dont les pointes trachéennes voisines sont à la périphérie. Dans les tiges âgées (*fig. 4*), la soudure est tellement complète qu'il est impossible de reconnaître les trois faisceaux primitifs.

La gaine qui entoure cet axe triangulaire, est formée de deux parties distinctes et caractéristiques des tiges de *Sphenophyllum*.

La plus intérieure est composée de tubes allongés (*c, fig. 2, 3, pl. 15*) d'un diamètre considérable, mais qui va en diminuant dans les parties de la gaine qui contournent les trois angles de l'axe ligneux. Les parois de ces tubes sont sculptées de ponctuations aréolées, le pore central est elliptique, ou peut subir les variations que j'ai signalées plus haut dans ceux des vaisseaux de la partie centrale de l'axe, c'est-à-dire se transformer en tubes à réticulations hexagonales.

Les tubes à ponctuations aréolées sont *continus* et sans cloisons transversales entières. Dans les nombreuses préparations que j'ai faites, je n'ai jamais constaté des cloisons obliques aux extrémités de ces tubes, ce ne sont donc pas des trachéides ponctuées telles qu'on les entend généralement.

Dans les très jeunes tiges, cette enveloppe tubulaire peut ne pas encore faire le tour de l'axe ligneux, elle commence à se développer à partir, et de chaque côté, des angles du triangle formé par le cylindre vasculaire central, et cela avec une indépendance évidente pour chacun des côtés ; la figure 2, planche 16, montre l'un d'eux recouvert par deux couches de ces tubes, et les deux autres par un rang seulement, et les commencements du deuxième, qui partent de chacun des angles du cylindre central. Dans les rameaux

plus âgés, le nombre des couches va croissant (*fig. 4, pl. 14, c*), en conservant presque constamment une différence dans le nombre des bandes qui les forment. Ce nombre du reste, n'est nullement en rapport avec celui des articulations qui existent sur le rameau,

Les tubes poreux, comme je l'ai déjà dit, vont en diminuant de diamètre dans les points qui correspondent aux extrémités du triangle vasculaire; mais tout en diminuant de diamètre ils conservent leur structure, ce sont toujours des tubes à ponctuations aréolées.

En même temps que les couches concentriques de la gaine augmentent, il se fait une production cellulaire spéciale intercalaire entre chacune des couches, là où quatre tubes se joignent, et qui peut prendre dans ces tiges âgées un développement assez considérable; elle est formée de cellules à parois lisses, allongées dans le sens vertical, leurs extrémités supérieures et inférieures sont planes et non terminées en biseau. Ces ilots longitudinaux *g* de cellules qui se sont formées assez régulièrement entre chaque couche concentrique, paraissent réunies (*fig. 8, pl. 14*) dans le sens radial par d'autres cellules également allongées *h*, mais ces dernières ne sont que les restes des cloisons transversales des cellules rectangulaires superposées, ayant formé les tubes ponctuéés, restes de cloisons qui ont été pris pour des rayons médullaires par certains auteurs.

La figure 5, planche 15, représente une portion de préparation longitudinale de deux tubes, avec les cellules longitudinales *g* qui se sont développées entre les zones concentriques, et les restes *h* des cloisons des cellules, qui, par leur disparition, ont donné naissance aux tubes continus.

Quelles étaient les fonctions physiologiques de ces cellules placées entre les gros tubes poreux? Devaient-elles servir à contenir des grains d'amidon ou d'autres substances nutritives pour l'alimentation de la plante? L'intérieur de ces cellules souvent fortement coloré semblerait l'indiquer. Étaient-elles destinées en comprimant les gros tubes à modérer la circulation dans la plante? ce sont autant de questions que l'on ne peut encore résoudre.

La deuxième partie de la gaine que j'ai indiquée plus haut, et

qui est plus extérieure, ne se présente avec un certain développement que dans les jeunes tiges (*c' fig. 1 et 2, pl. 13*), elle est composée de cellules *rectangulaires* assez considérables, à parois épaisses, quelquefois ponctuées, le contenu des cellules est fortement coloré, ce qui indique qu'elles contenaient des substances riches en carbone. Elles sont disposées en files verticales, et donnaient naissance à la couche plus interne des tubes ponctués par la disparition graduelle des parois transversales.

Cette production secondaire de tubes concentriques autour de l'axe ligneux des *Sphenophyllum*, ayant *trois points* d'origine de formation pourrait être considérée comme l'analogue des grandes cellules ponctuées qui existent, autour des bandes vasculaires de certaines Lycopodiacées, ou mieux, autour des faisceaux ligneux des Rhizocarpées, avec cette distinction toutefois, que les *Sphenophyllum*, étant des plantes dressées frutescentes, atteignant quelquefois un mètre de hauteur, ces cellules en se lignifiant et perdant leurs parois transversales, servaient non seulement de système aquifère, mais encore de système de soutien pour la plante. Ce serait ainsi un exemple curieux, dans les Cryptogames, d'adaptation de cellules à des fonctions différentes. La structure de la double zone qui entoure l'axe ligneux triangulaire est donc tout à fait spéciale aux *Sphenophyllum*, et ne peut nullement être comparée avec les trachéides ponctuées, qui forment le bois secondaire des racines de Cycadées

ÉCORCE.

L'écorce dans les tiges adultes se compose de trois parties distinctes, la plus interne est formée de cellules polyédriques à parois minces, un peu plus hautes que larges (*e' fig. 9, pl. 14*). Elle offre peu de résistance, et c'est à sa disparition fréquente que l'on doit attribuer la séparation habituelle du cylindre central et de son écorce.

La deuxième couche plus extérieure se compose de cellules *f* à sections rectangulaires, plus hautes que larges, assez résistantes,

disposées régulièrement en files verticales, et radiales analogues à des cellules subéreuses.

La partie la plus externe *g*, est formée de cellules hypodermiques à parois minces, dont les extrémités ne sont pas franchement terminées en biseau, elles deviennent plus résistantes à l'extrémité. L'épiderme même n'a pas été conservé.

RACINES (*fig. 6, pl. 15.*)

Dans les quartz d'Autun et de Saint-Étienne, il se trouve des fragments de racines, dont la structure anatomique a offert des analogies suffisamment nombreuses, avec celles des tiges de *Sphenophyllum* pour qu'on puisse les rapporter à ces plantes avec certitude.

Leur diamètre est de 2 à 3 millimètres environ, une coupe transversale montre une série de couches concentriques dont les éléments sont à sections rectangulaires, et vont en diminuant de grandeur de la circonférence au centre, où se trouve le bois primaire *a*, résultant de la soudure de deux lames formées de trachéides rayées, qui se sont rejointes au centre.

En dehors, se trouve une écorce formée d'un tissu lâche et lacuneux, limitée par un épiderme rarement conservé, et sans trace de liber. Une coupe longitudinale, passant par l'axe, montre que la masse du tissu est formée de tubes à punctuations aréolées semblables à ceux que nous avons trouvés composant l'enveloppe de l'axe triangulaire des tiges, on voit nettement les restes des cloisons transversales des cellules superposées qui ont donné naissance à ces tubes, les parois ont des punctuations aréolées sur toutes leurs faces, comme dans les tiges. Au centre seulement quelques vaisseaux scalariformes représentent le bois primaire (1).

Ce qui frappe surtout dans ces racines, c'est la prédominance sur l'axe ligneux central de ce tissu remarquable composé de gros tubes ponctués, disposé en zones concentriques régulières.

(1) Cette coupe ressemble beaucoup à celle d'une racine de *Marsilia*, mais ici les cellules amylières, sont remplacées par des tubes aquifères, *c*.

FRUCTIFICATIONS.

Nous avons fait connaître plus haut, page 89 (*fig. 5, 22, 23, pl. 13*), la disposition des fructifications des *Sphenophyllum*.

Ces fructifications sont disposées en rangées longitudinales dont le nombre, comme celui des feuilles, est trois ou un multiple de trois. Les sporanges sont, suivant les auteurs, tantôt placés à l'aisselle des bractées, tantôt épiphyllés, c'est-à-dire, attachés sur le limbe des bractées comme dans certaines Lycopodiacées.

L'étude d'un épi silicifié, nous donnera l'explication de ces différences, observées dans la situation des sporanges.

Cet épi, représenté figure 7, planche 15, montre 4 verticilles de bractées, se correspondant verticalement ; les unes ont été brisées, les autres sont encore en place, quelques-unes portent des sporanges.

Dans l'intérieur de l'axe, autour du faisceau vasculaire central, on remarque des cellules rectangulaires à parois épaisses superposées en files verticales, avec ou sans ponctuations, comme je l'ai indiqué pour les très jeunes rameaux.

A l'aisselle de certaines bractées se trouvent des corps arrondis *m a*, renfermés dans une enveloppe, dont les parois formées de cellules à parois épaissies (*sp, fig. 3, pl. 13*), rappellent la structure de certains sporanges. Ces corps doivent être considérés comme des macrospores.

La bractée à l'aisselle de laquelle se trouvait le macrosporange inférieur a été rompue ; cependant, ce dernier tient encore à la tige par quelques débris d'un faisceau vasculaire *f*.

Plus haut, au troisième verticille une macrospore *m' a'* est sortie du macrosporange *sp* ; une autre repose encore sur la bractée également rompue par la pression qu'a subie tout ce côté de l'épi.

Entre les deux verticilles à *macrosporangies*, s'en trouve un autre qui porte une bractée *b* avec un sporange rempli de granulations blanches, qui ne peuvent être que des *microspores*, la bractée qui le supportait a été également brisée.

Les *microsporangies* étaient épiphyllés, car à gauche de l'épi, au troisième verticille, on voit l'un d'eux s'y adhérer encore à la face supérieure de la bractée qui n'a subi ni compression, ni rupture.

Les autres bractées visibles ont perdu les fructifications qui s'y trouvaient probablement comme sur les premières.

De cette description, il résulte que les épis de *Sphenophyllum* se composaient d'une série de bractées disposées en verticilles, sur une ligne verticale, portant, les unes des macrosporangies placés à leur aisselle ou, en étant très voisins, les autres des microsporangies portés à une certaine distance de l'axe, sur le limbe de la feuille.

Le nombre des bractées placées sur un verticille, peut être de trois ou un multiple de trois.

On conçoit qu'il ait pu y avoir des espèces de *Sphenophyllum* portant des épis uniquement mâles, dont les sporangies étaient épiphyllés, et des épis uniquement femelles, dont les sporangies étaient placés au contraire à l'aisselle des bractées, ce qui explique la diversité des descriptions qui ont été données par les auteurs. Ces épis, pouvaient être placés sur un même pied ou des pieds différents.

L'épi décrit plus haut réunissait les deux espèces des sporangies

Plus tard, la disposition des sporangies mieux connue, et leur nombre mieux déterminé sur chaque verticille, fournira de bons éléments pour la classification des *Sphenophyllum*.

Quant à leur classification définitive, la structure anatomique des tiges, des racines, et des fructifications, nous montre qu'il est impossible de les faire entrer dans un des genres actuellement vivants.

La question de savoir s'ils doivent être rangés parmi les Equisétacées, comme le croient encore quelques paléontologistes, ne saurait nous arrêter, les détails, dans lesquels nous sommes entrés, sont suffisants pour faire rejeter toute parenté entre eux et les *Astérophyllites*, ainsi qu'avec les *Calamites*, familles que nous étudierons plus loin.

Reste la famille des Lycopodiacées, dans laquelle un certain

nombre de paléobotanistes rangent actuellement les *Sphenophyllum*.

Dans cette famille, la tribu des Lycopodiacées hétérospores (Selaginella et Isoètes) pourrait seule fournir des éléments de comparaison, puisqu'on ne rencontre des macrospores et des microspores que dans les genres Selaginella et Isoètes.

Mais la structure de la tige, dans ces deux genres, n'a aucun rapport avec celle offerte par la tige des Sphenophyllum, tige si bien caractérisée par ses articulations, portant des feuilles en verticille et par son axe ligneux à trois faisceaux réunis. S'il y a quelques rapports communs du fait de la présence de macrospores et de microspores dans les épis de *Sphenophyllum* et dans ceux des Sélaginelles, là s'arrêtent les rapprochements possibles.

Quant aux Isoètes, les différences entre ce genre et le genre fossile sont encore plus grandes, et sous le rapport de la disposition des fructifications et sous celui de la tige.

On a comparé comme nous l'avons vu, les Sphenophyllum aux Marsiliacées. Les feuilles du *S. truncatum* du *S. Thoni* ne laissent pas, en effet, que d'avoir une certaine analogie de forme avec celles de quelques *Marsilia*, mais la structure de la tige dans ce dernier genre ne peut pas être comparée à celle des *Sphenophyllum*, et de plus les macrosporangies et les microsporangies sont réunis dans un réceptacle commun. Les mêmes remarques peuvent être faites relativement à la structure de la tige des *Pilulariées*, ainsi qu'à la position de leurs organes reproducteurs.

Dans la famille des Rhizocarpées il reste la tribu des *Salvinées*; quelques analogies existent entre les *Salvinia*, plantes si chétives de nos jours et les *Sphenophyllum*.

On sait que la tige des *Salvinia* présente une série de verticilles ternaires alternants, une des feuilles réduite à une touffe de radicales plonge complètement dans l'eau; les deux autres flottent horizontalement à la surface.

L'axe ligneux se compose de trois faisceaux vasculaires, extrêmement grêles, soudés comme dans les *Sphenophyllum*.

Le cylindre ligneux est entouré d'une couche de grandes cel-

lules à section sensiblement rectangulaire, comme dans les jeunes rameaux du genre fossile, c'est cette partie qui, dans ce dernier, prend une si grande extension, et aurait servi tout à la fois à conduire les liquides et à soutenir la plante, le tissu intercalaire étant destiné à contenir les matières de réserve.

En dehors, se trouve dans les *Salvinia* un cercle de lacunes, qui manque dans les *Sphenophyllum*, il est vrai, mais ces derniers n'étaient pas comme les premières, essentiellement flottants.

Dans les deux groupes, les macrosporangies et les microsporangies sont distincts et séparés.

Les rameaux des *Salvinia* naissent entre une feuille immergée et une feuille flottante. Dans les *Sphenophyllum*, un rameau naît dans le prolongement même de l'un des rayons de l'axe triangulaire, par conséquent, entre deux feuilles contiguës; nous avons vu, en effet, que par le mode de sortie des faisceaux vasculaires de la tige, pénétrant à la base des feuilles, ces dernières étaient rejetées nécessairement de chaque côté du plan, passant par l'angle correspondant de l'axe ligneux, les bourgeons ne peuvent donc pas être rigoureusement axillaires.

Telles sont les raisons qui nous portent à ranger les *Sphenophyllum* dans la famille des Rhizocarpées, comme genre distinct.

L'étude plus complète du genre fossile et du genre vivant montrera si les analogies peuvent s'étendre plus loin, en tenant compte des modifications nécessairement très importantes dans la structure, que subirait un *Salvinia*, qui, de l'état chétif et précaire où il se rencontre maintenant, deviendrait une plante frutescente et aérienne.

CHAPITRE VIII

CRYPTOGAMES VASCULAIRES ISOSPORÉES.

CLASSE DES ÉQUISÉTACÉES.

Les plantes *vivantes* qui appartiennent à cette classe ne possèdent qu'une seule espèce de spores. Le prothalle étalé au-dessus du sol est vert, monoïque ou dioïque. La ramification de la tige s'opère exclusivement par bourgeons latéraux endogènes et verticillés, placés au milieu de l'intervalle qui sépare deux feuilles voisines; celles-ci sont simples, verticillées, unies ensemble pour former une gaine à chaque articulation. Les sporanges naissent plusieurs côte à côte, sur le bord interne de feuilles peltées disposées en verticilles, et formant un épi terminal.

Nous verrons plus loin que la particularité signalée dans les Lycopodiacées vivantes, d'après laquelle on est obligé de faire deux sections, l'une contenant les *Sélaginelles* et les *Isôètes*, avec deux espèces de spores, l'autre renfermant les genres *Lycopodium*, *Tmesipteris*, *Phylloglossum*, *Psilotum* avec une seule espèce de spores, existe également chez les Equisétacées, mais jusqu'à présent, elle n'a été signalée que dans quelques Equisétacées fossiles. Ce fait, qui ne manque pas d'une certaine importance, nous servira pour diviser leur étude en deux parties; dans la première, nous nous occuperons des Equisétacées hétérosporées; dans la seconde, des Equisétacées isosporées, ou chez lesquelles il n'a pas encore été constaté deux espèces de spores.

Dans le tissu des Prêles, c'est principalement le système tégumentaire qui se diversifie le plus. Les faisceaux vasculaires sont grêles, et leurs trachéides ne se lignifient que très peu, comme cela

arrive dans les plantes aquatiques et marécageuses. — La solidité de la tige est due au système tégumentaire, dont l'épiderme est très développé et durci par des incrustations siliceuses, et en même temps à la présence de cellules hypodermiques assez nombreuses, formant une couche de sclérenchyme continue, à parois brunes dans les rhizomes, et des bandes fortement développées et incolores le long des cannelures de la tige.

On sait qu'il existe deux systèmes de lacunes, l'un cortical, l'autre appartenant au système ligneux.

Les lacunes corticales correspondant aux sillons de la tige, elles naissent dans le tissu fondamental par disjonction et en partie par destruction des cellules, elles peuvent manquer dans les jeunes rameaux (*fig. 2, pl. 23*).

Les lacunes centrales dépendant du système ligneux, ne manquent jamais dans l'intervalle de deux nœuds; on leur a donné le nom de lacunes essentielles, elles alternent avec les premières.

Sur une coupe transversale, les faisceaux vasculaires disposés en cercle correspondent chacun à une des côtes saillantes de l'écorce, ils sont tous parallèles entre eux (*fig. 2, pl. 23*).

Chaque faisceau est formé de deux bandes distinctes (*a, b, fig. 1, pl. 23*) faisant entre elles un certain angle, et convergent vers la lacune *essentielle*; les extrémités internes de ces bandes sont formées d'éléments annelés et spiralés, se détruisent promptement en même temps que les cellules à parois minces et molles qui les séparent, et il se forme à leur place cette lacune longitudinale.

En dehors de la lacune et dans l'angle formé par les deux bandes divergentes, dont les extrémités extérieures persistent et ne forment pas de lacunes, se trouvent les éléments libériens *d* parmi lesquels on distingue en dedans, des cellules et des tubes grillagés, et en dehors, des cellules étroites à parois épaissies, analogues à des fibres libériennes. Le faisceau tout entier est entouré par un tissu parenchymateux, et d'une gaine protectrice, quelquefois cette dernière enveloppe l'ensemble des faisceaux de la tige.

Toute branche de Prêle, consiste en une série d'articles creux et terminés par une cloison transversale, chaque article se prolon-

ge par une gaine foliaire qui embrasse l'entre-nœud supérieur, la gaine se divise en un certain nombre de dents, à chacune desquelles aboutit un faisceau vasculaire; celui-ci, après avoir parcouru la gaine longitudinalement, pénètre dans l'intérieur de la tige et vient aboutir au cylindre ligneux. Les saillies des nervures de la gaine sont en continuation avec les cannelures de l'article dont elle est le prolongement, et alternent avec les cannelures de l'article qu'elle enveloppe.

Sur une coupe longitudinale tangentielle passant à la surface du cylindre ligneux, les faisceaux vasculaires composés ainsi que nous l'avons dit de deux bandes distinctes, se présentent comme le montre la figure 5, planche 23, c'est-à-dire disposés parallèlement dans toute la longueur des entre-nœuds; à l'articulation, chaque faisceau se bifurque, les bandes de bifurcation de deux faisceaux voisins se réunissent et donnent naissance à un système de faisceaux exactement disposés comme le précédent, mais alternants et qui parcourent le nouvel entre-nœud. La même organisation, se retrouve sur toute la longueur de la tige des rameaux, et des rhizomes.

Nous avons vu précédemment que les rameaux sont fixés aux nœuds et proviennent exclusivement de bourgeons endogènes; ces bourgeons naissent à l'intérieur du tissu des plus jeunes bourrelets foliaires, longtemps avant la différenciation des faisceaux vasculaires, et dans l'angle qui sépare deux dents consécutives de la jeune gaine, par conséquent ils sont alternes avec les cordons foliaires qui se dirigeront dans ces dents.

Sur une coupe transversale passant par un nœud d'une tige plus développée, on se rend compte facilement de la distribution des cordons vasculaires, soit dans le bourgeon ou le rameau qui en résulte, soit dans les nervures de la gaine.

La figure 3, planche 23, montre en effet, en *l*, une lacune essentielle, en partie oblitérée par le développement plus considérable du système vasculaire des faisceaux; chaque faisceau *a*, est composé de deux lames vasculaires comme nous l'avons dit, les extrémités contiguës de ces lames envoient chacune un cordon qui, réu-

nis par paire, forment le faisceau d'une nervure *i*. Les extrémités des deux lames voisines, mais appartenant à deux faisceaux différents, envoient également deux cordons qui se dirigent en commun à la base d'un bourgeon endogène *f*.

Les deux cordons qui se détachent de deux bandes contiguës pour se diriger dans les nervures de la gaine, partent un peu plus tôt que celles qui se portent dans les rameaux, dans la figure 5; c'est à l'angle de bifurcation inférieure *d*, que se trouve le point de départ des cordons des nervures; celui des cordons qui se dirigent dans les rameaux, correspond au contraire, à l'angle supérieur *f*. Ce n'est qu'après que le sommet de la plante s'est entouré de plusieurs gaines foliaires, que les bourgeons endogènes se développent et percent la base de la gaine foliaire, ils peuvent quelquefois rester à l'état latent pendant longtemps, ou ne pas se développer du tout. Il se forme toujours autant de bourgeons endogènes qu'il y a de dents à la gaine foliaire correspondante, on doit donc supposer que lorsque les branches ne se développent au dehors de la tige que plus tard, ou que, dans des conditions éventuelles, leurs bourgeons sont restés à l'état de repos dans l'intérieur du tissu de la tige.

Les racines naissent en verticille, immédiatement au-dessous du bourgeon, et en même nombre; de même que pour ces derniers, il arrive qu'elles ne se développent pas nécessairement, elles peuvent rester à l'état latent dans l'intérieur de la tige ou du rhizome.

Les épis des Prêles sont placés soit à l'extrémité des branches ordinaires, soit des branches, transformées dans ce but, au-dessus de la dernière gaine stérile, on voit une gaine foliaire imparfaite (ou anneau) et plus haut, une série de verticilles alternes contigus, de bractées en forme d'écussons que leur pression mutuelle a rendus hexagonaux; chaque bractée est supportée par un pédicelle fixé perpendiculairement à l'axe et à sa face interne, se trouvent disposés cinq à dix sporanges, s'ouvrant par une fente tournée du côté du pédicelle. Les spores nombreuses sont pourvues d'élatères hygroscopiques.

Les Prêles, outre le moyen de propagation dû à la germination

des spores, se maintiennent dans les sols humides, siliceux ou argileux, au moyen de rhizomes construits sur le même plan que les tiges, et qui s'étendent et se ramifient dans le sol, souvent à plusieurs mètres de profondeur ; de la surface de ces rhizomes aux articulations, s'élèvent de nombreuses tiges aériennes, dont quelques-unes *Eq. giganteum*, *Martii*, peuvent atteindre jusqu'à 8 à 9 mètres de hauteur, et 2 à 3 centimètres de diamètre.

La plupart des Équisétacées fossiles ont atteint des dimensions bien plus considérables, sinon en hauteur, au moins suivant leur diamètre qui a pu dépasser trente centimètres dans certaines espèces.

Nous diviserons les Équisétacées fossiles, en deux sections :

La première, renfermant les *Astérophyllites*, les *Annularia* ;

La seconde, les *Equisetum*, et les *Calamites*.

SOUS-CLASSE DES ÉQUISÉTACÉES HÉTÉROSPORÉES.

SOUS-FAMILLE DES ASTEROPHYLLITÉES.

Tiges et rameaux articulés, à épiderme lisse, ou marqué de côtes longitudinales faibles. Munis aux articulations de feuilles linéaires, dressées, raides, parcourues par une seule nervure, et égales entre elles, elles sont ordinairement très nombreuses à chaque verticille. Les tiges portent leurs rameaux disposés également en verticilles ; et après la chute de ces derniers, les cicatrices larges qui leur correspondent. Fructifications spiciformes, alternativement formées de verticilles de bractées stériles et de bractées fertiles (*Sporangiophores*), sporanges ordinairement au nombre de 4 à chaque bractée fertile, cette dernière, placée immédiatement au-dessus de l'intervalle qui sépare deux bractées, le nombre des sporangiophores est moitié moindre que celui des bractées stériles.

TIGES.

M. Grand'Eury a désigné sous le nom générique de *Calamophyllites*, les tiges ayant porté des rameaux d'*Astérophyllites*.

Ces tiges, en général moins grosses que celles des Calamites, sont lisses, articulées à plus courts intervalles, garnies souvent de longues feuilles libres, rigides, dressées, ou bien montrant leurs cicatrices persistantes rondes ou elliptiques transversalement. Au centre se trouve une cicatricule vasculaire presque toujours distincte. La tige porte en outre de grosses cicatrices discoïdales, disposées en verticilles, situées au-dessus de l'articulation, qui sont les traces laissées par les rameaux. Les articles qui portent les cicatrices raméales sont notablement plus courts que les autres, la longueur des entre-nœuds varie périodiquement d'un verticille de rameaux au suivant, et les tiges ne s'effilent pas au sommet comme celle des Calamites.

La figure 1, planche 17, représente un échantillon de Saint-Étienne recueilli par M. Grand'Eury, et réduit au quart de sa grandeur naturelle, la tige est représentée par son moule interne calamitoïde aplati, qui mesure 3 centimètres de diamètre environ, les sillons qui sont dus à l'empreinte du système vasculaire, sont peu marqués, ce qui indique le peu de développement des bandes ligneuses, fait qui est général dans tous les échantillons qui appartiennent à de vraies Équisétacées, la distance des sillons entre eux est à peu près de 1 millimètre, et la distance des entre-nœuds varie de 4 à 5 centimètres.

Dans certaines parties, on voit l'empreinte laissée par le système ligneux, débordée latéralement par une bande extrêmement mince de houille large de 1 centimètre, et due à la partie cellulaire extérieure et à l'épiderme lisse de la tige.

Le haut de la tige porte cinq rameaux d'*Astérophyllites*, articulés; chaque verticille renferme un grand nombre de feuilles, droites, raides, uninerviées, longues de trois centimètres environ, entre lesquelles prennent naissance des verticilles moins nombreux de rameaux; ces rameaux secondaires, longs à peine de quelques centimètres, sont eux-mêmes munis à leurs articulations de feuilles de même nature, mais très courtes, de 7 à 8 millimètres seulement de longueur.

L'écorce des Calamophyllites s'est toujours montrée assez épaisse,

mais le tissu parenchymateux qui formait son assise interne facile à détruire, a déterminé par sa disparition la séparation du moule calamitoïde de l'assise externe un peu plus résistante, qui seule portait les cicatrices laissées par la chute des feuilles ou des rameaux.

La figure 2, planche 17, est une restitution faite par M. Grand'Eury, d'une portion de tige appartenant à ces plantes remarquables, et où l'on peut distinguer facilement les différents détails que nous venons de signaler.

RAMEAUX.

Les rameaux sont articulés, simples ou ramifiés, une seule fois d'ordinaire, la ramification secondaire se fait, soit en verticille, soit souvent dans un seul plan, les rameaux distiques qui en résultent sont alors inégaux et inégalement obliques, ce qui ferait croire, d'après M. Grand'Eury, que leur plan passait par la tige commune, et était vertical comme dans les *Thuia*.

Les Astérophyllites, d'après leur organisation, étaient faibles et peu résistants, mais il y a des empreintes qui indiquent des rameaux ligneux, robustes, également articulés, portant des feuilles verticillées, parcourues par plusieurs nervures, ces rameaux doivent en être distingués, nous les étudierons, quand nous ferons l'histoire des *Arthropitus* et des *Calamodendrons*.

Les principales espèces d'Astérophyllites cryptogames que nous décrirons ici sont les suivantes :

Asterophyllites equisetiformis, Schlotheim (fig. 1, pl. 18).

Feuilles linéaires, longues de 12 à 15 millimètres et larges de 0,5 à 1 millimètre sur les petits rameaux, ayant de 2 à 3 centimètres de longueur, 1,5 à 2 millimètres de largeur sur les vaisseaux de plus forte dimension, atteignent 6 à 7 centimètres de long et 2 à 3 millimètres de large sur les tiges (Calamophyllites), en nombre très variable par verticille. La feuille est parcourue par une nervure médiane saillante, plus longue que l'entre-nœud ; souvent, sous l'influence de la compression, l'articulation a pris la forme d'une ellipse saillante, sur les bords de laquelle les feuilles

sont disposées en collerette, cette disposition accidentelle chez les Astérophyllites, fréquente au contraire dans les *Annularia*, ne peut pourtant pas établir de confusion entre les deux groupes, à cause des différences qui existent entre les feuilles.

Cette espèce commence dans le terrain houiller moyen, traverse le terrain houiller supérieur et s'arrête vers le milieu de l'étage permien.

On la rencontre à Anzin, Bully-Grenay, à Saint-Chamond, Mont-rambert (Loire), Commentry (Allier), Epinac, Lally, Igornay (Saône-et-Loire).

Asterophyllites tenuifolius, Sternb.

Syn. *Asterophyllites longifolius*, Brongt.

Feuilles linéaires larges à peine de 1 millimètre, sur 7 à 8 centimètres de longueur, nombreuses à chaque verticille, dressées contre la tige, articles variant de 1 centimètre à 1,5 de longueur.

Cette espèce figurée par Sternberg (V. I, t. VIII, *Fl. der Vorw.*), paraît limitée aux couches supérieures du terrain houiller moyen et à la base du terrain houiller supérieur.

On la rencontre à Anzin, à Carmaux (Tarn).

Asterophyllites rigidus, L et H.

Feuilles longues, dressées, linéaires, subulées, montrant une certaine rigidité, parcourues par une côte étroite, larges de 1^m,5 à la base, quelquefois bifides au sommet.

Cette espèce se rencontre à Jarrow (Angleterre), à Zwickau en Saxe, près de Ménitz en Bohême, à Valenciennes, Charleroi en France.

Asterophyllites foliosus, L et H.

Rameaux primaires finement striés, entre-nœuds distants de 15 à 20 millimètres, feuilles longues de 8 à 10 millimètres, les entre-nœuds mesurent 12 à 13 millimètres; feuille étalées presque horizontalement autour des rameaux secondaires, ceux-ci sont distiques, très grêles.

Dans les couches houillères inférieures de Zwickau en Saxe, près de Saarbruck, d'Eschweiler, de Jarrouw, de Newcastle.

Asterophyllites nodosus, Schlotheim.

Rameaux ayant les entre-nœuds striés, contractés aux articulations.

Distance des nœuds, 3 à 4 centimètres; rameaux secondaires à articulations rapprochées, 3 à 4 millimètres; feuilles nombreuses, longues de 2 à 3 millimètres, linéaires, lancéolées, d'abord étalées, puis recourbées à leur extrémité.

Dans les dépôts houillers de Silésie, de la Bohême, de la Saxe et de l'Angleterre.

FRUCTIFICATIONS.

Beaucoup de fructifications d'Astérophyllites sont connues sous le nom de *Volkmannia*. Ces fructifications ont été souvent trouvées associées aux rameaux d'Astérophyllites, mais n'ont pu être rapportées que très imparfaitement à leurs espèces respectives.

Les bractées stériles qui entrent dans la composition des épis sont assez peu modifiées, quelquefois elles se soudent à la base et forment un plancher sur lequel reposent les sporanges.

La description de quelques-uns de ces épis donnera une idée de leur constitution qui diffère, comme nous le verrons, de celle des fructifications d'*Annularia* et de *Calamites*. Nous ferons connaître aussi quelques épis trouvés à l'état d'empreinte, auxquels on peut rapporter les épis silicifiés dont il va être question.

Deux formes distinctes caractérisent ces fructifications et indiquent deux groupes bien différents dans la famille des Astérophyllitées.

La première comprend les *Volkmannia*, se rapportant aux *Asterophyllites equisetiformis*, *hippuroides*, etc.

La seconde renferme des épis beaucoup plus volumineux. Désignés par différents auteurs sous les noms de *Huttonia*, Sternberg, *Macrostachia*, Schimper, etc.

PREMIÈRE FORME D'ÉPIS D'ASTÉROPHYLLITE.

Volkmannia, Sternberg.

Les épis désignés sous ce nom sont distiques, disposés au bout des branches, ou au sommet des tiges (*fig. 4, pl. 19*).

La diversité de leur disposition, de leur longueur dénote plusieurs genres, assez nombreux en espèces.

Nous ne décrivons que quelques-unes de ces formes.

Volkmannia elongata (Weiss) (*fig. 4, 5, pl. 19*).

Tige qui supporte les rameaux fructifères, de forme calamitoïde. Rameaux disposés en verticilles. Les articulations offrent des cicatrices arrondies, marquées d'une dépression centrale, correspondant à la région médullaire du rameau lorsque celui-ci s'est détaché.

Le rameau fructifère est légèrement strié longitudinalement, articulé, à chaque nœud se trouve une couronne de bractées stériles s'écartant d'abord presque horizontalement de l'axe, puis se redressant et atteignant, quelquefois dépassant le verticille immédiatement supérieur; la partie dressée est rigide, coriace, terminée en pointe. Le nombre des bractées insérées à chaque verticille varie avec les espèces, et avec la hauteur qu'elles occupent sur l'épi, jamais elles ne sont soudées à leur base.

Entre les bractées et un peu au-dessus, de deux en deux quelquefois moins régulièrement, s'écartent de bas en haut, obliquement par rapport à l'axe, des bractées fertiles, *sporangiophores*, raides, terminées en pointe (*fig. 5, pl. 19*). Chacun de ces *sporangiophores* porte quatre sacs remplis de spores; la nature de ces spores n'a pas encore été déterminée.

Cette espèce se rencontre à Swina, près Radnitz, en Bohême.

Volkmannia gracilis (Sternberg) B. R. (*fig. 3, 4, pl. 18, et fig. 1, 2, pl. 19*).

Le sommet de l'axe de cet épi est terminé en cône tronqué et recouvert par les derniers verticilles de bractées stériles qui, en se réunissant et se recouvrant, donnent à l'extrémité une forme arrondie.

Le diamètre total est de 8 à 9 millimètres, celui de l'axe est de 2^{mm},5 environ. Sa partie ligneuse est formée de bandes vasculaires distinctes disposées parallèlement comme dans les Équisétacées vivantes et constituant un cylindre discontinu entourant une moelle; celle-ci est composée de cellules un peu plus hautes que larges, disposées sans interruption aux articulations par files verticales; il n'y a donc pas de cloisons transversales, comme chez les Prêles.

Chaque faisceau vasculaire est muni, du côté de l'axe, d'une lacune dont l'origine est vraisemblablement la même que dans ces dernières plantes.

Leur nombre paraît correspondre à celui des Sporangiophores.

L'axe porte alternativement des verticilles stériles et des verticilles fertiles. Les premiers, distants de 2 millimètres, se composent de vingt bractées libres jusqu'à la base; elles s'éloignent horizontalement de leur point d'insertion en se recourbant un peu vers le bas, puis elles se relèvent à une distance de 1^{mm},5 de l'axe, atteignent une longueur verticale de 4 à 5 millimètres et dépassent ainsi de beaucoup l'entre-nœud supérieur.

La partie de la bractée où existe la courbure est renflée et se prolonge en dessous en forme d'onglet plus ou moins saillant dans l'entre-nœud inférieur.

Une coupe transversale des bractées dans la partie où elles forment un plancher, non continu, horizontal (*fig. 4, pl. 8*), montre qu'elles sont planes en dessus, mais parcourues en dessous par une côte saillante déterminée par le passage d'un faisceau vasculaire.

Ces bractées se rejoignent en dessus par leurs bords, mais sans se souder; leurs sections transversales à différentes hauteurs dans la partie redressée, sont d'abord elliptiques; le petit axe de l'ellipse étant dirigé suivant le rayon, un peu plus haut une légère saillie se montre sur la face interne, et en même temps de chaque côté de cette saillie, la surface de la bractée devient un peu concave; la face extérieure reste convexe, un peu plus haut encore, la section redevient elliptique, puis enfin circulaire; la bractée stérile est

donc raide, uninerviée, subulée dans la partie relevée, non lancéolée et aplatie comme celles des *Bruckmannia*, mais diminuant de largeur à peu près régulièrement de la partie recourbée jusqu'au sommet terminé en pointe.

Entre les bractées, de deux en deux sur un même verticille, et un peu au-dessus, s'insèrent les sporangiophores; ceux-ci s'élèvent obliquement en s'écartant de l'axe; leur extrémité se dilate en forme de disque épais, sous les bords duquel, parallèlement aux sporangiophores, sont disposés quatre sporanges ovoïdes dont la pointe regarde le côté de l'axe; leur longueur est de $0^{\text{mm}},7$ et leur diamètre de $0^{\text{mm}},3$.

L'enveloppe n'est formée que d'une seule couche de cellules et renferme des granulations sphériques très petites, mesurant $0^{\text{mm}},02$ à $0^{\text{mm}},03$, soit parce que l'épi était très jeune, soit parce qu'elles appartenaient à la partie supérieure de l'épi. Ces spores ne paraissent pas groupées par quatre, mais dispersées dans le tissu mal conservé du reste du sporange.

La section du sporangiophore est circulaire, le centre en est parcouru par un faisceau vasculaire qui se divise en quatre branches dans la partie charnue du disque et chacune d'elles se subdivise ensuite en fibrilles sous chacun des quatre sporanges qui y sont plongés en partie.

Nous avons rapporté cet épi au *Volkmannia gracilis* de Sternberg: cette espèce d'Astérophyllite est ainsi décrite dans la *Flore du Monde primitif*:

Tige cylindrique, rameuse articulée, longueur des entre-nœuds 7 à 8 millimètres, striée longitudinalement (empreinte laissée par le système ligneux), feuilles nombreuses verticillées linéaires, tronquées, dépassant en longueur plusieurs entre-nœuds.

Épis longs de 7 centimètres, mesurant 7 à 8 millimètres de diamètre, cylindriques, légèrement recourbés, sommet arrondi par la réunion des extrémités des bractées qui se recouvrent. Partie inférieure légèrement conique terminée par un petit pédoncule d'attache.

Les bractées stériles, dans leur partie dressée, sont serrées

contre la surface de l'épi, leur longueur atteint celle de deux entrenœuds.

L'empreinte ne permet pas de reconnaître la disposition des sporanges disposés entre les verticilles des bractées stériles.

La terminaison arrondie de l'extrémité de l'épi silicifié, la disposition générale des bractées, leur longueur et le diamètre de l'échantillon sont les motifs qui ont déterminé cette assimilation.

Schimper (1) a rapproché le *Volk. gracilis* de Sternberg du *Calamostachys typica*, Sch.; mais les bractées de ce dernier sont foliacées larges, lancéolées, atteignant à peine la longueur d'un entrenœud et au nombre de dix par verticille, par conséquent les deux épis sont distincts et ne peuvent pas être confondus, le *Calamostachys typica* rentre, comme nous le verrons, dans le type des *Bruckmannia*.

Volkmania Schimperiana, Weiss.

Épis longs de 12 centimètres, aplatis, mesurant 14 millimètres suivant le petit diamètre et 24 millimètres dans le sens le plus grand.

Les bractées stériles ont 1 à 2 millimètres de largeur dans la partie relevée, la plupart sont tronquées, quelques-unes qui ont été conservées atteignent dans la partie relevée 14 à 15 millimètres de longueur et sont terminées en pointe.

L'axe mesure un peu plus de 1 millimètre et se montre régulièrement ondulé; à chaque angle saillant extérieur se trouve, d'une part, l'insertion des bractées stériles, et, d'autre part, celle des sporangiophores qui se fait sensiblement à la même hauteur et probablement entre deux bractées stériles. Le nombre de ces dernières, ainsi que celle des sporangiophores insérés très obliquement par rapport à l'axe, est inconnu.

Cette espèce a été rencontrée dans la fosse Gerhard, à Saarbrück, dans les couches houillères moyennes de cette localité.

1) *Traité de paléontologie*, vol. I, p. 328.

Volkmania equisetiformis, B. R. (fig. 3, pl. 19).

Cette portion d'échantillon appartient à la région moyenne de l'épi.

Sa surface libre et débarrassée de silice présente quelques bractées bien conservées.

Celles-ci sont droites dans la partie verticale de leur longueur, hautes de 7 à 8 millimètres sur 1^{mm},5 de large et en contact, par leurs bords, à la partie inférieure; au tiers de leur hauteur, la largeur diminue régulièrement jusqu'à l'extrémité, terminée en pointe aigüe qui atteint presque la deuxième articulation située au-dessus. Leurs sections transversales présentent les mêmes variations de formes que celles que j'ai signalées précédemment dans la description du *V. gracilis*.

Le diamètre total de l'épi, qui est cylindrique, mesure 18 millimètres, celui de l'axe est de 5 millimètres.

La longueur des sporanges, qui sont comprimés sur leurs faces latérales par leur pression mutuelle, et arrondis sur les autres côtés, est de 4 à 5 millimètres.

La distance des verticilles stériles est de 4^{mm},5, ils se composent de vingt-huit bractées qui s'éloignent de l'axe en se recourbant en bas légèrement, puis se relèvent verticalement après s'être renflées à la partie coudée et avoir formé un court prolongement dans l'entre-nœud inférieur.

Le nombre des sporangiophores est de quatorze, ils partent de l'intervalle des bractées stériles, de deux en deux, et un peu au-dessus du point d'attache de celles-ci. Ils se dirigent obliquement en s'éloignant de l'axe; leur extrémité n'offre aucun renflement discoïde, soit que ce renflement charnu ait servi au développement des sporanges et se soit desséché, soit qu'il ait disparu lors de la pétrification.

Quoi qu'il en soit, les sporanges sont disposés par quatre autour du sporangiophore, deux au-dessus, deux au-dessous; ceux placés à la partie inférieure reposent chacun sur une des deux bractées entre lesquelles la base du sporangiophore est insérée, comme cela se présente pour le *V. gracilis*.

Les spores sont plus grosses que dans ce dernier *Volkmannia*, elles atteignent 0^{mm},4 et pourraient être considérées comme des macrospores, elles ne se présentent pas comme les microspores ordinaires groupées par quatre en tétraèdre.

M. Grand'Eury a eu occasion de trouver à l'état d'empreinte plusieurs épis, mêlés à des rameaux d'*Asterophyllites equisetiformis* il les regarde comme leurs fructifications très probables. Leur longueur est de dix à douze centimètres, leur diamètre total atteint deux centimètres.

Les bractées nombreuses sur chaque verticille mesurent 8 à 9 millimètres.

La distance des verticilles stériles est de 4 à 5 millimètres, par conséquent les bractées rapprochées des sporanges, pouvaient atteindre le deuxième verticille supérieur.

Dans les parties de l'épi dépourvues de bractées, les sporanges serrés les uns contre les autres et aplatis occupent tout l'intervalle de l'entre-nœud. Quelquefois ils se montrent sous la forme de sacs rectangulaires, séparés par de minces lignes parallèles à l'axe de l'épi.

Par le nombre assez considérable de ses bractées, par leur longueur, le diamètre total, et la distance des entre-nœuds, ces épis regardés comme les fructifications de l'*Asterophyllites equisetiformis* se rapprochent plus que tout autre du fragment d'épi silicifié que nous venons de décrire et peuvent lui être assimilés.

Ces épis ont été rencontrés dans le terrain houiller supérieur de Saint-Etienne, le fragment silicifié vient des gisements d'Autun, mais on sait que les *Astérophyllites* qui commencent dans le terrain houiller moyen se continuent jusque dans les schistes bitumineux d'Autun, qui appartiennent à la partie inférieure du terrain permien.

DEUXIÈME FORME D'ÉPIS D'ASTÉROPHYLLITES.

Macrostachia, Schimper.

Ce sont de grands épis, recourbés à la base, arrondis au sommet, cylindriques, composés de verticilles de bractées imbriquées,

soudées sur toute la portion horizontale de la base, puis redressées et libres. Les entre-nœuds sont très courts, la partie libre des bractées terminée brusquement en pointe, à bords latéraux légèrement concaves, dépasse à peine l'entre-nœud supérieur.

Macrostachia infundibuliformis, Schimper (fig. 6, 7, 8, pl. 19).

Un fragment d'épi silicifié provenant des environs d'Autun, et qui peut être rapporté à cette espèce a permis d'en connaître quelques détails internes.

Le diamètre extérieur de cet épi mesure 25 à 26 millimètres. Son axe a 5 millimètres environ et paraît cannelé sur une coupe transversale.

Ces cannelures correspondent aux intervalles de dix faisceaux qui forment le cylindre ligneux; chaque faisceau présente, à l'extrémité tournée vers le centre, deux ou trois lacunes.

Les verticilles de bractées stériles composés probablement de 20 bractées soudées entre elles, sont distants les uns des autres de 4^{mm},5; leur section transversale forme une lame continue, dans laquelle il n'est pas possible de reconnaître les différentes bractées qui la composent, peut-être à cause du mauvais état de l'échantillon.

Le disque plan qui en résulte se relève sur les bords et se termine par de petites dents vraisemblablement en même nombre que les bractées, et appliquées contre un prolongement lamelliforme du verticille supérieur. Si l'on fait une coupe tangentielle près des bords, entre les disques résultant de la soudure des bractées, on remarque une bande continue composée de grandes cellules dirigées perpendiculairement au plan de la bande et formant un tissu élastique destiné à la dissémination des spores. Cette lame se relève par son bord extérieur pour se souder au tissu du verticille supérieur; ce serait donc une dépendance de ce dernier, s'avancant plus ou moins dans l'entre-nœud, son rôle serait protecteur, rôle nécessité par le peu de développement des bords libres relevés des bractées, mais elle devait en outre contribuer à la dissémina-

tion des spores en déterminant par son élasticité la rupture des sporanges.

Ces derniers sont volumineux, disposés en un seul rang, leur grand axe est dirigé dans le sens du rayon, ils reposent sur le plancher formé par le verticille de bractées. Leur enveloppe composée d'une seule couche de cellules renferme des macrospores brunes volumineuses atteignant $0^{\text{mm}},3$ à $0^{\text{mm}},4$, dispersées dans le tissu du sporange.

Les épis trouvés à l'état d'empreinte qui peuvent être rapprochés de ce fragment silicifié sont les suivants :

Macrostachia infundibuliformis, Brongt (fig. 2, pl. 18).

Épis de 18 à 20 centimètres de longueur sur 20 à 30 centimètres de largeur, composés de verticilles nombreux rapprochés, distants de 3 à 4 millimètres environ. Les bases horizontales des bractées se soudent en un plancher continu, la partie du limbe qui est redressée forme des dents de 6 à 8 millimètres de longueur sur 1 à 2 millimètres de largeur ; elles sont en partie soudées entre elles, puis se terminent en pointe aiguë à bords latéraux légèrement concaves. La disposition recourbée de la base de l'épi indique qu'ils étaient insérés sur la tige même.

Cette espèce se trouve dans le terrain houiller supérieur, et dans le terrain permien.

On la rencontre à la Péronnière, Lorette-Grand' Croix, Saint-Étienne (Loire) à Bessèges (Gard), Commeny (Allier), Epinac, Lally, Blanzay (Saône-et-Loire).

G. HUTTONIA, Sternberg.

L'axe de l'épi porte des articulations rapprochées. Les bractées paraissent plus ou moins soudées en un plancher circulaire, coriaces, légèrement concaves en dedans, oblongues, lancéolées, terminées en pointe allongée, et quelquefois flexueuses.

Huttonia spicata, Sternberg.

Épis longs de plus de 12 centimètres, et larges de 15 à 20 millimètres, les bractées sont soudées en un plancher circulaire horizontal.

La partie libre et redressée du limbe est elliptique et terminée en dessus assez brusquement en une pointe aiguë, à bords latéraux concaves.

Là où la bractée devient libre, on peut voir dans les figures publiées par M. Weiss (*fig. 1 A., 1. B, pl. XIV*)⁽¹⁾ des prolongements lamelliformes qui s'en détachent et pénètrent plus ou moins dans l'entre-nœud pour protéger les sporanges, et servir, comme nous l'avons dit plus haut au sujet de l'échantillon silicifié, à la dissémination des spores.

Cette espèce se rapprocherait ainsi davantage, du spécimen d'Autun, que le *Macrostachia infundibuliformis*, mais il est vrai de dire que jusqu'à présent les empreintes n'ont pas laissé soupçonner la structure interne de ce dernier.

Sous le nom de *Macrostachia Huttonioides*, M. Grand'Eury a figuré⁽²⁾ un fragment d'épi, qui rappelle également l'épi silicifié en question.

Sur l'échantillon type conservé dans les collections du Muséum, l'axe aplati mesure 7 à 8 millimètres de diamètre, et présente les côtes calamitoïdes habituelles. Les articulations sont distantes d'environ 4 millimètres; de ces articulations part un verticille de bractées, d'abord horizontales, et qui se relèvent ensuite de façon à dépasser le verticille supérieur; un peu au-dessus des cicatrices laissées sur l'axe par les bractées, et très près on distingue les traces à peine marquées des insertions des sporangiophores. Les sporanges ont 7 à 8 millimètres de longueur, et 3 de hauteur, on voit l'empreinte des granulations qu'ils renfermaient. Il semble que ces sporanges étaient disposés en un seul rang par paire, un de chaque côté du sporangiophore.

Le diamètre total de l'épi mesurait 25 millimètres environ et la partie inférieure de l'axe qui ne porte pas de bractées est droite et non recourbée comme dans le *Macrostachia infundibuliformis*.

Si nous résumons la structure générale des Astérophylites,

(1) Steinkohlen. *Calamarien*. Berlin, 1876.

(2) *Flore carbonifère du départ. de la Lotre*, pl. XXXIII, fig. 10.

nous voyons que le cylindre ligneux a une disposition et une structure calamitoïde, comparable à celle des Équisétacées et qui ne rappelle en rien le cylindre ligneux plein et triangulaire des tiges que nous avons étudiées précédemment, et qui appartiennent aux *Sphenophyllum*. Par conséquent, l'opinion de M. Williamson que les *Sphenophyllum* et les Astérophyllites ont la même organisation et sont les membres d'une même famille, doit être abandonnée. Les plantes décrites par ce savant sont à n'en pas douter des tiges de *Sphenophyllum*. La raison qui la conduit à les regarder comme des Astérophyllites, était la forme des feuilles, étroites, aciculaires, insérées sur ses échantillons, mais nous avons fait remarquer que certains *Sphenophyllum* présentaient à leur partie inférieure, des feuilles étroites, nombreuses, divisées en lanières, complètement différentes de celles que l'on trouvait à la partie supérieure aérienne de la même plante.

L'écorce, généralement épaisse, était dans les Astérophyllites formée en grande partie d'une couche parenchymateuse creusée de méats et de lacunes, se détruisant facilement. La surface était lisse, ne portait pas de cannelures, et si les empreintes en présentent, elles sont dues au système ligneux intérieur équisétiforme. Les rameaux disposés en verticille avaient la même structure intérieure, aux articulations se trouvaient placés des rameaux secondaires, distiques, disposés dans un plan vertical. Les autres rameaux du verticille ne se développaient pas en général, à cause du peu d'espace disponible entre chacun des plans verticaux contenant les rameaux primaires.

Les feuilles, également verticillées, étaient linéaires, égales entre elles, parcourues par une seule nervure, généralement dressées.

Les fructifications étaient spiciformes, portées à l'extrémité des rameaux, disposées en verticilles, ou insérées directement sur la tige.

L'axe de l'épi était articulé, chaque articulation portait deux verticilles distincts, l'un de bractées stériles, soudées ou non en plancher horizontal, la partie libre se relevait, en conservant la forme linéaire

aiguë, caractéristique des feuilles d'Astérophyllites. Le second verticille était fertile, les sporangiophores, en nombre moitié moindre de celui des bractées stériles, étaient insérés un peu au-dessus et dans l'intervalle de deux feuilles du verticille inférieur. Chaque sporangiophore, généralement peltôïde, portait 2 ou 4 sporanges reposant sur le plancher du verticille stérile. Les spores renfermées dans les sporanges étaient soit des microspores, soit des macrospores, réunies tantôt dans un même épi, tantôt dans des épis différents.

La famille des Astérophyllites, comprenant les genres que nous avons décrits, forme donc un groupe bien homogène se séparant nettement de la famille des *Sphenophyllum*, que nous avons étudiées précédemment, et de celle des Annulariées, dont nous allons maintenant nous occuper. Cependant, ses rapports avec cette dernière, d'après l'ensemble des caractères offerts par la tige, les rameaux, et les fructifications sont bien plus marqués qu'avec les *Sphenophyllum*.

CHAPITRE IX

SOUS-FAMILLE DES ANNULARIÉES.

Tiges pouvant atteindre 7 à 8 centimètres de diamètre, articulées ; distances des articulations 5 à 6 centimètres. Offrant peu de résistance à cause du faible développement de leur système ligneux et cortical ; moelle considérable, disparaissant rapidement, mais laissant aux nœuds un diaphragme qui contribuait à donner à cette partie de la plante un peu plus de solidité.

Rameaux opposés naissant entre les feuilles, et tous dans un même plan ; les feuilles variables de dimension sont verticillées, étalées dans le plan du rameau, l'articulation qui les porte est par conséquent plus ou moins oblique par rapport à l'axe de ce dernier. Les feuilles latérales du verticille sont généralement plus longues que celles d'avant et d'arrière. Elles sont allongées, lancéolées, parcourues par une nervure médiane, et souvent, après s'être un peu élargies, se terminent en pointe.

Les fructifications qu'on leur rapporte portent le nom de *Bruckmannia*.

L'espèce la mieux connue est l'*Annularia longifolia* dont on a pu observer la tige, les rameaux feuillés et les épis ; par ce motif, nous commencerons par elle l'étude de la famille.

Annularia longifolia, Brongt (fig. 1, pl. 20).

Cette espèce a d'abord été désignée, par Schlotheim, sous le nom de *Casuarinites stellatus* (1).

Si on veut conserver la priorité au nom spécifique donné par Schlotheim, elle devrait porter celui d'*Annularia stellata* (Zeiller).

(1) Petrefactenkunde. *Fl. der Vorwelt*, p. 397, pl. 1, fig. 4 (1804, 1823).

TIGES.

Equisetites lingulatus, Germar.

Parmi les débris de l'*Annularia longifolia*, on trouve fréquemment (Geinitz, Grand'Eury) des tiges rompues de 6 à 7 centimètres de diamètre, quelquefois plus faibles, les articulations sont encore très nettes grâce au diaphragme qui a conservé leur forme; tout autour et à l'extérieur, on remarque des feuilles en languettes, soudées à la base.

Le cylindre ligneux a laissé les traces de sa structure équisétiforme. En effet, les commissures résultant de la réunion à l'articulation de deux faisceaux parallèles voisins, sous l'influence de l'aplatissement, ont formé une couronne de dentelures, et au sommet de chaque dentelure venaient se rattacher les faisceaux parallèles de l'entre-nœud suivant; des cordons vasculaires partent des dents de cette couronne pour se diriger extérieurement vers les feuilles. En dehors de ce cercle se trouve une série de lacunes, rappelant les lacunes corticales des Prêles.

Les tiges n'ont laissé qu'une très faible quantité de houille sur les empreintes, ce qui s'explique par leur constitution essentiellement parenchymateuse; complètement plongées dans l'eau, elles ne présentaient qu'un système ligneux extrêmement peu développé eu égard à leurs dimensions, et leur écorce ne paraît avoir renfermé ni fibres épaissies ni tissu subéreux qui auraient pu former une certaine quantité de cette substance.

De petites tiges silicifiées qui se rapportent très probablement aux *Annularia*, ont montré une assise corticale extérieure mince recouvrant une couche lacuneuse en grande partie détruite et plus intérieurement un cylindre ligneux caractérisé par des lacunes contre lesquelles sont groupées des trachéides annelées, rayées ou spiralées, disposées sans ordre. Cette organisation ne diffère pas sensiblement de celles des Equisétacées actuelles.

RAMEAUX.

Les rameaux sont presque toujours séparés des tiges qui les ont portés. A droite et à gauche partent des branches distiques qui s'étaient dans un même plan ainsi que leurs subdivisions, ces branches prennent leur origine sur des nœuds qui apparaissent comme des disques aplatis et striés circulairement.

Aux articulations se trouvent insérées des feuilles nombreuses, disposées en verticille qui se dirigent également dans le même plan que celui des rameaux, de sorte que la circonférence formée par les bases d'insertion des feuilles est disposée obliquement par rapport au rameau, et se présente sous la forme d'une ellipse dont le grand axe est dirigé dans le sens de la longueur. Comme cette espèce d'anneau est souvent très apparente sur les empreintes, cela leur a valu le nom d'*Annularia* que porte la famille.

Cette disposition des branches et des feuilles dans un même plan est due au mode de végétation de ces plantes. La tige plongée dans l'eau, émettait à chaque articulation des rameaux (*Annularia*) qui, arrivés à la surface, s'étaient comme beaucoup de plantes de nos étangs et couvraient de larges espaces de distance en distance de longs épis *Bruckmannia* que nous étudierons plus loin se dressaient verticalement au-dessus de l'eau et des rameaux et permettaient aux phénomènes de la fécondation de s'accomplir.

Les feuilles nombreuses, de vingt à trente par verticille, sont linéaires, lancéolées, acuminées au sommet, à nervure généralement nette, assez rigides, libres jusqu'à la base, les verticilles sont rapprochés, la longueur des feuilles varie beaucoup; sur les petits rameaux, elles sont longues de 1 centimètre à 1,5, et larges de 2 à 3 millimètres; sur les rameaux, elles atteignent 4 à 5 centimètres de longueur et 2 à 3 millimètres de largeur; sur certains échantillons de Brassac, les entre-nœuds sont longs de 5 centimètres à 5,5, et les feuilles latérales atteignent 6 à 7 centimètres.

La consistance de la lame foliaire paraît avoir été assez solide.

La seule nervure qui existe est forte et se relève en demi-cylindre saillant sur le dos de la feuille.

Un petit fragment silicifié a permis de reconnaître quelques détails de structure.

Son diamètre est de 2 millimètres à 2^{mm},5, il est fistuleux. Sur une coupe transversale, le cylindre ligneux se montre formé de dix-huit faisceaux ayant chacun une lacune. Les trachéides qui ont persisté sont ou annelées ou spiralées, ces faisceaux sont entourés par des cellules allongées rectangulaires à parois plus ou moins épaissies. La partie corticale est très simple, elle est formée de cellules parenchymateuses qui ont une tendance à devenir fibreuses en s'approchant de la périphérie. La surface n'est pas cannelée, et si quelquefois les empreintes schisteuses indiquent des cannelures, celles-ci proviennent vraisemblablement des deux faisceaux fibro-vasculaires qui accompagnent les lacunes intérieures et dont le tissu plus résistant s'est moulé sur l'argile.

En résumé, on voit que les rameaux de cette espèce d'*Annularia* sont d'une grande simplicité, du moins ceux qui sont de petite dimension; on n'y rencontre qu'un cercle de faisceaux vasculaires entourant une cavité centrale; les cellules allongées mais non parenchymateuses qui accompagnent ces faisceaux pouvant être considérées comme la couche que l'on désigne si souvent sous le nom de tissu protecteur, et qui ici forme les parois des lacunes. L'écorce dans les rameaux jeunes ne paraît pas avoir possédé de lacunes.

FRUCTIFICATIONS.

Germer avait constaté (1) entre certains épis désignés par Sternberg sous le nom de *Bruckmannia tuberculata* et entre les rameaux d'*Annularia longifolia* une association telle, dans les mines de houille de Manebach et de Zwickau, qu'il ne lui restait que fort peu de doutes sur leurs dépendances mutuelles.

Cette association a été confirmée par Schimper (2) et surtout par

(1) Germer, *Petrificata stratorum*, Wettini et Loebejuni Hall, 1844.

(2) *Paléont. végét.*, vol. 1, p. 347.

M. Grand'Eury (1) qui a vu sortir ces épis du milieu de rameaux d'*Annularia longifolia*; il est donc extrêmement probable que les longs épis de *Bruckmannia tuberculata* sont les fructifications de l'*Annularia* dont nous nous occupons.

Plusieurs échantillons ont été rencontrés dans les gisements silicifiés d'Autun, et se rapportent aux empreintes du *Bruckmannia* de Sternberg.

La figure 1, planche 21, représente une portion d'épi d'*Annularia longifolia* à l'état d'empreinte, ces épis pouvaient atteindre 15 à 20 centimètres de longueur sur 3 à 4 millimètres de largeur; ils étaient articulés, marqués de côtes longitudinales provenant du système ligneux interne, aux articulations se trouvaient des bractées stériles d'abord étalées, puis dressées, la distance des nœuds était de 4 à 5 millimètres, quelquefois plus, suivant leur position sur l'épi. Entre les verticilles stériles, se trouvait à peu près à la moitié de l'entre-nœud, un verticille fertile composé de pédicelles (sporangiophores) se détachant normalement de l'axe et portant sur leur longueur un groupe de quatre sporanges, ovoïdes, deux placés au-dessus des sporangiophores et deux au-dessous. Le nombre des sporangiophores est ordinairement moitié de celui des bractées stériles.

La figure 2, planche 21, montre une portion d'épi silicifié comprimé, vue avec un grossissement de 40 diamètres.

Les verticilles au nombre de 6 dans la préparation, quoique en partie dépourvus de leurs organes appendiculaires, sont alternativement formés de bractées stériles et de sporangiophores.

Dans les échantillons bien conservés, le nombre de ces derniers est double de celui des bractées stériles, celles-ci insérées perpendiculairement à l'axe de l'épi s'en éloignent d'abord horizontalement puis se redressent presque verticalement. Les figures 3 et 4 sont des sections transversales faites dans la partie horizontale de la feuille et dans la portion qui est redressée; elles sont lancéolées, épaisses, uninerviées, la nervure est saillante, le limbe étroit quoique s'élargissant un peu dans la partie relevée pour mieux protéger les

(1) *Flore carbonifère du départ. de la Loire*, 1^{re} partie, p. 45.

sporanges. Souvent les bords de la feuille ont disparu et il ne reste plus que la portion qui correspond à la nervure. Si l'on se reporte aux figures 3 et 4, planche 18, et 4, planche 21, il sera facile de saisir la différence de forme des feuilles d'*Astérophyllites*, et d'*Annularia*.

Les pédicelles verticillés qui portent les sporanges et qui alternent avec les verticilles de bractées stériles, sont insérés au milieu de l'entre-nœud sur des côtes saillantes en partie fibro-vasculaires et dirigées parallèlement à l'axe de l'épi, ces côtes correspondent aux lacunes.

Les sporangiophores sont cylindriques (*fig. 5*), terminés en pointe. S'il a (*fig. 2*) existé un disque peltoïde comme chez les Prêles, ce disque a toujours disparu dans les échantillons examinés soit à l'état d'empreinte, soit à l'état silicifié; ils paraissent avoir été plus solidement fixés à l'axe que les bractées, car ils sont encore en place quand celles-ci en ont été détachées.

A chacun d'eux étaient fixées deux paires de sporanges, que l'on trouve quelquefois encore attachés, mais le plus souvent gisants à côté de leur support.

La plupart du temps même, ce ne sont que les enveloppes qui sont restées, leur contenu a été disséminé.

Le sporange garni de ses spores se présente sous la forme d'un petit sac à sections transversale et longitudinale rectangulaires; sa hauteur est à peu près de 2 millimètres, son épaisseur $0^{\text{mm}},7$ et sa longueur diamétrale $1^{\text{mm}},3$. Les spores qui y sont contenues sont sphériques, nombreuses et mesurent $0^{\text{mm}},04$, elles sont groupées par 4.

Mais à la partie inférieure de l'épi, il existe des sporanges (*fig. 6, pl. 21*) qui renferment des spores de dimension plus considérable et atteignent $0^{\text{mm}},09$ à $0^{\text{mm}},1$, ces sporanges ne diffèrent pas, par leur forme, des précédents, mais les spores qui y sont contenues au lieu d'être groupées en masse tétraédrique de 4, sont isolées, 12 à 15 fois plus volumineuses, et par conséquent peuvent être considérées comme des macrospores.

Les épis des *Annularia* auraient donc renfermé des microspores et des macrospores, comme ceux des *Astérophyllites*.

Il est possible que plusieurs sortes d'épis puissent être rencontrées, les uns renfermant en même temps des microspores et des macrospores, les autres au contraire offrant ces deux sortes d'organes séparés.

L'enveloppe des micro et macrosporangies est délicate, formée d'une seule couche de cellules, comme engrénées les unes dans les autres et dont la juxtaposition produit une mince membrane d'un aspect réticulé (*fig. 6, pl. 21*).

La structure de l'axe qui porte l'inflorescence est sensiblement la même que celles des rameaux décrits précédemment.

Le nombre des lacunes est de seize, par conséquent le nombre des sporangiophores également de seize et celui des bractées stériles de trente-deux.

La surface de l'épi ne présente ni écorce ni épiderme, ce qui fait qu'elle paraît cannelée, grâce à la compression du tissu cellulaire recouvrant le tissu vasculaire des côtes.

Aux articulations, on ne voit pas de cloisons transversales, soit parce que les épis différaient en cela des rameaux et des tiges, soit ce qui est plus probable parce que toute trace en aurait disparu.

Le diamètre de l'axe peut atteindre 3 à 6 millimètres et comme il ne diminue que très lentement, la longueur de l'épi devait être considérable.

D'autres formes de fructifications d'*Annularia* ont été signalées et décrites, mais, comme elles n'ont pas été rapportées à des espèces connues, nous n'en parlerons que plus loin.

Les *Annularia longifolia* ou *stellata* sont très répandus dans le terrain houiller supérieur, et se rencontrent encore dans le terrain permien inférieur et moyen. On les trouve à Rive-de-Gier, Lorette, Grand-Croix (Loire), Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône), la Mure (Isère), Bessèges (Gard), Carmaux (Tarn), Commentry (Allier), Monchanin, Blanzay, Épinac et dans le Permien de Chambois, Millery (Saône-et-Loire).

Annularia Dawsoni, Schimper (*fig. 2, pl. 20*).

Tige assez grêle. Entre-nœuds de 8 à 10 millimètres. Feuilles assez

peu nombreuses, dix à douze par verticille, lancéolées, longuement elliptiques; les plus grandes ont 6 millimètres, les plus courtes trois. La distance des entre-nœuds sur les rameaux est de 7 à 8 millimètres. On distingue sur les feuilles une nervure médiane assez peu marquée.

Cette espèce est abondante dans les schistes du terrain houiller inférieur de Saint-John (Canada).

Annularia radiata, Brongt. (fig. 4, pl. 20).

Rameaux assez grêles, feuilles larges de $\frac{3}{4}$ à 1 millimètre, longues de 7 à 18 millimètres au nombre de douze à quinze par verticille, très longuement elliptiques, atténuées aux extrémités, aiguës au sommet; nervure médiane assez accusée.

Cette espèce est répandue dans le terrain houiller moyen. On la trouve à Vieux-Condé, Raismes, Aniche (Nord), à Lens à Bully-Grenay.

Annularia sphenophylloides, Zenker (fig. 3, pl. 20).

Syn. *Annularia brevifolia*, Brongt.

Rameaux grêles, feuilles de 3 à 5 millimètres de longueur, au nombre de douze à seize environ par verticille, atténuées à la base, s'élargissant au sommet en spatule, mais terminées en pointe; nervure médiane peu visible; verticilles assez rapprochés.

L'*Annularia sphenophylloides* se rencontre dans le terrain houiller supérieur.

On la trouve à Saint-Chamond, la Chazotte, Montaud au Treuil, etc. (Loire), la Mure (Isère), Petit-Cœur (Savoie), Saint-Berain, Épinac (Saône-et-Loire).

Annularia spicata (Gutbier), Sch. (fig. 5, pl. 20).

Rameaux très grêles. Articulations assez éloignées. Entre-nœuds plus longs que les feuilles. Feuilles souvent n'atteignant pas 2 millimètres, dix à douze par verticille.

Elle se rencontre dans le grès rouge supérieur (Rothliegendes), de Planitz dans les environs de Zwickau, dans le calcaire de Nieder-Hässlich, dans le Plauensche Grund (Saxe), d'après Geinitz.

C'est la plus petite espèce connue jusqu'à présent, Geinitz et Gutbier l'ont décrite sous le nom d'*Asterophyllites spicata*.

Il est à remarquer que les couches permienes renferment tout à la fois l'espèce la plus grande des *Annularia*, l'*A. longifolia* et l'espèce la plus réduite, l'*A. spicata*, si toutefois cette espèce appartient bien à la famille des *Annularia*.

CHAPITRE X

FRUCTIFICATIONS D'ANNULARIA. — INCERTÆ SEDIS.

1° *Bruckmannia typica* (fig. 7, pl. 21).

Syn. Calamostachys typica, Schimper.

Dès 1865, Ludwig, sous le nom de *Calamiten fruchte* (1), a décrit des épis de 6 à 8 centimètres de longueur et de 10 à 12 millimètres de largeur, disposés par deux sur l'articulation du rameau, cylindriques, terminés en pointe au sommet et atténués à la base.

Les verticilles stériles, formés de bractées élargies acuminées, et alternants, sont distants les uns des autres de 3,5 millimètres.

Les bractées sont au nombre de dix, présentent une côte médiane et ne dépassent pas, lorsqu'elles sont redressées, la hauteur d'un entre-nœud.

Les sporanges sont fixés au nombre de quatre, à cinq sporangiophores.

La figure 7, planche 21, représente, un peu grossis et restaurés, deux verticilles stériles et un verticille fertile portant des sporanges.

Dans l'échantillon figuré par Ludwig, les bractées semblent soudées dans la partie horizontale et former un plancher continu.

Cette espèce a été trouvée à l'état d'empreinte dans le terrain houiller de Radnitz et de Stradonitz, en Bohême, et à l'état minéralisé par le carbonate de fer à Hattingen, sur la Ruhr.

On a regardé cet épi comme appartenant à l'*Asterophyllites longifolius*, Brongt., mais si la disposition des sporangiophores a quelque valeur, il est clair qu'il doit faire partie des Annulariées et non des Astérophyllitées.

(1) *Palaeontographia*, vol. X, p. 11. T. 2.

Bruckmannia Binneyana.

Syn. *Calamostachys Binneyana*, Schimper.

M. Binney a décrit (1) avec de nombreux détails, de petits épis en forme de chatons, à peine longs d'un centimètre. Les bractées stériles imbriquées qui les constituent, après avoir formé une sorte de plancher circulaire et horizontal, se relèvent verticalement et dépassent un peu la longueur de l'entre-nœud; elles sont au nombre de douze : six sporangiophores peltoides et verticillés supportent chacun quatre sporanges.

Ces épis trouvés dans des magmas carbonatés, qui renfermaient en même temps des rameaux et des fragments de tige d'*Arthropitus communis* ont été regardés par M. Binney comme représentant les fructifications de ces dernières plantes. Nous discuterons plus tard cette opinion qui attribue aux *Arthropitus*, végétaux essentiellement ligneux, des épis constitués comme ceux des *Annularia*, c'est-à-dire renfermant des microspores. Les corpuscules qui remplissent les sporanges ne dépassent pas en effet 0^{mm},04 à 0^{mm},05.

Dans les nodules de chaux carbonatée du terrain houiller du Lancashire (Angleterre).

Bruckmannia Grand'Euryi. B. R. (2) (fig. 8, 9, 10, pl. 21 et fig. 1, 2, 3, pl. 22).

Plusieurs épis appartenant à cette espèce ont été trouvés dans les magmas siliceux de Grand-Croix (terrain houiller supérieur), près Saint-Étienne. Ils sont cylindriques; leur longueur totale est inconnue, mais elle paraît avoir été considérable, leur diamètre est de 11 à 12 millimètres; celui de l'axe de 2^{mm},5 à 3 millimètres. La distance des verticilles stériles entre eux est de 5^{mm},5.

Le verticille stérile se compose de trente-six bractées et le verticille fertile de dix-huit sporangiophores.

Le cylindre ligneux est un peu plus épais que celui qui a été

(1) *Observation on the struct. of foss. plants*, Calamites and Calomodendrons, London, *Paléont. societ.*, 1868.

(2) *An. sc. nat.*, 1876.

décrit dans le *B. tuberculata*, et les faisceaux vasculaires plus volumineux, ils sont composés de trachéides rayées disposées sans ordre, sauf aux articulations où elles semblent être en séries radiales, mais cette disposition n'est qu'accidentelle, et due à la direction des faisceaux vasculaires qui se portent dans les feuilles ou dans les sporangiophores.

La partie centrale de l'axe est occupée par une moelle continue dont les cellules plus hautes que larges sont disposées en files verticales sans dérangement dans le voisinage des articulations, ce qui prouve que la tige n'était pas cloisonnée aux nœuds.

Sur une coupe transversale, le cercle ligneux est épais de $0^{\text{mm}},3$ et $0^{\text{mm}},6$ aux articulations et creusé de lacunes qui sont disposées autour de la moelle et en même nombre que les sporangiophores. A chaque lacune correspondent deux faisceaux vasculaires à section transversale, lunulée, la convexité du croissant tournée vers l'axe, chaque sporangiophore reçoit deux branches vasculaires provenant chacune de l'une des pointes de deux faisceaux contigus. Chaque bractée reçoit également des branches de deux faisceaux voisins.

Les bractées s'éloignent horizontalement de l'axe, et à une distance de $2^{\text{mm}},5$, se redressent presque verticalement.

Les bractées sont formées d'un tissu fibreux en dessus, et sont parcourues par un faisceau vasculaire qui en occupe la partie inférieure et médiane. Une coupe transversale de la portion horizontale de la bractée donne une figure plan convexe, la portion convexe étant en dessous.

La partie fibreuse de la bractée dépassait en se relevant le milieu de l'entre-nœud ; mais cette partie fibreuse paraît avoir été recouverte par un tissu cellulaire moins résistant dont on retrouve souvent les traces et qui se serait continué sur une longueur d'environ 2 centimètres, de manière à atteindre le haut du deuxième entre-nœud supérieur.

A la maturité de l'épi, cette partie cellulaire de la bractée devait se séparer de la partie fibreuse, qui du reste paraît elle-même s'être détachée facilement de l'axe.

La partie cellulaire des bractées forme, au-dessous de la partie fibreuse, un plancher continu horizontal (*fig. 1, pl. 22*) qui en est souvent disjoint; de ce plancher descendent verticalement et en forme de lames rayonnantes à partir de l'axe, des prolongements cellulaires qui s'étendent comme des cloisons jusqu'aux sporangiophores placés au-dessous, il y a donc dans le *B. Grand'Euryi* 18 cloisons verticales partant du plancher cellulaire formé par les bractées stériles, et allant aux sporangiophores. Quelquefois elles les dépassent un peu, mais ne paraissent pas s'être prolongées jusqu'au verticille stérile inférieur.

C'est dans l'intervalle laissé entre elles par ces lames de tissu cellulaire, que se trouvent logés les sporanges.

Les sporangiophores sont parcourus dans leur longueur par un faisceau de trachées. Leur extrémité est charnue (*fig. 3*) et dilatée, et c'est à l'intérieur de ce disque peltoïde du côté de l'axe que se trouvent attachés les sporanges, au nombre de 4, deux à droite et deux à gauche de chacune des lames rayonnantes.

Le faisceau vasculaire qui parcourt le sporangiophore, arrivé dans la partie charnue, se divise en deux branches horizontales très courtes (*t t', fig. 3*), qui se subdivisent ensuite chacune en deux autres branches *u u'* qui s'écartent verticalement, ces quatre faisceaux s'arrêtent après s'être ramifiés à la base des sporanges placés par paire, comme nous l'avons dit, de chaque côté de la cloison réunissant le sporangiophore au verticille supérieur.

La partie charnue de ces derniers était recouverte d'une couche de cellules à parois épaissies (*h, fig. 1, pl. 22*) allongées perpendiculairement à sa surface et paraissant avoir joué le rôle de tissu élastique, les cloisons rayonnantes (*o, fig. 10, pl. 21*) étaient elles-mêmes recouvertes extérieurement par un tissu analogue qui reliait la partie dilatée des sporangiophores au verticille stérile supérieur.

Il n'est pas rare de trouver, entre les cloisons, les sporanges soit encore garnis de leurs spores, soit en parties vides, en *v (fig. 3, pl. 22)* on voit quatre enveloppes brunes déchirées longitudinalement du côté de leur support, encore incluses entre les lames cellu-

lares, et dont les spores se sont échappées. Celles-ci se formaient 4 par 4 dans les cellules mères des sporanges où on les trouve encore souvent en tétraèdre (*fig. 4, pl. 22*), elles étaient polyédriques à surface unie formées de deux enveloppes, la plus interne s'est plissée sous l'influence de la contraction du protoplasma, et a pris une forme polyédrique.

A une petite distance du cylindre ligneux (*a, fig. 9, pl. 21*), on remarque un épiderme mince *n*, le tissu cellulaire contenu dans l'espace vide a disparu, ce tissu cellulaire renfermait les lacunes corticales dont il reste des traces plus visibles dans d'autres échantillons de *Bruckmannia* mieux conservés, encore inédits.

Bruckmannia Decaisnei, B. R.

Ce *Bruckmannia* offre la structure du *Bruckmannia Grand'Euryi*; il en diffère par quelques particularités qui ne permettent pas de réunir ces deux espèces en une seule.

Le nombre des bractées stériles est de 24 au lieu de 36 et celui des sporangiophores de 12 au lieu de 18. Les lacunes essentielles étaient de 12, ainsi que les lacunes corticales.

Le diamètre de l'épi mesure de 8 à 9 millimètres, la distance de deux verticelles stériles atteint 5 millimètres, et le diamètre de l'axe ligneux 3 millimètres.

Comme dans le précédent, on trouve quatre sporanges fixés aux sporangiophores et séparés par une cloison rayonnante, munie extérieurement d'une bande élastique longitudinale.

Sur la portion d'épi examinée dans les deux espèces, il ne se trouvait que des microspores.

M. Weiss a publié (1), en 1876, la description de plusieurs épis qui se rapportent sans aucun doute à des *Annularia*, tels que le *Calamostachys mira*, le *Stachannularia tuberculata*.

Ce dernier même, aux yeux du savant allemand, serait la forme qui accompagne le plus fréquemment les rameaux de l'*Annularia longifolia* et devrait être considéré comme le vrai type de leurs fructifications.

(1) Steinkohlen. *Calamarien*, Berlin 1876.

Dans cet épi, chaque verticille fertile se trouve séparé, comme dans ceux que nous avons étudiés, par un verticille stérile, mais le verticille fertile serait placé immédiatement au-dessous et en contact avec ce dernier. De plus, le sporangiophore, au lieu d'être rectiligne cylindrique, aurait une forme triangulaire assez analogue à l'aiguillon d'un rosier dont la base serait fixée verticalement contre l'axe, le côté supérieur convexe en contact avec le verticille stérile, et le côté inférieur concave supportant un sporange unique et sphérique.

L'étude anatomique à laquelle nous nous sommes livré, à propos du *Bruckmania Grand'Euryi*, nous donne facilement l'explication de cette manière nouvelle d'interpréter l'organisation des épis d'*Annularia* d'après des empreintes.

En effet, la forme d'aiguillon est due à ce que la lame cellulaire qui réunit le sporangiophore au verticille supérieur s'est détachée du verticille stérile, grâce au tissu élastique, par son extrémité supérieure et périphérique et s'est rabattue sur le sporangiophore, qui, dans les épis cités par M. Weiss, a *exactement* la même position et la même forme que dans les épis d'Autun et de Saint-Étienne. On peut, du reste, vérifier l'exactitude de cette explication en se reportant aux figures 4, 6, 7, planche III, de l'auteur lui-même. Quant au nombre des sporanges fixés à chaque sporangiophore, les empreintes ne permettent que bien rarement de déterminer leur nombre avec exactitude, et nous croyons que, dans le cas actuel, leur forme globuleuse et leur nombre réduit à l'unité n'est que le résultat de la compression et de la superposition des enveloppes.

Il n'y a donc pas lieu de considérer ces épis, dont l'organisation particulière apparente n'est que le résultat du déplacement de quelques-unes de leurs parties, comme la forme *type* des fructifications des *Annularia*.

A l'époque de la maturité de l'épi, l'enveloppe des quatre sporanges se déchirait, comme nous l'avons vu, la bande verticale des cellules élastiques exerçait un effort, d'une part, sur le plancher cellulaire des verticilles stériles, d'autre part, sur l'extrémité peltôïde du sporangiophore, dès lors deux cas pouvaient se présenter : ou

bien la rupture de la lame cellulaire avait lieu à la partie supérieure et la cloison se rabattait sur le sporangiophore, c'est le mode de rupture qu'offrent les épis de *M. Veiss* ; ou bien il n'y avait pas de rupture et l'extrémité peltôïde du sporangiophore était plus ou moins rapprochée du verticille stérile supérieur. Cette dernière circonstance se présente dans quelques épis de *Buckmannia tuberculata* venant de Saint-Étienne. On peut distinguer *au-dessus* de chacun des sporangiophores une lamelle cellulaire allant rejoindre le verticille stérile supérieur. Le bord extérieur périphérique et plus épaissi (cellules élastiques) de ce diaphragme vertical part du bord inférieur du verticille stérile et va se terminer à la région peltôïde des sporangiophores, ces derniers, au lieu d'être perpendiculaires à l'axe de l'épi, sont obliques, comme s'ils avaient été tirés de bas en haut par leur extrémité.

Dans les échantillons que j'ai pu examiner, les sporanges étaient tombés, leur présence aurait plus ou moins masqué les détails que je signalé.

Mais dans les deux cas l'action des bandes de tissu élastique quoique différente amenait le même résultat, c'est-à-dire la dissémination des spores.

Les Annulariées présentent, d'après ce qui précède, les caractères généraux suivants :

La tige renferme, comme dans les Astérophyllites, un cylindre ligneux équisétiforme, mais avec un système vasculaire moins développé. Les tiges principales des *Annularia* (*Equiselites lingulatus*) étaient en effet plongées complètement dans l'eau, les rameaux qui arrivaient à l'air, au lieu de s'élever verticalement, s'étendaient à la surface des lacs ou des marais. La plante n'avait donc nullement besoin de chercher, soit dans son système ligneux, soit dans la partie corticale, des éléments de soutien. Les épis seuls, de longueur assez considérable, et devant supporter de nombreux sporanges, offrent dans leur axe ligneux un développement assez prononcé, comparable à celui des épis d'Astérophyllites.

Les rameaux rappellent ceux de ces dernières plantes, mais ils s'en distinguent pourtant, par l'égalité des rameaux distiques,

par l'obliquité sur l'axe des anneaux marquant les articulations, obliquité très prononcée, qui ici est constante et naturelle, tandis que celle que l'on peut remarquer quelquefois sur les rameaux d'Astérophyllites n'est qu'accidentelle et due à la compression.

La forme des feuilles est lancéolée, celle des Astérophyllites est linéaire ; il y a toujours dans les premières un accroissement en largeur du limbe foliaire plus marqué que dans les secondes.

Chez les *Annularia*, le mode de végétation horizontal à la surface de l'eau amenait pour les feuilles une inégalité de développement, les feuilles latérales sont presque toujours plus longues que celles qui sont en avant, et surtout que celles qui sont en arrière. Chez les Astérophyllites, les rameaux étant aériens et verticaux, les feuilles ont la même longueur sur les verticilles.

Les fructifications ont également la forme d'épis, mais beaucoup plus longs dans les premières de ces plantes que dans les secondes. L'axe est articulé, mais les articulations sont plus écartées chez les *Annularia* que chez les Astérophyllites. Les sporangiophores dans ces dernières plantes partent à peu près à la même hauteur que les bractées stériles, obliquement par rapport à l'axe ; dans les premières, au contraire, les sporangiophores sont insérés perpendiculairement à l'axe à peu près vers le milieu de l'entre-nœud.

Dans ces deux sortes d'épis, leur nombre est moitié de celui des bractées stériles, et celui des sporanges de quatre à chaque support, sauf dans quelques épis d'Astérophyllites pour lesquels le nombre se trouve réduit à deux.

Le tableau suivant renferme les particularités caractéristiques des Astérophyllites et des *Annularia* et permet de saisir facilement les analogies et les différences existant entre les plantes qui appartiennent à ces deux familles.

		ASTÉROPHYLLITÉES.	ANNULARIÉES.
Tiges fistuleuses articulées.	Bois.	Faisceaux vasculaires, munis d'une lacune, disposés en cercle comme chez les prêles, alternant aux articulations, moelle volumineuse.	Faisceaux vasculaires, moins développés, munis d'une lacune, disposés en cercle comme chez les Prêles, alternant aux articulations, moelle volumineuse.
	Écorce.	Épaisse, surface lisse, séparée du cylindre ligneux calamitoïde central, par une épaisse couche de parenchyme creusé de lacunes.	Mince, surface lisse, séparée du cylindre ligneux calamitoïde central par une faible couche de parenchyme.
Rameaux.		Verticillés, ou distiques, mais alors développés inégalement, articulations normales à l'axe du rameau.	Distiques, également développés, articulations obliques par rapport à l'axe du rameau.
	Bois.	Disposés comme dans les tiges.	Disposés comme dans les tiges.
	Écorce.		
	Feuilles.	Linéaires, verticillées, toutes égales, uninerviées.	Lancéolées, verticillées, inégales, uninerviées.
Épis.	Cylindriques, verticillés sur les rameaux, ou fixés sur les tiges.	Relativement très longs, cylindriques, naissant perpendiculairement au plan du rameau.	
Fructifications spiciformes.	Bois.	Disposés comme dans les rameaux.	Disposés comme dans les rameaux.
	Écorce.		
	Bractées stériles.	Libres ou soudées dans leur partie horizontale, linéaires et terminées en pointe dans la partie relevée.	Libres ou soudées dans leur partie horizontale, lancéolées et terminées en pointe arrondie dans la partie relevée.
	Sporangiophores.	En nombre moitié moindre que celui des bractées stériles, fixés un peu au-dessus et alternant avec elles.	En nombre moitié moindre que celui des bractées stériles, fixés au milieu de l'entre-nœud et alternant avec elles.
	Sporanges.	Attachés au nombre de deux ou de quatre au sporangiophore, terminés en disque pelté.	Attachés au nombre de quatre aux sporangiophores peltés ou terminés en pointe.
	Spores.	De deux espèces.	De deux espèces.

G. CINGULARIA, Weiss (*Incertæ sedis*).

Tige articulée, marquée de sillons longitudinaux, rameaux distiques ou disposés en verticilles aux articulations.

Sur les rameaux, les feuilles sont verticillées, linéaires, subulées, étalées, parcourues par une nervure médiane distincte.

Les fructifications sont spiciformes, allongées, cylindriques, terminant les rameaux latéraux et dressés; les bractées de ces épis sont verticillées en forme de coin au nombre de 14 à 20, étalées horizontalement dans le jeune âge, striées longitudinalement, primiti-

vement terminées en pointe (d'après Schimper), puis tronquées et infléchies; marquées d'un sillon transversal à petite distance de l'extrémité, en avant et en arrière de ce sillon on remarque deux dépressions circulaires dues à l'insertion de sporanges.

Cingularia typica, Weiss (fig. 9, pl. 19).

La description, donnée par M. Weiss, de cette plante singulière diffère de celle fournie par Schimper : en effet, les verticilles des épis, d'après le savant de Berlin, au lieu d'être simples seraient doubles. Le verticille supérieur est formé par la réunion de bractées soudées (fig. 10, pl. 19), à bord profondément incisé et dont les dentelures correspondent aux bractées.

Ce verticille correspondrait à l'état jeune du verticille unique de Schimper.

Le deuxième verticille serait composé de bractées libres, lamellaires, cunéiformes, placées immédiatement au-dessous du premier verticille; les bords extérieurs sont tronqués, légèrement incisés au milieu (fig. 11, pl. 19) marqués d'un sillon transversal en avant et en arrière duquel se trouvent quatre petites cicatrices correspondant aux points d'insertion de quatre sporanges ovoïdes ou globuleux; la figure 10 montre une restauration partielle d'un verticille stérile et d'un verticille fertile dont on voit les deux premiers sporanges. Ce dernier correspondrait à l'état adulte du verticille unique et débarrassé de sa pointe de Schimper.

La rareté des échantillons qui se rapportent à ce genre intéressant n'a pas permis de résoudre, jusqu'à présent, dans un sens ou dans un autre, ces deux manières de voir, ni de fixer la famille dans laquelle on doit le classer.

On a rencontré le *Cingularia typica* dans le terrain houiller de Saarbruck et dans les sidérolithes du grès rouge de Saint-Ingbert dans le même bassin.

CHAPITRE XI

SOUS-CLASSE DES ÉQUISÉTACÉES ISOSPORÉES.

CALAMARIÉES (EMEND).

Quoique nous ne connaissons pas encore d'une manière satisfaisante les fructifications des *Schizoneura* et des *Phyllothea*, les rapports que leurs tiges, leurs gaines, et leurs feuilles présentent avec les *Équisétinées*, dont nous nous occuperons un peu plus loin, nous ont engagé à les comprendre dans une même famille, celle des *Calamariées*, dont la composition est un peu différente de celle admise jusqu'ici.

SOUS-FAMILLE DES SCHIZONEURÉES.

Cette sous-famille comprend les Équisétacées fossiles dont les feuilles, après avoir été soudées en une gaine très longue, sont devenues libres à la suite d'une première séparation déterminée à la partie supérieure de la gaine, par l'élongation de la tige.

G. SCHIZONEURA, Schimper.

Plantes arborescentes ou frutescentes, tiges fistuleuses, articulées, légèrement sillonnées en long. Gaine très longue, entière à l'état jeune, puis se divisant suivant les carènes, feuilles devenues libres, étalées, puis réfléchies et retombantes, linéaires, planes, striées finement dans le sens de leur longueur.

Schizoneura Paradoxa, Schimper (fig. 6, pl. 23), restauré.

Dans cette espèce, après la division de la gaine, les feuilles longues de 8 à 10 centimètres, sont au nombre de six, leur largeur maximum est de 4 millimètres, elles sont libres jusqu'à la base et étalées.

Dans le grès bigarré supérieur des Vosges.

Schizoneura hærensensis, Schimper.

Tige à articulations éloignées mesurant 3 à 6 centimètres de diamètre, rameaux disposés en verticille, légèrement striés sur la face externe, sillons plus marqués sur la face interne, feuilles disposées en verticille sur les rameaux et au nombre de 6 ou de 9, étroites, linéaires, dressées ou étalées.

Cette espèce se rencontre dans les grès de la formation rhétique à Hør, en Scanie, à Langenbrücken et Malsh (grand duché de Bade).

G. PHYLLOTHECA, Brongt.

Plantes herbacées, présentant le port des Équisétacées vivantes. Tige simple ou rameuse, articulée, sillonnée. Feuilles verticillées réunies en gaine à la base, libres à leur partie supérieure, linéaires, égales, parcourues par une nervure médiane. Rameaux partant de l'aisselle des feuilles, et non au-dessous des gaines. Épis verticillés et sporanges disposés sous des bractées peltées.

Ce genre sert de passage aux Équisétacées à feuilles complètement libres que nous avons étudiées jusqu'à présent, et aux plantes de la même classe dont les feuilles sont soudées en une gaine munie de dents plus ou moins saillantes.

Phyllothea australis, Brongt.

Tige droite, simple ou rameuse, articulations assez rapprochées. La partie libre des feuilles est double de la longueur de la gaine, elle est étroite, dressée.

Cette espèce se trouve dans le schiste argileux des dépôts houil-

lers du terrain oolithique inférieur de Newcastle et Hawkesbury River dans la Nouvelle Hollande.

Phyllothea Brongniartiana, Zigno (fig. 5, pl. 22).

Tige faible mesurant 2 millimètres de diamètre, rameuse, striée, entre-nœuds longs de 1 centimètre, ceux de la partie supérieure plus courts, rameaux dressés, partant au-dessus des nœuds et entre les gaines, celles-ci lâches, campanulées, longues de 2 millimètres, dents au nombre de six ou de huit inégales, égalant ou surpassant la longueur de la gaine, sans nervures visibles, irrégulièrement étalées ou recourbées.

Cette espèce se rencontre dans l'étage bathonien (G^{de} Oolithe), dans la vallée Zuliani, près de Rovere di Velo (Véronais).

C'est la plus petite espèce connue.

Phyllothea equisetiformis, Zigno (fig. 6 et 7, pl. 22).

Tige simple, finement striée, mesurant 4 à 8 millimètres de diamètre et 20 centimètres de hauteur, légèrement atténuée à la partie supérieure, entre-nœuds distants de 20 millimètres à la base, et de 10 millimètres au-dessus, gaines hautes de 3 millimètres environ, serrées contre la tige, feuilles laciniées variant de douze à vingt-quatre, égales, épaisses, sans nervures distinctes, striées, longues de 5 à 8 millimètres, infléchies vers l'axe, et recouvrant plusieurs entre-nœuds à la partie supérieure de la tige.

Se rencontre avec la précédente et à la montagne i Pernigotti de la vallée de Tanara dans le Véronais.

Phyllothea Hookeri, M'Coy.

Tige simple, marquée longitudinalement de sillons et de côtes, gaines largement développées, coniques, striées, recouvrant complètement les entre-nœuds de la tige, les dents de la gaine nombreuses sont deux fois plus longues que celle-ci, épaisses, étroites et parcourues par une nervure très visible.

Cette espèce se distingue de toutes les autres par la longueur de

ses gaines en forme d'entonnoir, et par l'épaisseur de sa tige toujours simple, qui sur les empreintes peut atteindre 5 centimètres.

Elle se rencontre dans les grès de Clarck's Hill, dans les schistes argileux de Malubimba (Nouvelle-Hollande).

Phyllothea indica, Bunb.

Tige épaisse, mesurant 13 à 18 millimètres, côtes plus ou moins largement développées, interrompues aux articulations, et n'alternant pas entre elles. Rameaux disposés en verticilles, de 5 millimètres de diamètre environ, gaine en entonnoir, se terminant par des dents longues, étroites et réfléchies.

Les côtes sont plus saillantes, les dents de la gaine plus longues et plus étroites que dans les espèces de la Nouvelle-Hollande. Ce *Phyllothea* se rencontre dans les grès jurassiques de Bokhara, Kampti... près de Nagpur (Indes-centrales).

ÉQUISÉTINÉES.

G. EQUSETUM.

Les fructifications sont spiciformes, cylindriques, oblongues, quelquefois ovoïdes. Les sporanges sont placés sur la face interne d'un écusson hexagonal attaché à l'axe perpendiculairement par un pédicelle central.

Les spores sont nombreuses dans les sporanges et munis d'élatères, jusqu'à présent on n'a pas eu occasion de constater cette particularité dans les *Equisetum* fossiles.

Equisetum Braunii, Unger (fig. 8, pl. 22) (Rhizome).

Tiges de 6 millimètres de diamètre, légèrement striées, entre-nœuds de longueur inégale, gaines courtes, serrées contre la tige, dents peu développées, après leur chute les bords de la gaine restent marqués de crénelures obtuses. Les articulations des rhizomes sont courtes. Cet *Equisetum* ressemble par ses dimensions et la longueur de la gaine à l'*Equisetum hyemale*, mais ses feuilles sont moins nombreuses.

On rencontre cette espèce dont les marnes d'Oeningen, de Parschlung en Styrie (Miocène).

Equisetum limosellum, Heer.

Tige simple, large de 8 à 10 millimètres, légèrement striée, gaines longues de 10 à 15 millimètres, dents régulières et persistantes.

Les rhizomes portent des tubercules réunis en chapelet, ils ont la même grandeur et la même forme que ceux de l'*Equisetum sylvaticum*.

Elle se trouve à Monod et Rochette près de Lausanne (Miocène).

Equisetum Parlatorii (Unger). Sch. (fig. 9, pl. 22) (rhizome et tubercules).

Tiges (Rhizome) robustes mesurant 1^{cm},3 à 1^{cm},5.

Articulations distantes de 10 à 12 centimètres. Sulcatures peu nombreuses. Les rameaux qui portent des rhizomes atteignent 8 à 15 millimètres.

Les tubercules sont disposés en chapelet et verticillés, piriformes, oblongs, allongés et marqués de sillons.

Dans les marnes tertiaires de Monod et de Jouxens, canton de Vaud, à Kapfenstein (Styrie).

Ces rhizomes se distinguent des rhizomes tuberculifères des *Equisetum* vivants par l'absence de racines et de gaines aux articulations, ils devaient être aquatiques, et ont été enfouis dans la vase, sur les lieux mêmes où ils se sont développés.

Equisetum procerum, Heer.

Tiges dépassant en dimensions les plus grandes espèces actuelles, mesurant près de 4 centimètres de diamètre, gaines allongées, terminées par des dents nombreuses, caduques, et laissant après leur chute un bord crénelé et solide.

Elles se trouvent à Locle (Jura suisse), près de Neuchâtel.

Equisetum lacustre. Sap.

Tige simple, de 12 millimètres de diamètre, entre-nœuds longs de 2 à 3 centimètres, finement striée, gaines longues,

serrées contre la tige, découpées au sommet en lanières, parcourues dans leur longueur par des nervures très fines et égales.

Calcaires tertiaires des environs de Marseille, d'Armissan.

M. de Soporla compare cette espèce à l'*Equisetum arundinaceum*, Bory.

Equisetum Phillipsii, Dunck.

Tige robuste, large de 2 centimètres, sillonnée, les entre-nœuds sont longs de 4^{cm},5. Gaines courtes, persistant sous la forme de lanières tronquées.

Dans l'argile du Weald d'Obernkirchen près de Bücheburg.

Equisetum arcticum, Heer.

Tige mesurant 9 millimètres de diamètre, ramifiée, marquée à la surface de sillons étroits, mais distincts, articulations de 2 centimètres de long, rameaux à noeuds éloignés et de 3 millimètres de diamètre.

Les gaines sont serrées contre la tige et portent des dents lancéolées terminées en pointe. Épis de grande taille, ovales.

Rhizomes épais, garnis aux articulations de grands tubercules, piriformes, verticillés, disposés en chapelet.

Très commune dans les dépôts miocènes de la Kingsbai du Spitsberg.

Cette espèce paraît voisine par le port et les dimensions de l'*Equisetum limosum*; mais elle en diffère par la grandeur des épis, et par le nombre moins considérable de dents terminant les gaines.

Equisetum Lyelli, Mantel.

Tige aérienne, cylindrique, ramifiée. La distance des articulations est de 2 centimètres, son diamètre est de 10 à 12 millimètres, celui des rameaux, de 5. Les gaines atteignent 1 centimètre de longueur, elles sont terminées par des dents linéaires, subulées, aiguës et persistantes.

Se trouve dans le wealdien de Pouncefort, Tunbridge wells (Sussex); elle est comparable par ses dimensions aux grands échantillons de l'*E. Telmateja*, Ehrh.

Equisetum Kónigi, Sch.

Tiges larges de 8 à 10 millimètres, ramifiées à la partie supérieure, nullement striées, entre-nœuds larges de 5 à 10 millimètres, sans gaines observées.

Dans les carrières de craie blanche de Drensteinfurt (Westphalie).

Equisetum Buchardti, Dunker.

Tige ramifiée de 3 millimètres environ de diamètre, stries longitudinales très visibles. Les gaines atteignent 4 à 5 millimètres de longueur, sont terminées par des dents lancéolées, aiguës, persistantes. Les entre-nœuds ont 15 millimètres en moyenne de hauteur. Les rameaux sont grêles, et les gaines dont ils sont pourvus se divisent profondément en 3 dents. Le rhizome porte des tubercules ovales disposés en chapelet.

Cette espèce atteint plus de 60 centimètres de hauteur et se trouve encore en place dans certaines localités traversant perpendiculairement les couches de grès; elle ressemblerait d'après Schemper à l'*Equisetum ramosissimum*.

Elle se rencontre dans le Crétacé inférieur.

Equisetum bunburyanum, Zigno (fig. 7, pl. 23).

Tiges ramifiées, épaisses de 4 à 12 millimètres, articulations éloignées (2 à 4 centimètres), sillons distants et au nombre de 8 à 10, gaines rapprochées de la tige, longues de 4 à 6 millimètres et formées par la soudure de feuilles terminées par des dents courtes et aiguës.

Cette espèce rappelle les grandes prêles du Pérou, l'*Equisetum Xylochoeton* Mett., par exemple.

Elle se rencontre dans l'étage bathonien de la montagne Pernigotti de Tanara, à Raut, dans le Véronais.

Equisetum veronense, Zigno.

Tiges rameuses, mesurant plus de 2 centimètres de diamètre, les entre-nœuds atteignent 4 à 5 centimètres, les gaines sont appliquées contre la tige et longues de 8 à 10 millimètres, profondément sil-

lonnées, les côtes sont larges de 4^{mm},5, terminées en pointe.

On compte environ 26 dents séparées par des découpures arrondies et longues de 4 à 6 millimètres.

Dans le calcaire schisteux de l'étage bathonien du mont Pernigotti (vallée de Tanara), de la montagne Raut (Véronais).

Cette espèce rappelle également par ses dimensions l'*Equisetum Xylochoeton* du Pérou ou l'*Equisetum giganteum*.

Equisetum columnare, Brongt. (fig. 8, pl. 23).

Tiges atteignent 6 centimètres et plus de diamètre, marques de sillons au-dessous des gaines, mais peu visibles ailleurs.

Les entre-nœuds inférieurs ont 2 centimètres de long, ceux de la partie supérieure dépassent 40 centimètres. Les gaines appliquées contre la tige sont terminées par environ 60 dents linéaires, planes, larges de 2^{mm},5, et longues de 1^{cm},5, séparées par un sillon creusé en forme de carène et terminées brusquement en pointe subulée, droite ou recourbée.

Dans les schistes arénacés de la grande Oolithe à Hayburne-Wike et Whitby, sur la côte du Yorkshire (Angleterre).

Equisetum Pellati, Sap.

Tiges robustes de 1 à 2 centimètres de diamètre marquées dans les entre-nœuds de 20 à 26, sillons, gaine terminée par 20 à 26 dents, sans la longueur des dents, les gaines mesurent 15 millimètres de hauteur. Les dents sont solides, petites, triangulaires terminées en pointe scariose, un sillon assez développé part de chaque dent et va jusqu'à la base, de chaque côté il est bordé par une carène. Les commissures des feuilles sont peu marquées.

Cette espèce se rencontre dans le Rhétien d'Antully à l'est d'Autun.

Equisetum Duvali, Sap.

Les tiges sont larges de 15 à 16 millimètres, les gaines hautes de 1 centimètre environ, sont bordées de 15 à 20 dents linéaires, subulées séparées par une découpure obtuse. Les feuilles sont parcourues par une côte plan-convexe.

Les épis sont globuleux et portent à leur surface de petits écussons.

Se trouve au plateau du Larzac, près du village de Liquisse, dans un dépôt d'eau saumâtre appartenant au Bathonien ; à la Verrerie (Gard) dans une formation d'eau douce de la même époque.

Ce serait une espèce intermédiaire entre l'*Equisetum columnare* et l'*Equisetum Veronense*.

Equisetum Münsteri, Sternberg (fig. 10, pl. 22).

Rhizome marqué de côtes, articulations éloignées, gaines complètes ou à demi détruites, bourgeons souterrains cylindriques rétrécis et coniques à la base, portant de nombreuses articulations, et munies de gaines dentées et se recouvrant. Tige de 4^{cm},5 de large, gaines longues de 1^{mm},5, en y comprenant la longueur des dents, qui sont au nombre de 14. Dans le jeune âge les épis sont ovoïdes, plus tard globuleux, longs de 4 centimètres et larges de 2, à leur surface on voit des écussons à cinq ou six côtés, de 2,5 de diamètre, marqués au centre d'un mamelon.

Dans les schistes argileux de la formation rhétique en Franconie, près de Bayreuth, dans le grand-duché de Bade, dans le Hanovre, cette espèce peut être regardée comme caractéristique des couches établissant le passage du Trias au Lias.

Equisetum arenaceum (Jaeg.), Brown (fig. 9, pl. 23).

Rhizome très développé variant de 8 à 14 centimètres, articulations rapprochées, portant des tubercules ovoïdes sessiles ou légèrement pédicellés, marqués de sillons à leur base, longs de 6 à 8 centimètres et larges de 5 à 7.

La tige mesure de 4 à 12 centimètres, porte des rameaux verticillés à la partie supérieure, dont les entre-nœuds plus longs que les inférieurs, atteignent 15 à 18 centimètres de longueur. Les rameaux sont grêles, leur diamètre oscille entre 1 et 1^{cm},5, sont striés. Les gaines sont largement développées, on peut compter dans les grosses tiges de 110 à 120 feuilles, linéaires, épaisses, parcourues

par une côte plane, se rétrécissant peu à peu en une dent lancéolée aiguë dont les côtés sont garnis par une production membraneuse dont les contours s'atténuent et se creusent en carène.

Les sillons qui séparent les feuilles se prolongent sur l'écorce de la tige au-dessous de l'articulation. Les épis sont ovoïdes de 25 millimètres environ de longueur et de 3 à 4 de largeur.

Cette espèce se rencontre dans les étages inférieurs et moyens des marnes irisées près de Würzburg, de Schweinfurt en Franco-nie, près de Ballbronn (Bas-Rhin); Moyen-Vic (Meurthe); Corcelles (Haute-Saône) on en possède toutes les parties, rhizome, tige, tubercules, épi fructifère.

D'après Schimper qui a fait une étude approfondie de cette espèce, en tenant compte des gaines emboîtées les unes dans les autres, dans les bourgeons bien conservés, et du développement moyen des entre-nœuds, on peut admettre que ces Presles atteignaient une hauteur de 8 à 10 mètres.

La tige n'émettait des rameaux qu'à la partie supérieure, ils étaient verticillés simples, et terminés la plupart par des épis. Le tronc était probablement cylindrique jusqu'à la hauteur où naissaient les rameaux, puis s'amincissait insensiblement, pour se terminer en bourgeon.

Les feuilles se terminaient en une dent lancéolée de 2 centimètres égalant la longueur de la gaine, celle-ci se détachait facilement, il n'est pas rare de la rencontrer isolée.

La surface était marquée de sillons longitudinaux de la même largeur que celle des feuilles qui constituaient la gaine, elle était séparée du cylindre ligneux calamitoïde central par une couche de parenchyme épaisse renfermant probablement des lacunes.

Il arrive souvent que les empreintes ont conservé le moule du cylindre ligneux équisétiforme intérieur qui se montre alors sous la forme de sillons rapprochés, distants à peine de 1 millimètre, s'anastomosant nettement de distance en distance aux articulations, et sur ce premier moulage de la partie interne, on distingue celui plus extérieur de la surface avec ses cannelures plus larges, qui

lors de l'aplatissement de la tige sous le poids des couches de sédiments, est venu recouvrir le premier; tout le tissu parenchymateux intermédiaire ayant disparu, le deuxième moulage déborde latéralement le premier, c'est exactement le même phénomène qui s'est produit et que nous avons signalé à propos des *Astérophyllites*.

Aucune trace, de houille appréciable n'existe sur les empreintes laissées par ces énormes *Presles* comparables par leurs dimensions aux plus grandes *Calamites* de l'époque de la houille; on ne peut attribuer cette particularité uniquement à la nature des sédiments dans lesquelles elles ont été enfouies, mais bien plutôt, à ce que leur écorce quoique très développée était constituée comme celle des *Equisetum* actuels, c'est-à-dire d'éléments mous parenchymateux, ne renfermant pas les tissus, gorgés de gomme et d'amidon, ou subéreux, qui se trouvent en abondance dans les écorces de certains végétaux houillers, tels que les *Lépidodendrons* et les *Sigillaires*. Les *Astérophyllites* constitués de la même façon pas plus que les *Annularia*, n'ont fourni et, n'ont pu fournir de traces bien appréciables de cette substance.

On sait en effet que les trachéides ligneuses, les tissus parenchymateux, n'ont pas contribué à sa formation, mais que ce sont au contraire, les tissus dans lesquels pouvaient s'accumuler les résines, la gomme et l'amidon; le liège, les cellules hypodermiques, les cuticules, qui seuls ont pu donner naissance à des quantités considérables de ce combustible; ces remarques ont une grande importance comme nous le verrons par la suite.

Equisetum platyodon, Brongt.

Cette espèce atteint presque la taille de la précédente, cependant les gaines sont plus courtes, et ne renferment que 30 à 40 feuilles, d'une largeur double et terminées par des dents courtes lancéolées et très aiguës. Elle diffère de l'*Equisetum arenaceum* par les gaines moins longues, par le nombre des dents moins considérable mais plus larges, et par les dents lancéolées larges, courtes et pointues.

Dans les couches moyennes des marnes irisées près de Kitzingen, aux environs de Stuttgart.

Equisetum Brongniarti, Sch. et Mougeot.

Tige légèrement striée, rameuse, articulations éloignées, mesurant 2^{cm},5 de diamètre, rameaux épais atteignant 1^{cm},5, leurs gaines mesurent 8 millimètres, les dents sont au nombre de 18, courtes, aiguës. Les articulations des rameaux sont éloignées les unes des autres de 4 centimètres, ceux de la tige dépassent 10 centimètres.

Cette espèce se rencontre dans le grès bigarré de Sultz-les-Bains et se confond peut-être avec le *Calamites Mougeotii*, Brongt.

Equisetum Mougeotii, Brongt.

Sur le moule externe la tige est marquée de côtes écartées et faibles. Sur le moule intérieur les côtes deviennent étroites et serrées.

Les rameaux partant de la base, sont volumineux et semblables à la tige, ceux de la partie supérieure sont petits, verticillés à articulations éloignées. La tige atteint un peu au-dessus de la base 15 centimètres de diamètre, les entre-nœuds sont courts dans cette région, à partir de là, ils vont en s'agrandissant de plus en plus. Les tubercules sont oblongs, plus petits que ceux de l'*Equisetum arenaceum*. Brongniart a fait observer que son *E. Mougeotii* pourrait bien représenter la partie inférieure de son *E. arenaceum* dont les rameaux auraient été l'*E. remotum*.

Les moules offrent des côtes plus larges ou plus étroites, et présentent des entre-nœuds plus courts ou plus longs suivant les diverses régions de la tige ou des rameaux qu'ils reproduisent. Les côtes sont plus larges au premier ou aux deux premiers que dans les articles suivants; ceux-ci s'agrandissent considérablement de bas en haut.

Ces espèces, auxquelles on pourrait ajouter le *Calamites Schimperii* Ettinghausen et qui ne sont probablement que les différentes parties d'une même plante, se rencontrent fréquemment dans les assises moyennes et supérieures du grès bigarré des Vosges.

CHAPITRE XII

CALAMITES.

Dans l'examen des différents genres d'Équisétacées que nous avons décrits, nous avons été guidés, jusqu'ici, par la forme et la disposition des feuilles et des gaines.

Les feuilles longues et aciculaires des *Astérophyllites* celles des *Annularia* lancéolées et disposées en verticilles obliques sur les rameaux.

La gaine du premier âge des *Schizoneura*, celle persistante des *Phyllothea* et des *Equisetum* nous ont permis de reconnaître facilement et sûrement ces différents genres sans avoir recours à des considérations ou à des caractères tirés de leur structure interne.

Il n'en est plus de même pour le genre que nous allons étudier.

Les végétaux qui forment ce groupe, n'ont eu ni feuilles, ni gaine (1), ou si ces organes ont existé, ils n'ont eu qu'une durée très éphémère, de sorte que les tiges et leurs rameaux se présentent constamment nus, ce n'est que dans certains cas très rares que nous citerons, que des rameaux ont présenté des appendices foliacés.

De là une grande difficulté pour reconnaître dans les empreintes si on se trouve en présence d'une Équisétacée houillère ou simplement, d'un moule intérieur de tige équisétiforme.

Le nombre des tiges, ayant possédé un bois rayonnant, épais, mais articulé, dont le moule formé par le bord interne des coins ligneux ou par leur face externe, présente un aspect calamitoïde, est très considérable, et comprend plusieurs genres telles que les *Arthropitus*, les *Calamodendrons*, etc...

Nous devons donc chercher quelques caractères tirés de la structure interne de ces plantes pour nous guider dans l'appréciation des

(1) Des gaines se rapportant à des Équisétacées, se rencontrent fréquemment dans le terrain houiller, mais malheureusement isolées, et ne peuvent être attribuées sûrement à aucune espèce de Calamite connue.

empreintes; jusqu'à preuve du contraire nous admettrons que les Calamites des terrains carbonifères avaient un système ligneux analogue à celui des *Equisetum* du Lias, ou des Prêles de notre époque, c'est-à-dire qu'ils ne possédaient pas de zone génératrice produisant autour des faisceaux primitifs, un bois secondaire rayonnant, capable d'augmenter leur masse et leur solidité.

De plus, que les assises, parenchymateuses et lacunaires qui constituaient leur écorce, comme celle des *Annularia*, des *Astérophyllites*, des *Equisetum*, n'ont pu donner qu'une couche de houille assez faible.

Ces deux *criterium* pourront nous permettre de distinguer dans la plupart des cas les empreintes de Calamites, de celles laissées par les tiges ligneuses calamitoïdes qui vivaient en même temps.

En effet ces dernières, grâce à la résistance et à la solidité des coins ligneux qui entouraient le cylindre médullaire, ont donné naissance à des moules dont les côtes correspondant aux rayons médullaires sont bien plus vives et plus accusées, les sillons ayant été produits par les angles solides des coins ligneux; dans les mêmes conditions le système ligneux des Calamites n'a pu fournir que des sillons beaucoup moins marqués.

L'écorce des *Arthropitus* et des *Calamodendrons* était épaisse, souvent parcourue par des canaux à gomme, elle était même, dans certains cas, le siège de productions ligneuses spéciales et l'assise extérieure fréquemment recouverte de tissu subéreux. Cette écorce a dû laisser par conséquent une couche notable de houille bien plus apparente que celle laissée par les Calamites leurs contemporains.

Parmi ces derniers nous étudierons les espèces suivantes.

G. CALAMITES (Emend).

Les recherches de M. Grand'Eury sur ce groupe formant un ensemble des plus complets, nous citerons les caractères qui leur sont attribués par ce savant.

Les végétaux rangés dans ce genre ont des tiges articulées fistuleuses et cloisonnées. La couche de houille qu'elles ont laissée est mince, comme celle des autres *Équisétacées* que nous avons

étudiées ; l'enveloppe charbonneuse repose sur un noyau articulé qui est le moule du système ligneux calamitoïde, les côtes alternent aux articulations et portent souvent en haut et quelquefois en bas de petits mamelons ronds ou ovales.

La surface de l'écorce est moins nettement articulée et sillonnée que le moule interne, ce qui s'explique par la couche plus ou moins épaisse de parenchyme qui la sépare de l'intérieur.

Les cicatrices raméales quelquefois très visibles, sont placées aux articulations et l'on voit les côtes plus ou moins déviées partir en divergeant du contour des cicatrices.

Les petits mamelons placés à la partie supérieure et à la partie inférieure des côtes n'offrent aucune trace vasculaire.

La partie inférieure des tiges va en s'atténuant en pointe plus ou moins recourbée, et s'insère sur un rhizome souterrain également articulé, des radicules plus ou moins nombreuses partent des articulations.

L'intérieur des tiges encore debout est garni d'un *endoderme* cellulaire isolé, souvent dérangé de sa position naturelle relativement à l'écorce. Des diaphragmes sont tendus horizontalement aux articulations.

La distinction des espèces est fort difficile, cependant les côtes variables de grandeur de la tige aux rameaux, conservent la même forme et sont séparées par les mêmes sillons, en combinant la disposition des cannelures du moule, la forme des mamelons et les cicatrices raméales, on peut établir une bonne classification d'espèces.

L'une des plus complètement connues est le *Calamites Suckowii*.

Calamites Suckowii, Brongt. (fig. 3, 4, 5, pl. 24).

Tiges le plus souvent comprimées variant de 40 à 42 centimètres.

Les entre-nœuds inférieurs ont 3 à 6 centimètres de long, ceux de la partie supérieure atteignent de 6 à 20 centimètres. Les côtes sont plates, larges de 1^{mm},5 à 2 millimètres, alternant d'un entre-nœud à l'autre, les sillons qui les séparent ont à peine 0^{mm},5

de largeur, sur le moule interne ils sont limités par deux stries très nettes courant le long des côtes, peut-être est-ce la trace des deux bandes vasculaires parallèles qui constituent le faisceau vasculaire correspondant aux côtes saillantes chez les Équisétacées.

Les mamelons placés à l'angle supérieur un peu arrondi des côtes sont circulaires, peu saillants, mais bien limités; ceux qui se trouvent à leur base sont un peu allongés, mais moins visibles.

Cette espèce est répandue dans tout le terrain houiller moyen et supérieur. On la trouve à Vicoigne, Denain, Aniche, Mons, etc., à Rive-de-Gier, Saint-Chamont, le Treuil (Loire). La Mure (Isère), Bessèges, La Grand-Combe (Gard), Carmaux (Tarn), Épinac, Blanzay (Saône-et-Loire).

TIGES.

D'après M. Grand'Eury les tiges renflées à une certaine distance de leur origine s'amincissent lentement, en se recourbant plus ou moins pour venir s'attacher au rhizome, les articulations rapprochées à la base s'éloignent dans la partie supérieure, les tubercules qui terminent les côtes deviennent de moins en moins visibles et disparaissent. M. Grand'Eury a trouvé des tiges verticales qui, après leur envasement, avaient donné naissance sur leurs articulations, à plusieurs tiges secondaires. Celles-ci, après avoir augmenté peu à peu de diamètre, se redressaient verticalement.

D'autres fois, les tiges se sont montrées insérées aux articulations de rhizomes horizontaux encore en place (*fig. 5, pl. 24*). Ces rhizomes plus étroits, moins fermes, n'ont pas les articulations aussi nettes, ni les côtés aussi visibles que les tiges; des racines assez nombreuses sont insérées aux nœuds.

Cette espèce de Calamite présente donc des rhizomes définis traçants, émettant des tiges qui deviennent aériennes, susceptibles elles-mêmes de fournir de nouvelles tiges partant des articulations qui ont été enterrées, il est clair que ce mode de reproduction offre la plus grande analogie avec celui des Prêles actuelles.

C'est sur des échantillons appartenant au Calamite Suckowi

que M. Grand'Eury a pu reconnaître quelques détails de structure; la figure 4, planche 24, montre à l'extérieur une couche de houille très mince, lisse à l'extérieur comme la surface d'un épiderme, et formant des cannelures, dont les bords internes s'appuient sur un épiderme intérieur, sorte d'endoderme uni qui tapisse tout l'intérieur et recouvre les diaphragmes. La couche de houille n'a pas plus de 0^{mm},5 d'épaisseur, et dans l'intérieur des arcs formé par cette couche, il a pu exister des lacunes.

RACINES (fig. 6, pl. 24).

Les radicelles complètement désorganisées à l'intérieur ne sont plus représentées que par une mince pellicule, laissée par l'épiderme et qui a pris la forme d'un ruban, vers le milieu on remarque, la trace très grêle, sinueuse, d'un faisceau vasculaire central, elles ont de 5 à 15 millimètres de largeur, leur longueur est de 10 à 30 centimètres.

La pellicule charbonneuse due seulement à l'épiderme est formée de mailles rectangulaires disposées par files longitudinales assez régulières, qui représentent les cuticules épaissies des cellules épidermiques, lorsque nous étudierons les racines du *Calamodendron striatum* silicifiées, nous retrouverons des racines d'aspect extérieur tout à fait analogue, mais s'en distinguant facilement par les traces du système ligneux central bien plus marquées, à cause du développement du bois secondaire.

Les radicelles sont simples ou rameuses, sortent des rhizomes et de la partie inférieure des tiges, elles s'étendent à peu près horizontalement et assez loin, quand elles partent des rhizomes; autour des tiges, elles s'échappent en rayonnant, MM. Geinitz et Dawson ont pensé que c'était des feuilles. Elles partiraient probablement d'après M. Grand'Eury des saillies un peu allongées ou légèrement coniques que l'on aperçoit à la partie inférieure des côtes (*i, i, fig. 4*).

Par suite de leur mode de développement souterrain, ces plantes se pliaient très bien à la surélévation incessante du sol vaseux où

elles végétaient, en se reproduisant sans cesse à des niveaux de plus en plus élevés.

La surface du *Calamites Suckowii* ne porte aucune empreinte pouvant se rapporter soit à des feuilles, soit à des rameaux, il faut donc se représenter ces plantes développées, comme des tiges longuement atténuées en pointe à la partie supérieure, plus rapidement décroissantes et recourbées à la base, hautes de 3 à 4 mètres et larges de 10 à 12 centimètres. Les articulations inférieures seules possédaient des organes appendiculaires verticillés qui étaient des racines.

Les fructifications du *Calamites Suckowii* sont encore inconnues.

Calamites Cistii, Brongt. (fig. 7, pl. 24).

Les tiges du *Calamites Cistii* développées ont 8 à 10 centimètres de diamètre, les entre-nœuds relativement plus allongés que dans l'espèce précédente mesurent 8 à 12 centimètres en moyenne. Les côtes atteignent à peine 1 millimètre en largeur, sont aiguës à leurs extrémités, et portent au sommet des mamelons oblongs et moins accusés que dans le *C. Suckowii*. Les sillons sont limités par deux petites bandes parallèles semblables à celles dont nous avons parlé plus haut.

Le sommet des tiges était pourvu de nombreux rameaux, disposés en verticilles, eux-mêmes portaient des ramules à leurs articulations, mais de même que les tiges, les rameaux et les ramules étaient complètement dépourvus de gaines et de feuilles.

Les tiges étaient cylindriques et conservaient le même diamètre pendant un certain temps, elles s'atténaient par conséquent beaucoup moins en haut et en bas que le *C. Suckowii*. Leur partie inférieure paraît également moins recourbée, elles semblent avoir poussé en touffe, mais les tiges souterraines ou les rhizomes d'où elles portaient n'ont pas encore été trouvés dans leur voisinage.

Calamites foliosus, Gr.

M. Grand'Eury a signalé, dans les couches moyennes et supérieures de Saint-Étienne, du Treuil, d'Avaise, etc., des empreintes calamitoïdes analogues à celles du *Calamites Cistii*, mais les sil-

lons en sont un peu moins prononcés. Les tiges, articulées à grande distance, portent encore de courtes feuilles rapprochées et soudées à la base, ou bien les cicatrices laissées par ces feuilles, disposées en chaîne horizontale, ces cicatrices, qui se touchent par leurs bords, sont elliptiques, allongées transversalement, et sont marquées d'une dépression centrale.

Certaines tiges portent des branches simples, plus rarement des branches avec des rameaux secondaires, et, en outre, des feuilles carénées, longues et retombantes.

FRUCTIFICATIONS DES CALAMITES.

Les fructifications que nous avons étudiées précédemment, sous le noms de *Volkmannia*, *Bruckmannia*, *Huttonia*, etc., étaient jadis rapportées, pour la plupart, aux Calamites; mais nous avons vu que les *Volkmannia* et les *Huttonia* appartenaient aux *Astérophyllites*, plantes distinctes des Calamites, que les *Bruckmannia* étaient les épis des *Annularia*, etc.

Sous le nom de *Calamostachys* (fig. 1 et 2, pl. 24), M. Grand'Eury a signalé des épis grêles et délicats tenant encore à des rameaux articulés, sans feuilles, mêlés aux *Calamites Cistii* et *foliosus*, ce seraient là les vrais épis des Calamites.

Ces épis, longs de 20 à 22 millimètres et larges de 3 sont articulés, disposés en nombre assez considérable aux articulations, malheureusement leur petitesse et le mauvais état de leur conservation n'ont pas encore permis de pénétrer les détails de leur organisation.

Calamites ramosus, Artis (fig. 8, pl. 24).

Dans cette espèce, les côtes sont moins régulières que dans le *Calamites Suckowii*, quoique à peu près de la même largeur.

Les mamelons, qui sont placés à leur partie supérieure, sont à peine marqués, mais très fréquemment aux articulations, il se trouve de grandes cicatrices discoïdes, laissées par les rameaux ou bien les rameaux eux-mêmes qui y sont encore attachés.

Cette espèce paraît ne se trouver que dans le terrain houiller moyen et à la base du terrain houiller supérieur.

On la rencontre à Vicoigne, Anzin, Aniche (Nord) ; Liévin (Pas-de-Calais) ; Rive-de-Gier, Grand' Croix (Loire).

Les cicatrices raméales, qui caractérisent cette espèce, sont placées à peu près au milieu de la hauteur de l'articulation. Les branches sont grandes par rapport à la tige qui paraît avoir été organisée comme celles des véritables Calamites. Les branches sont *articulées* sur la tige, c'est-à-dire, que les côtes de la tige alternant avec les côtes des rameaux, au point de jonction, exactement comme les côtes de la tige ou des rameaux, alternent entre elles aux articulations.

Les tiges portent des rameaux de divers ordres, les derniers n'ont que quelques millimètres.

Les cicatrices n'ont pas les mêmes dimensions, elles sont relativement plus grosses sur les rameaux que sur les tiges, mais ni les rameaux, ni les tiges n'ont porté de feuilles, on ne voit du moins aucune cicatrice qui pourrait s'y rapporter.

Calamites cannaeformis, Schlotheim.

Tiges de 12 à 15 centimètres de diamètre atteignant la taille, peut-être dépassant celle du *Calamites Suckowii*.

Contractées aux articulations qui étaient assez espacées, les côtes convexes assez saillantes ont 2 à 1^{mm},5 de largeur, se terminant en coin à leurs extrémités, mamelons arrondis, assez peu prononcés. L'enveloppe charbonneuse est plus épaisse que dans les Calamites décrites précédemment, l'Endoderme est strié en long.

Les tiges cylindriques sur une certaine étendue s'atténuent en pointe, mais moins rapidement que dans les *Calamites Suckowii*, la partie inférieure est recourbée quand la tige s'attache latéralement à un rhizome. Un peu au-dessus des articulations, dans les parties qui ont été recouvertes de vase ou de sable, partent des radicelles, assez volumineuses et plongeantes, présentant le caractère superficiel des racines de Calamite.

De même que le *Calamites Suckowii*, la tige paraît avoir été

complètement dépourvue de feuilles et de branches, du moins ces organes n'auraient laissé aucune trace.

Cette espèce se rencontre plutôt dans le terrain houiller supérieur que dans le terrain houiller moyen.

On la trouve à Saint-Chamond, Montrambert, Comberigole (Loire), à Commentry (Allier) Decize (Nièvre) Blanzly (Saône-et-Loire).

(Voir plus bas les remarques faites à propos du *Calamites Voltzii*. Il y a vraisemblablement des tiges articulées différentes qui ont été décrites sous le même nom.)

Calamites Voltzii, Brongt.

Épaisseur de houille laissée par l'écorce assez visible. Articulations éloignées, contractées, montrant d'un côté les cicatrices assez volumineuses de tiges qui s'en détachaient, côtes convexes, larges de 7 à 8 millimètres, le diamètre des tiges est de 8 à 9 centimètres.

M. Schimper y voit un rhizome, peut-être celui du *C. Cannaeformis*.

L'*Asterophyllites pygmaea*, Brongt, caractérisé par des feuilles très étroites et longues à peine de 3 millimètres, qui paraissent appartenir au *C. Cannaeformis* représenterait dans cette hypothèse la ramification des tiges partant du *Calamites Voltzii*.

Mais la largeur des côtes accusées de ce dernier, et la couche de houille qui les recouvre, nous font croire que c'est plutôt le moulage de la partie extérieure d'une tige phanérogame, comme c'est le cas pour quelques moules de *Calamites Gigas*; certains fragments offrant l'aspect du *Calamites Cannaeformis* sont recouverts d'une couche de houille notable, les côtes internes sont plus marquées que celles que laissent d'habitude le système ligneux des Équisétacées, les rameaux eux-mêmes *Asterophyllites pygmaea*, Brongt. *Calamocladus grandis* Sternb. (t. XLIX, fas. 4). *Calamites nodosus*, Lind. et Hutton (tab. XV), ont un aspect ligneux sur les empreintes, qui laissent supposer qu'ici on n'a pas affaire à une Équisétacée, mais à une plante ligneuse de la famille des *Calamodendrées*.

Le *Calamites Voltzii* se rencontre dans le terrain houiller infé-

rieur anthracifère de Zundsweiher, près d'Offenbourg (grand-duché de Bade).

Beaucoup d'autres végétaux ont été décrits sous le nom de Calamite à cause du moule équisitifforme qu'ils ont laissé ; mais ces moules présentant des sillons bien plus profonds et plus larges étant recouverts souvent d'une couche de houille épaisse, accusent un système ligneux beaucoup trop développé pour avoir appartenu à des Équisétacées, la couche de houille due à l'écorce qui les revêtait dénote également une structure toute différente des écorces de Presles.

Pour ces motifs, nous remettons pour plus tard l'étude du *Calamites Gigas*, Brongt., connu par le moule de la surface *externe* du système ligneux, recouvert parfois d'une couche assez épaisse de houille formée par l'écorce, ce moule atteint 40 à 45 centimètres de diamètre ; cette dimension est incompatible avec l'hypothèse admise que ces moules représentent l'empreinte interne du système ligneux ; la largeur des côtes, qui sont aplaties, et l'amplitude de cette moelle la rendent invraisemblable (1).

Celle du *Calamites pachyderma*, Brongt., qui offre également un développement cortical inconnu aux Équisétacées vivantes ou fossiles.

Du *Calamites Scrobiculatus*, Schlotheim, *radiatus*, Brongt., dont nous avons trouvé quelques fragments de bois dans les quartz du Roannais, présentant la structure du bois d'*Arthropitus*, c'est-à-dire du bois de Gymnospermes.

Des différentes variétés de *Calamites cruciatus* dont l'écorce charbonneuse, épaisse, recouvre souvent un bois considérable rayonnant formé de trachéïdes rayées et ponctuées rappelant le système ligneux des *Calamodendrons* et des *Arthropitus*.

Du *Calamites approximatus*, Brongt., qui sur des empreintes très bien conservées de Saint-Étienne, offre entre le moule cala-

(1) Lorsque l'on a affaire au moule interne, les côtes sont encore très prononcées mais formées alors, par les moulages de larges rayons médullaires, anguleuses, terminées en biseau aux articulations et marquées d'un mamelon placé à leur extrémité.

mitoïde caractéristique de l'espèce et la partie corticale, le moule du système ligneux formé de trachéïdes rayées séparées par des rayons médullaires, et rentre par conséquent dans la grande famille des *Arthropitus*.

Et de quelques autres espèces dont la description sera mieux placée quand nous aurons fait connaître la structure d'à peu près toutes les parties importantes des plantes qui forment les deux grandes familles, constituant la Section des *Calamodendrées*, savoir les Calamendrons et les *Arthropitus*, et discuté la valeur des rapports superficiels qui les relient aux Calamites.

CHAPITRE XIII

CONCLUSIONS.

Nous avons terminé le Cours de l'année dernière par quelques remarques en forme de conclusions, dans lesquelles nous avons résumé les conséquences générales les plus importantes qui résultaient de l'exposé des faits consignés dans les leçons.

Nous suivrons la même marche pour cette année et nous examinerons les déductions que l'on peut tirer de l'étude des genres et des espèces que nous avons énumérées :

- 1° Soit au point de vue stratigraphique ;
- 2° Soit sous celui du climat ;
- 3° Soit enfin sous le rapport de la constitution, ou de l'évolution de certains organes importants de la vie végétale, pouvant servir à la classification :

1° AU POINT DE VUE STRATIGRAPHIQUE.

Le tableau suivant renferme les différents genres, représentés par quelques espèces, disposés suivant l'ordre chronologique des terrains, de façon à montrer la durée relative de ces genres, par la comparaison de l'intervalle qui s'écoule entre le moment où ils apparaissent et celui où ils s'éteignent.

Dans le tableau qui précède, nous voyons que les Lépidodendrées existent dans le Dévonien, atteignent même les couches supérieures du Silurien, représentées par le *Psilophyton princeps* et le *Psylophyton elegans*, Daw. Nous en retirons le *Psilophyton robustius* qui, par ses fructifications et son mode de ramification se rapproche bien plus des fougères surtout de l'espèce décrite sous le nom de *Rachophyton Condrusorum*, par M. Crépin, commune dans les couches dévoniennes de Belgique à Evieux et à Poulseur, laquelle paraît avoir eu des fructifications identiques à celles figurées par M. Dawson et rapportées par ce savant aux Psilophytons.

Dans le *cours* de l'année dernière nous avons fait remarquer la présence des Cordaïtes (*C. Robbii*) Dawson, dans les couches dévoniennes du Canada. Voir le tableau de la page 166. Cette espèce n'est connue que par des feuilles petites, étroites, qui auraient pu laisser quelques doutes, or, nous avons trouvé dans les couches dévoniennes de Belgique près de Poulseur, des restes de bois pétrifiés par l'oxyde de fer, qui se rattachent aux Cordaïtes. Cette dernière famille existe donc d'une manière certaine dans l'une des couches les plus anciennes, où l'on rencontre des végétaux fossiles en Europe.

Les Lépidodendrons, les Cordaïtes et d'autres genres de plantes encore que nous étudierons par la suite, végétaux aussi élevés en organisation sinon plus que ceux qui correspondent maintenant aux mêmes Classes, vivaient déjà et étaient prospères à ces époques reculées.

Les *Psilophyton* très voisins des Lépidodendrons par leur structure et leur ramification ne sont peut-être que des espèces appartenant à ce groupe; quoi qu'il en soit ils marquent une des premières étapes de la vie végétale sur notre globe, et caractérisent les couches dévoniennes et siluriennes supérieures.

Le genre Lépidodendron, remarquablement riche en espèces, commence également de très bonne heure on le trouve dans les couches dévoniennes inférieures représenté par le *L. Gaspianum* à Gaspé et dans les Psammites du même âge des rives de la Meuse près de Namur.

Ce genre suit à *peu près* dans son apparition, son maximum de développement et sa disparition la même marche synchronique que les Sigillaires ; si l'on regarde les *Stigmaria* du type ficoïdes comme les rhizomes de ces dernières.

Les *Stigmaria*, *pusilla*, *perlata*, *areolata* se montrent en effet comme nous l'avons vu, dans les couches dévoniennes supérieures, les Sigillaires aériennes ont leur maximum de développement dans le terrain houiller moyen et disparaissent vers le milieu de l'époque permienne.

De même les Lépidodendrons apparaissent dans le Dévonien inférieur, ont leur maximum de puissance dans la Grauwache supérieure et le terrain houiller moyen inférieur, puis diminuent peu à peu à la partie supérieure du terrain houiller moyen ; sont très peu représentés dans le terrain houiller supérieur et s'éteignent dans les couches moyennes du terrain permien.

Cependant on peut remarquer une certaine différence entre les deux groupes, les Lépidodendrons d'origine un peu plus ancienne, deviennent végétaux *parfaits* ou *aériens* plus tôt que les Sigillaires, ce qui leur permet en acquérant un nouveau mode de reproduction (reproduction par cônes aériens) de s'aider d'un moyen de propagation, qui leur donne une certaine avance sur les secondes, celles-ci ne le possèdent en effet qu'un peu plus tard.

Quelques Lépidodendrons peuvent être pris comme caractéristiques d'étage, ainsi le *Lepidodendron Veltheimianum* ne se rencontre que dans le Culm et dans la partie inférieure du terrain houiller moyen, il en est de même du *L. corrugatum*.

Les *L. Aculeatum*, *obovatum*, *gracile*, ne se trouvent que dans le terrain houiller moyen.

Enfin le *L. posthumum* n'a été signalé jusqu'à présent que dans la partie inférieure du terrain permien.

Les autres genres groupés dans la famille des Lépidodendrons tels que les *Lepidophloios*, *Ulodendron*, *Knorria*, semblent appartenir, du moins quelques-uns, à des horizons bien définis.

Les *Ulodendrons*, les *Bothrodendrons* n'existent que dans le Culm et le terrain houiller moyen.

Les *Knorria* caractérisent également le Culm et le terrain houiller moyen, mais de plus commencent à se montrer dans le Dévonien supérieur.

D'une manière générale la famille des Lépidodendrées n'existe que dans les terrains dévonien et houiller et n'a pas laissé de représentants depuis le milieu du Permien jusqu'à nos jours. Il n'en est plus de même de la famille suivante, elle ne se rencontre que dans les couches supérieures, les Isoètes apparaissent seulement dans les terrains jurassiques supérieurs, et se continuent encore maintenant.

Les Rhizocarpées (1) au contraire, si un jour les *Sphenophyllum* sont rattachés définitivement à cette famille auraient parcouru depuis le Culm jusqu'à nos jours presque toute la série des terrains.

Les *Sphenophyllum* débutant dans le Culm par des formes petites *S. Tenerrimum*, *Antiquum* à feuilles grêles très peu développées ils prennent peu à peu de l'extension deviennent nombreux dans le terrain houiller moyen et supérieur, et se terminent dans le terrain permien, par le *S. Thoni* espèce remarquable à cause du développement des tiges et des feuilles, et qui est limitée aux terrains houiller supérieur, et permien inférieur.

Dans le Trias jusqu'à présent on n'a rencontré aucun représentant de la famille.

Elle reparait dans le Lias mais continuée par un autre genre le genre *Marsilia*, dont les espèces observées se montrent dès le début avec un développement dans le limbe des feuilles qui surpasse, de beaucoup, les dimensions des feuilles actuelles.

Les genres *Salvinia* et *Pilularia* tels qu'ils existent aujourd'hui ne se montrent que tardivement, et seulement dans le Miocène.

Les *Asterophyllites* et les *Annularia* paraissent suivre à peu près la même marche dans leur évolution, ils apparaissent dans le Dévonien et s'arrêtent dans les couches inférieures du Permien.

Quelques espèces telles que l'*Annularia stellata (longifolia)* l'*Asterophyllites equisetiformis* parcourent plusieurs séries de terrain, et se rencontrent dans le terrain houiller moyen supérieur et le Per-

(1) Mais alors le nom de Rhizocarpée devra être changé.

mien inférieur, mais d'autres ont une existence plus limitée telles que l'*Annularia minuta*, *radiata*, l'*Asterophyllites foliosus*, *longifolius* qui sont cantonnées dans le terrain houiller moyen.

Le genre *Calamite* par ses espèces *C. Voltzii* et *C. Roemeri* porte l'origine des Calamariées jusque dans le Culm, où elles sont assez peu abondantes, mais à la base du terrain houiller moyen de nombreux *C. undulatus*, *Steinhaueri*, *cannaeformis* et *Cistii* en augmentent l'importance, elle prend encore plus d'ampleur dans le terrain houiller moyen ; aux espèces précédentes s'ajoutent le *C. decoratus*, *Suckowii*, *ramosus*, etc.

Dans le terrain houiller supérieur les *C. Suckowii*, *Cistii*, *cannaeformis* se trouvent seuls en proportion notable, enfin le genre à ses derniers représentants dans le Permien inférieur, dans les *C. Suckowii* et *infractus*.

Il est à remarquer qu'aucun des genres houillers que nous venons de passer en revue ne dépasse les couches inférieures du terrain Permien.

Toutes les *Lépidodendrées*, les *Sphenophyllum*, les *Astérophyllites*, les *Annularia* disparaissent avec les terrains primaires, et entre les genres vivants qui pourraient paraître une continuation d'une de ces familles, et les genres fossiles, il y a une différence considérable dans l'organisation.

Il n'en était pas de même pour les quelques familles dont nous nous sommes occupés l'année dernière, nous avons vu en effet les Cycadées continuées, par le genre *Cycadites* depuis le terrain houiller inférieur jusqu'à nos jours, les Zamiées par le genre *Dioonites*.

Parmi les autres genres de ces deux dernières familles qui les ont perpétuées, quoique en disparaissant successivement, il y a un lien intime que l'on ne retrouve pas dans les genres que nous avons étudiés cette année, ainsi, il y a plus de différence entre le genre *Salvinia* et le genre *Sphenophyllum* qu'entre deux quelconques de la famille des Cycadées et des Zamiées fossiles.

Il faut croire qu'un nombre considérable de genres de Cryptogames vasculaires n'ont pas laissé de traces, ou sont encore à découvrir.

Toutefois dans la classe des Équisétacées du tableau qui précède, les trois genres que nous avons groupés sous le nom de *Calamariées*, présentent plus de rapports entre eux.

En effet, le genre *Calamite* qui commence dans le Culm et se termine dans le terrain permien, ne diffère guère des *Equisetum* du Trias que par l'absence de gaines et de feuilles aux articulations, mais on sait que chez beaucoup de nos *Equisetum* cette gaine se détache facilement, quand ils ont macérés dans l'eau, et que les vieux rhizomes en sont presque toujours dépourvus.

Les *Eq. arenaceum*, *platyodon* atteignent, dépassent même en grandeur les plus grandes Calamites houillères. La structure générale de la tige paraît être la même dans les deux genres, les différences portent principalement sur l'épaisseur du parenchyme cortical. Mais d'un autre côté, il est vrai que jusqu'à présent on n'a pas encore donné d'explication satisfaisante sur la présence des mamelons qui surmontent les côtes des Calamites, et que l'on ne connaît pas l'organisation de leurs fructifications. Malgré ces différences et cette lacune, on peut considérer le genre *Equisetum* qui commence dans le Trias et s'est perpétué en diminuant de taille jusqu'à nos jours, comme genre voisin de celui des Calamites, et comme continuant la famille.

Certains des *Equisetum* inscrits au tableau sont caractéristiques d'étages. Ainsi l'*Equisetum Mougeotii* et le *Schizoneura paradoxa* n'ont été trouvés que dans le grès bigarré.

L'*Equisetum columnare* et le *Schizoneura Meriani*, appartiennent exclusivement aux marnes irisées. L'*Equisetum Munsteri* caractérise les couches du Lias inférieur, l'*Equisetum arenaceum*, les grès du Keuper, l'*Equisetum Burchardti*, la Craie inférieure, l'*Equisetum Palatorii*, le Miocène.

Les différents *Phyllothea*, le terrain jurassique inférieur (grande Oolithe).

2° SOUS LE RAPPORT DU CLIMAT.

Nous avons pu naguère, en suivant à travers les différentes couches terrestres, une famille de longue durée comme celle des Cycadées, et en examinant la structure ligneuse des plantes dont nous nous

sommes occupés, arriver à quelques notions assez probables sur les diverses périodes climatiques que le globe avait traversées.

Cette année l'objet de nos études ayant porté sur des plantes dont le système ligneux était très peu développé, ce dernier moyen d'investigation n'est plus applicable.

Les seules familles importantes, par le rôle qu'elles ont joué sont les *Lépidodendrées* et les *Calamariées*.

Les *Lépidodendrées* sont plus voisines des *Sélaginelles* que des *Lycopodium*. Les *Sélaginelles* n'habitent pas les régions froides, mais seulement les pays tempérés et chauds, elles se multiplient de plus en plus à mesure que l'on s'avance vers les régions tropicales, et leur nombre comprend environ 300 espèces.

Si donc on admet qu'un climat chaud et humide favorise leur développement, les *Lépidodendrées* qui sont presque toutes arborescentes, ont dû être favorisées par un climat insulaire et chaud.

Elles ont précédé ou accompagné les *Sigillaires*, leur système tégumentaire, très analogue par son organisation à celui de ces dernières plantes, prouve qu'elles ont vécu à peu près, sinon exactement, dans les mêmes conditions extérieures, par conséquent les conclusions que nous avons tirées du mode de vie des *Sigillaires* sont applicables aux *Lépidodendrées* houillères, ces plantes ont dû croître sur des îles basses ou des rivages inondés, sous un climat chaud, dans une atmosphère humide, et se multiplier soit par des rhizomes traçants, rappelant ceux des *Sigillaires* mais non flottants ou submergés, soit au moyen des macrospores dont nous avons étudié la constitution.

La famille des *Calamariées* d'une durée plus étendue et surtout formée de genres mieux comparables entre eux, fournit des éléments d'examen plus nombreux.

On sait que les *Équisétacées* ne sont plus représentés que par le genre *Equisetum*, isolé pour ainsi dire au milieu des autres genres de *Cryptogames vasculaires*, et ne comprenant qu'un petit nombre d'espèces, ces espèces sont reliées entre elles par des caractères nets et tranchés qui excluent tout rapprochement avec les autres espèces de plantes vivantes.

Le rôle qu'elles jouent actuellement au milieu des Cryptogames vasculaires, Fougères, Lycopodiacées, etc., est assez secondaire.

Aux époques houillères et triasiques surtout, elles occupaient une place bien plus importante, par la variété des espèces, le nombre et la taille des individus.

Plusieurs de ces formes atteignaient dans le Trias et le Lias, des proportions gigantesques qui n'ont jamais été dépassées soit avant, soit depuis cette époque; elles devaient former à elles seules des forêts qui couvraient les lagunes, les fondrières, les marécages ou les terres inondées, mais sans avoir pu, comme les Lépidodendrées et les Fougères, donner naissance à des couches notables de houille à cause de la structure cellulaire parenchymateuse et lacuneuse de leur système cortical.

Les Prêles de l'époque actuelle reliées aux *Equisetum* géants du Trias, par de nombreuses espèces intermédiaires, sont toutes herbacées, mais quelques-unes atteignent comme l'on sait une hauteur considérable. Les *E. xylochoeton*, *giganteum*, *Martii*, mesurent de 4 à 6 mètres de hauteur, mais seulement 2 à 3 centimètres de diamètre; elles seraient incapables de se soutenir sans l'appui qui leur est offert par les plantes voisines.

Ces dernières espèces qui sont immenses si on les compare à l'*Equisetum scirpoïdes* du Labrador ou du Groënland, qui n'atteint que quelques centimètres, peuvent être considérées comme devant leur taille aux conditions de chaleur et d'humidité que leur offrent certaines régions du Pérou, par conséquent, nous arrivons aux mêmes conclusions déjà fournies par l'examen des plantes et des bois examinés dans le cours de l'année dernière, c'est que pendant toute la période de la formation des terrains primaires et de la première partie des terrains secondaires, le climat était généralement chaud par toute la terre, l'humidité de certaines régions basses a déterminé en outre l'essor de quelques espèces de plantes à qui cette dernière condition était favorable.

Si les *Equisetum* du Trias ont pris un tel développement, quoique les conditions extérieures fussent restées à peu près les mêmes qu'aux époques antérieures, on peut l'attribuer à ce que certains vé-

gétaux, comme les *Sigillaires*, les *Lépidodendrons*, les *Astérophylites*, les *Annularia*, etc., complètement éteints leur avait laissé le champ libre. Les Calamites de l'époque houillère, quoique de dimensions également considérables, étaient vraisemblablement gênées dans leur extension par la présence de nombreuses plantes rivales, et n'ont pu prendre, alors, la prépondérance qu'elles atteignirent aux époques suivantes.

3° SOUS LE RAPPORT DE LA CONSTITUTION DE CERTAINS ORGANES
IMPORTANTES POUVANT SERVIR A LA CLASSIFICATION.

Lorsqu'il a été question de la structure anatomique des *Lépidodendrées*, nous en avons étudié successivement les tiges, les rameaux, les cordons foliaires, les rhizomes, les racines et les fructifications.

Les tiges nous ont montré un cylindre plein ou annulaire, à accroissement centripète formé de trachéides rayées, dont le diamètre allait croissant de la circonférence au centre. Les rameaux ont offert exactement la même organisation. L'assise extérieure de l'écorce, formée d'une couche épaisse de tissu subéreux, se présente tantôt comme une couche continue, dont les éléments cellulaires sont disposés en séries régulières, tantôt sous la forme d'un réseau dont les mailles sont remplies de tissu mou, composé de cellules rectangulaires.

Nous avons reconnu que les cordons foliaires se détachaient de l'axe, en des points régulièrement placés, déterminés par la juxtaposition momentanée de bandes vasculaires à trachéides très fines qui courent longitudinalement à la périphérie du cylindre ligneux, en formant un réseau dont les mailles rhomboïdales sont plus ou moins étendues en hauteur, que ces cordons foliaires coupés transversalement, soit dans le *L. Harcourtii*, soit dans le *Lepidophloios crassicaulis*, présentaient une section en forme d'arc ou d'ellipse avec deux centres distincts de cellules spiralées.

Les rhizomes, si nous admettons l'opinion de MM. Dawes et Binney, que le *Halonía regularis* représente la partie souterraine (Rhizome et non racine) de *L. Harcourtii*, sont constitués exactement comme les tiges aériennes, et les cordons foliaires ne diffèrent pas

sensiblement de ceux de ce dernier. Quant aux fructifications, elles nous ont montré des *Lepidostrobus* ne renfermant, tantôt que des microspores, tantôt seulement des macrospores, tantôt enfin les deux sortes d'organes réunis, les macrospores à la base, et les microspores au sommet du cône. Nous avons conclu que les *Lépidodendrées* se rapprochaient plus des *Sélaginelles* que de toute autre *Lycopodiacee* hétérosporee, sans pourtant pouvoir être rangées dans ce genre.

Rappelant ensuite la structure des *Sigillaires* étudiées précédemment, et ajoutant quelques observations nouvelles, nous avons fait remarquer :

Que le cylindre ligneux des *Sigillaires* au lieu d'être uniquement formé de bois centripète, possédait un bois centrifuge rayonnant, extérieur au premier; que les cordons foliaires prenaient naissance entre les deux bois, et que leur section transversale était triangulaire. La base du triangle, tournée vers la tige, renfermait uniquement du bois centripète, la pointe au contraire une proportion minime d'éléments centrifuges. Nous avons expliqué que c'était à cette particularité qu'était due la forme de triangle avec pointe en dehors offerte par la section.

L'examen des rhizomes de *Sigillaires* (*Stigmarhizomes*), nous a offert une structure en tout conforme à celle des tiges, c'est-à-dire des faisceaux centripètes isolés (*Stigmaria* étudiés par Goeppert), ou réunis en cylindre (*Stigmaria* d'Autun), se rattachant les uns au type des *Sigillaires*, les autres à celui des *Diploxyloons*, par conséquent présentant avec ces dernières plantes autant de ressemblances que les *Halonias regularis* en offraient avec le *Lepidodendron Harcourtii*.

Nous avons insisté sur la nature appendiculaire des organes attachés aux *Stigmaria*, les uns devant être considérés comme des racines, les autres comme des feuilles. Les racines, à faisceau triangulaire central, ont montré dans certains cas un bois secondaire, par conséquent un caractère phanérogamique indéniable.

L'étude des cordons foliaires nous a appris de plus que la forme triangulaire de la section et son orientation différente de celle du

cordon foliaire des tiges aériennes, étaient dues à la prédominance du bois centrifuge rayonnant, la partie centripète du cordon étant en général peu développée ou détruite. Mais une observation, d'une grande importance, nous a permis de constater que des deux portions qui constituaient le cordon, c'était la partie centripète qui se développait d'abord, l'autre n'apparaissant que plus tard, et prenant peu à peu la prépondérance sur la première. Cette marche, dans l'apparition successive des deux parties du cordon, est précisément celle qui caractérise le cordon foliaire des Cycadées, chez lesquelles la portion primaire ou centripète se montre la première comme l'on sait, la deuxième secondaire et centrifuge ne vient qu'après et ne prend souvent qu'un développement très faible.

Cette observation établit un lien de plus entre la famille des Sigillariées et celle des Cycadées, mais aussi elle explique ce fait, constaté par M. Williamson, que les rameaux du *Sigillaria vascularis* paraissent dans le jeune âge uniquement formés de bois centripète, le bois centrifuge ou secondaire ne se produisant dans les tiges comme dans les cordons foliaires qu'après la formation du bois centripète.

Comme on le voit, les Sigillariées *phanérogames*, par leur tige, leurs cordons foliaires, leurs racines, restent encore phanérogames dans les rhizomes, les feuilles et les radicules qui en partent; les Lépidodendrées *cryptogames*, par leurs fructifications, demeurent cryptogames, dans la tige, les cordons foliaires, les rhizomes, les écailles et les radicules.

Le fait de l'absence du bois secondaire dans les cordons foliaires et les jeunes rameaux de Sigillaires, n'a plus rien de bien extraordinaire, si on le compare à ce qui se passe encore sous nos yeux dans les feuilles de Cycadées.

Il n'y a donc pas de raison pour admettre que les jeunes Lépidodendrons deviennent Sigillaires en vieillissant, et de se baser sur ce fait plus que douteux pour soutenir que les Cryptogames, de l'époque de la houille, aient une zone génératrice, développant autour du bois primaire un bois secondaire indéfini.

Les limites des deux embranchements se sont rapprochées le jour

où Mettenius a mis en évidence l'existence du bois centripète dans les cordons foliaires des Cycadées, mais on n'a jamais songé, pour cela, à dire que les parties jeunes des frondes de Cycadées étaient Cryptogames. Les Sigillaires et les Diploxyllons offrent, toutefois, un développement complet de cette organisation singulière du faisceau libéro-ligneux, que les Cycadées montrent seulement dans leurs feuilles.

Nous sommes entrés dans des détails étendus, quand il a été question de la structure des différents organes des *Sphenophyllum*, nous en avons tiré les conclusions suivantes : que les *Sphenophyllum* faisaient partie des Lycopodiacées Hétérosporées, devaient être rangés dans la famille des Rhizocarpeés, et constituaient un genre nouveau ayant quelques rapports avec les *Salvinia*.

Nous avons examiné de même, avec attention, l'organisation des *Astérophyllites*, nous avons reconnu que par leurs caractères généraux ces plantes se rapprochaient des Équisétacées, et été conduits par conséquent à rejeter l'opinion qui a été émise que les *Sphenophyllum* et les *Astérophyllites* devaient faire partie d'un même genre.

L'anatomie des épis, appartenant aux *Astérophyllites* et aux *Annularia*, a montré que ces épis pouvaient renfermer des microspores et des macrospores, dès lors que certaines Équisétacées de l'époque carbonifère présentaient un degré d'organisation supérieur à celui des Équisétacées vivantes.

L'analogie de structure et d'aspect des Calamites houillères et des *Equisetum* du Lias, nous a engagés à rapprocher ces deux genres, sans toutefois les confondre, à cause des différences assez notables dans la ramification et les gaines généralement absentes dans les Calamites, et de l'ignorance où l'on est sur la structure de leurs épis fructifères. Toutefois, les rapports de ces plantes, avec les *Equisetum* vivants, sont assez frappants pour qu'on ne puisse douter de leur parenté.

Quelques paléontologistes ont pensé pouvoir rapprocher les *Sphenophyllum*, non seulement des *Astérophyllites*, mais des *Calamites*,

dont ils seraient les rameaux portant des macrospores, et n'ont pas hésité à écrire (1) : « *C'est un fait* que les *Calamites* montrent, dans les branches d'un même individu, des variations de structure aussi grandes que celles qu'on a coutume de trouver dans des familles distinctes et *très éloignées* l'une de l'autre parmi les plantes vivantes. »

Si l'on se rappelle l'organisation des *Sphenophyllum*, des *Astérophyllites* et des *Calamites*, on reconnaîtra que ce ne serait pas des variations portant sur des Familles, mais sur des Classes que l'on trouverait réunies, sur les *rameaux* d'un même individu; nous ne pensons pas que cette manière d'envisager la constitution des plantes de la houille réunisse beaucoup de partisans, et nous croyons inutile de la discuter.

Nous terminons par cette remarque que nous avons déjà faite et qui est applicable dans tous les cas analogues, que si on rencontre jamais un végétal réunissant en même temps les caractères des Lycopodiacées et des Équisétacées, ces caractères actuellement profondément séparés et distincts, ne s'y présenteront que faiblement indiqués, et non avec ce développement extraordinaire qui ferait que le type *Equisetum* et le type *Salvinia*, seraient plus complets et mieux définis sur un seul de ces végétaux primitifs, qu'ils ne le sont maintenant, dans les plantes qui représentent nettement chacun de ces Types séparés.

(1) D. Stur. K. K. *Géolog. Reichsansdtalt.*

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Remarques préliminaires.....	1
Classification des <i>Gymnospermes</i>	3
Classification des <i>Cryptogames</i> vasculaires.....	5
CHAPITRE I ^{er} .	
LYCOPODIACÉES.....	6
LYCOPODIACÉES HÉTÉROSPORÉES.....	7
Première famille Lépидодендрées.....	7
GENRE <i>Psilophyton</i> , Dawson.....	7
GENRE <i>Lepidodendron</i> , Sternberg.....	8
CHAPITRE II.	
STRUCTURE ANATOMIQUE des tiges de Lépидодендрons.....	19
Premier type. <i>L. Rhodumnense</i>	21
Deuxième type. <i>L. Harcourtii</i>	26
Troisième type. <i>L. Jutieri</i>	28
Classification des <i>Lepidodendrons</i> , d'après la structure de la tige.....	30
CHAPITRE III.	
FRUCTIFICATION DES LÉPIDODENDRONS.....	31
<i>Lepidostrobus</i> à l'état d'empreintes.....	32
<i>Lepidostrobus</i> à l'état silicifié.....	33
<i>Lepidostrobus</i> renfermant deux espèces de spores.....	33
<i>Lepidostrobus</i> renfermant seulement des microspores.....	34
<i>Lepidostrobus</i> renfermant seulement des macrospores.....	36
RHIZOMES ET RACINES DES LÉPIDODENDRÉES.....	37
<i>Halonia regularis</i>	42
<i>Halonia Münsteriana</i>	42
GENRE <i>CYCLOCLADIA</i> , Goldenberg.....	43

CHAPITRE IV.

	Pages.
GENRE LEPIDOPHLOIOS, Sternberg	43
Structure des <i>Lepidophloios</i>	45
GENRE ULODENDRON, Lindley et Hutton	00
Structure des <i>Ulodendrons</i>	51
GENRE BOTHRODENDRON, Lindley et Hutton	51
GENRE RHYTIDODENDRON, N. Bouley	52
GENRE HALONIA, Lindley et Hutton	52
Structure des <i>Halonias</i>	54
GENRE KNORRIA, Sternberg	55

CHAPITRE V.

STRUCTURE COMPARÉE et caractères distinctifs des Sigillariées et des Lépidodendrées	58
TABLEAU résumant la structure des Sigillariées et des Lépidodendrées	67
AFFINITÉS BOTANIQUES des Lépidodendrées	70
Famille II	74
GENRE SELAGINELLA	74
LYCOPODIACÉES ISOSPORÉES	75
GENRE LYCOPODIUM	75
GENRE <i>Psilotum</i>	77

CHAPITRE VI.

DEUXIÈME PARTIE. — Rhizocarpées	78
GENRE PILULARIA	79
GENRE MARSILIA	79
GENRE SALVINIA	80
GENRE SPHENOPHYLLUM	81
Historique	81
Sphenophyllum à l'état d'empreinte	86

CHAPITRE VII.

STRUCTURE ANATOMIQUE DES SPHENOPHYLLUM	91
Structure des feuilles	93
Structure de la tige	96
Structure des racines	101
Structure des fructifications	102

CHAPITRE VIII.

CRYPTOGAMES VASCULAIRES HÉTÉROSPORÉES	106
Classe des Équisétacées	106
Famille des Astérophyllitées	110

TABLE DES MATIÈRES.

187

	Pages.
Tiges.....	110
Rameaux.....	112
Fructifications.....	114
Première forme d'épis d'Astérophyllites.....	115
Deuxième forme d'épis d'Astérophyllites.....	120

CHAPITRE IX.

FAMILLES DES ANNULARIÉES.....	126
Tiges.....	127
Rameaux.....	128
Fructifications.....	129

CHAPITRE X.

FRUCTIFICATIONS DIVERSES D'ANNULARIA.....	135
TABLEAU renfermant les principaux caractères des Astérophyllites et des Annulariées.....	143
GENRE CINGULARIA.....	143

CHAPITRE XI.

ÉQUISÉTACÉES ISOSPORÉES.....	145
Sous-famille des Schizoneurées.....	145
GENRE SCHIZONEURA, Schimper.....	145
GENRE PHYLLOTHECA, Brongniart.....	146
SOUS-FAMILLE DES ÉQUISÉTINÉES.....	148
GENRE EQUISETUM.....	148

CHAPITRE XII.

CALAMITES.....	157
GENRE CALAMITE.....	158
Tiges.....	160
Racines.....	161
Fructifications.....	163

CHAPITRE XIII.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	168
Au point de vue stratigraphique.....	168
Au point de vue du climat.....	176
Au point de vue de la constitution de certains organes importants pouvant servir à la classification.....	179

TABLE
DES ESPÈCES, DES GENRES ET DES FAMILLES
CITÉS OU DÉCRITS

ABIÉTINÉES, p. 3.

Anabathra pulcherrima, Witham, p. 60.

ANNULARIÉES, p. 126.

Annularia acicularis, Daws., p. 171.

Annularia brevifolia, Brongt., p. 171.

Annularia Dawsoni, Schimper, p. 132, pl. 20, fig. 2.

Annularia longifolia, Brongt., p. 126, pl. 20, fig. 1.

Annularia minuta, Brongt., p. 171.

Annularia radiata, Brongt., p. 133, pl. 20, fig. 4.

Annularia Shenophylloides, Zenker, p. 133, pl. 20, fig. 3.

Annularia spicata (Gutbier) Schimper, p. 133, pl. 20, fig. 5.

Annularia stellata, Sternb., p. 126, pl. 20, fig. 1.

ARTHROPIBUS, Goepfert, p. 112, 166, 167.

ASTÉROPHYLLITÉES, B. R., p. 110, 112.

Asterophyllites coronatus, Unger, p. 171.

Asterophyllites Equisetiformis, Schlotheim, p. 112, 171, pl. 18, fig. 1.

Asterophyllites foliosus, Lindley et Hutton, p. 171.

Asterophyllites Hippuroides, Brongt., p. 171.

Asterophyllites longifolius, Brongt., p. 113, 171.

Asterophyllites nodosus, Schlotheim, p. 114.

Asterophyllites pigmaeus, Brongt., p. 165, 171.

Asterophyllites rigidus, Brongt., p. 171.

Asterophyllites tenuifolius, Sternberg, p. 113.

Asterophyllites verticillatus, L. et H., p. 171.

GENRE BOTHRODENDRON, L. et H. p. 51.

Bothrodendron punctatum, L. et H., p. 51, 52, pl. 11, fig. 4.

GENRE BRUCKMANNIA, Sternberg, p. 129.

Bruckmannia Binneyana (Schimper) B. R., p. 136.

Bruckmannia Decaisnei, B. R., p. 139.

Bruckmannia Grand'Euryi, B. R., p. 136, pl. 21, 22, fig. 8, 9, 10, fig. 1, 2, 3.

Bruckmannia tuberculata, Sternberg, p. 129, 130, pl. 21, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Bruckmannia typica (Ludwig), B. R., p. 135, pl. 21, fig. 7.

CALAMARIÉES, Schimper (Emend.), p. 145, 171.

CALAMITES (Emend.), p. 157.

Calamites? Approximatus, Brongt., p. 166.

Calamites Cannaeformis, Schlotheim, p. 164.

Calamites Cistii, Brongt., p. 162, pl. 24, fig. 7.

Calamites? cruciatus, Brongt., p. 166.

Calamites decoratus, Brongt., p. 171.

Calamites foliosus, Gr., p. 162, pl. 54, fig. 1, 2.

Calamites? gigas, Brongt., p. 166.

Calamites? infractus, Geinitz, p. 171.

Calamites? pigmaea, Brongt., p. 165.

Calamites? pachyderma, Brongt., p. 166.

Calamites? radiatus, Brongt., p. 166.

Calamites ramosus, Artis, p. 163, pl. 24, fig. 8.

Calamites? scrobiculatus, Schlotheim, p. 166.

Calamites Roemeri, Gœpper.

Calamites Suckowii, Brongt., p. 159, pl. 24, fig. 3, 4, 5, 6.

Calamites Steinhaueri, Brongt., p. 171.

Calamites? Voltzii, Brongt., p. 165.

CALAMODENDRONS, p. 166.

GENRE CALAMOPHYLLITES, Gr., p. 144, pl. 17, fig. 1, 2.

Calamostachys Binneyana, Schimper, p. 133.

Calamostachys mira, Weiss., p. 139.

Calamostachys typica, Schimper, p. 135, pl. 21, fig. 5.

GENRE CINGULARIA, Weiss, p. 143.

Cingularia typica, Weiss, p. 144, pl. 19, fig. 9, 10, 11.

GENRE CLATHRARIA, p. 58, 59.

CORDAÏTÉES, p. 3, 72.

CYCADÉES, p. 3, 63, 69, 181.

CYCADOXYLÉES p. 3.

CYCLOCLADIA, Gold., p. 42.

Cyclocladia ornata, Gold., p. 43.

DIPLOXYLÉES, p. 3.

DIPLOXYLON, p. 60.

ÉQUISÉTACÉES, p. 5, 171.

ÉQUISÉTINÉES, p. 148.

Equisetites lingulatus, Gembar.

EQUISETUM Linné, p. 148.

Equisetum arcticum, Heer, p. 150.

- Equisetum arenaceum* (Jaeg.), Brown, p. 153, pl. 23, fig. 9, 10.
Equisetum Bilinicum, Unger, p. 171.
Equisetum Braunii, Unger, p. 148, pl. 22, fig. 8.
Equisetum Brongniarti, Schimper et Mougeot, p. 156.
Equisetum Buchardti, Dunker, p. 151.
Equisetum Bunburyanum, Zigno, p. 151, pl. 23, fig. 7.
Equisetum columnare, Brongt., p. 152, pl. 23, fig. 3.
Equisetum Duvali, Sap., p. 153.
Equisetum Konigi, Schimper, p. 151.
Equisetum lacustre, Sap., p. 149.
Equisetum liasicum, Heer, p. 171.
Equisetum limosellum, Heer, p. 149.
Equisetum Lyellii, Mantell, p. 150.
Equisetum Mougeotii, Brongt., p. 155.
Equisetum Munsteri (Sternberg) Schimper, p. 152, 171, pl. 22, fig. 10.
Equisetum Parlatorii (Unger) Ech., p. 149, pl. 22, fig. 9.
Equisetum Pellati, Sap., p. 152.
Equisetum platyodon, Brongt., p. 155.
Equisetum Phillipsii, Duncker, p. 160.
Equisetum procerum, Heer, p. 149.
Equisetum Veronense, Zigno, p. 151.

FOUGÈRES, p. 5.

GNÉTACÉES, p. 3.

GYMNOSPERMES, p. 3.

GENRE HALONIA, L. et H. (Emenl.), p. 52.

Halonia Munsteriana, Goeppert, p. 42.

Halonia regularis, L. et H., p. 40, pl. 8, fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8.

Halonia tortuosa, L. et H., p. 54, pl. 12, fig. 4.

Halonia tuberculata, L. et H., p. 53, pl. 12, fig. 4.

GENRE HUTTONIA, Sternberg, p. 114, 122.

Huttonia spicata, Stern., p. 122.

ISOËTÉES, p. 3.

Isoëtes Braunii, Unger, p. 72.

Isoëtes Scheuchzeri, Heer, p. 72.

GENRE KNORRIA, Sternberg, p. 55.

Knorria imbricata, Ste., p. 55.

Knorria imbricata, Sternberg, p. 55, pl. 12, fig. 5, 6, 7, 8.

Knorria Bayliana, Schimper, p. 56.

GENRE LEIODERMARIA, p. 58, 59.

LÉPIDODENDRÉES, p. 7.

GENRE LEPIDODENDRON, Sternberg, p. 8.

Lepidodendron aculeatum, Sternberg, p. 42, pl. 1, 6, fig. 7, ... 4,

Lepidodendron coelatum, Brongt., p. 13.

Lepidodendron? costatum, Lesquereux, p. 46, pl. 6, fig. 1.

Lepidodendron corrugatum, Dawson, p. 11, pl. 5, fig. 4. A, B.

Lepidodendron dichotomum, Sternberg, p. 44.

- Lepidodendron distans*, Lesquereux, p. 16, pl. 6, fig. 2.
Lepidodendron elegans, Brongt., p. 14, pl. 5, fig. 8.
Lepidodendron Gaspianum, Dawson, p. 170.
Lepidodendron Harcourtii, Witham, p. 26, pl. 4. 8, fig. 1, 2, 3, 4, 5, ... 3.
Lepidodendron Hoffmanni, F. Rømer, p. 12, pl. 6, fig. 3.
Lepidodendron Jutieri, B. R., p. 28.
Lepidodendron lycopodioides, Sternberg, p. 14, pl. 5, fig. 8.
Lepidodendron nothum, Unger, p. 11, 19.
Lepidodendron obovatum, Sternb., p. 13, pl. 6, fig. 5.
Lepidodendron posthumum, Weiss., p. 17, pl. 6, fig. 6.
Lepidodendron quadratum, Presl., p. 12, pl. 5, fig. 5.
Lepidodendron Rhodumnense, B. R., p. 21, 23, pl. 3.
Lepidodendron rhombicum (Presl.), Schimper, p. 11.
Lepidodendron Richteri, Unger, p. 19.
Lepidodendron rimosum, Sternberg, p. 17, pl. 5, fig. 6, 7.
Lepidodendron Sternbergii, Brongt., p. 14.
Lepidodendron tetragonum, Geinitz, p. 11.
Lepidodendron Veltheimianum, Sternb., p. 9, pl. 5, fig. 1, 2.
Lepidodendron Volkmannianum, Sternb., p. 17, pl. 1, fig. 8.

GENRE LEPIDOPHYLLUM, Brongt., p. 36.

Lepidophyllum majus, Brongt., p. 36.

GENRE LEPIDOPHLOIOS, Sternberg, p. 44.

- Lepidophloios acuminatus*, Weiss., p. 170.
Lepidophloios crassicaulis, Corda, p. 45, pl. 10, fig. 1 à 9.
Lepidophloios laricinus, Sternberg, p. 44, pl. 9, fig. 1, 5, 6, 7, 8.
Lepidophloios lepidophyllifolius, Gold., p. 45, pl. 9, fig. 3.
Lepidophloios macropelidotos, Gold., p. 45, pl. 9, fig. 2, 4.
Lepidophloios tetragonus, Dawson, p. 11.

GENRE LEPIDOSTROBUS, Brongt., p. 31.

- Lepidostrobos attenuatus*, Gœppert, p. 32.
Lepidostrobos Baylianus, Schimper, 36.
Lepidostrobos Brownii (Brongt.), Schimper, p. 34, pl. 6, fig. 7, 8.
Lepidostrobos comosus, L. et H., p. 15, 32.
Lepidostrobos Dabadianus, Schimper, p. 33, pl. 6, fig. 9, 10.
Lepidostrobos Faudelii, Schimper, p. 32, pl. 7, fig. 6.
Lepidostrobos ornatus, L. et H., p. 34, pl. 6, fig. 13, 14.
Lepidostrobos Rouvillei, Sap., B. R., p. 35, pl. 6, fig. 1, 2, 3.
Lepidostrobos Russellianus, Binnege, p. 36, pl. 7, fig. 5.
Lepidostrobos variabilis, L. et H., p. 15, 32.

GENRE LYCOPIDIUM, Linné, p. 75.

- Lycopodium denticulatum* (Gold.), Schimper, p. 75.
Lycopodium elongatum (Gold.), Schimper, p. 75.
Lycopodium leptostachys (Gold.), Schimper, p. 75.
Lycopodium macrophyllum, Gold., p. 74.
Lycopodium primævum, Gold., p. 71.
Lycopodium punctatum, B. R., p. 76.
Lycopodium Renaulii, Brongt., p. 76.

- GENRE MACROSTACHYA, Schimper, p. 114, 120.
Macrostachya Huttonioides, Gr., p. 123.
Macrostachya infundibuliformis, Brongt., p. 122, pl. 18, fig. 2
Macrostachya infundibuliformis ?, B. R., p. 121, pl. 19, fig. 6, 7, 8.
- GENRE MARSILIA, Linné, p. 79.
Marsilia Marioni, Al. Braun, p. 79, pl. 16, fig. 4.
Marsilidium speciosum, Schenck, p. 80.
- MONOXYLÉES, p. 3.
- OPHIOGLOSSÉES, p. 5.
- PHYLLOGLOSSUM, p. 6, 77.
- GENRE PHYLLOTHECA, Brongt., p. 145.
Phyllothea australis, Brongt., p. 146.
Phyllothea Brongniartiana, Zigno, p. 146, pl. 22, fig. 5.
Phyllothea equisetiformis, Zigno, p. 146, pl. 22, fig. 6, 7.
Phyllothea Hookeri, M' Eay, p. 147.
Phyllothea indica, Bunb., p. 147.
- GENRE PILULARIA, L., p. 79.
Pilularia pedunculata, Heer, p. 79.
- POROXYLÉES, p. 3.
- GENRE PSILOPHYTON, Dawson, p. 7.
Psilophyton princeps, Dawson, p. 7, pl. 16, fig. 8, 9, 10.
Psilophyton robustius, Dawson, p. 7.
- GENRE PSILOTUM, p. 77.
Psilotites inermis (Newberry), Schimp., p. 77.
Psilotites lithanthracis, Gold., p. 77.
- RHIZOCARPÉES, p. 5, 78.
- GENRE RHYTIDODENDRON, N. Bouley, p. 52.
Rhytidodendron minutifolium, N. Bouley, p. 52, pl. 12, fig. 1, 2.
Sagenopteris rhoifolia, Presl., p. 80, pl. 16, fig. 5, 6.
- SALVINIÉES, p. 80.
- GENRE SALVINIA, p. 80.
Salvinia formosa, Heer., p. 81.
Salvinia reticulata, Heer., p. 81.
Salvinia Reussii, Ettinghausen, p. 81, pl. 16, fig. 7.
- SCHIZONEURÉES, p. 145
- GENRE SCHIZONEURA, Schimper, p. 145.
Schizoneura paradoxa, Schimper, p. 145, pl. 23, fig. 6.
Schizoneura Hørensii, Schimper, p. 145.
- SÉLAGINELLÉES, p. 5.
- GENRE SELAGINELLA, Mott., p. 74.
- SIGILLARIÉES, p. 67.
Sigillaria Brardii, Brongt., p. 59, pl. 1, fig. 5.
- RENAULT. — II.

- Sigillaria Cortei*, Brongt., p. 59, pl. 1, fig. 5.
Sigillaria tessellata, Brongt., p. 59, pl. 1, fig. 6.
Sigillaria vascularis, Binney, p. 60, pl. 2, fig. 6, 7, 8.

GENRE SPHENOPHYLLUM, Brong.

- Sphenophyllum angustifolium*, Germar., p. 88, pl. 13, fig. 19 à 23.
Sphenophyllum cuneifolium, Sternb., p. 87, pl. 13, fig. 10.
Sphenophyllum emarginatum, Brongt., p. 86.
Sphenophyllum erosum, L. et H., p. 87.
Sphenophyllum longifolium, Germar, p. 88, pl. 13, fig. 18.
Sphenophyllum oblongifolium, Germar et Kaulfuss, p. 88, pl. 13, fig. 15, 16, 17.
Sphenophyllum quadrifidum, B. R., p. 89, pl. 15, 16, fig. 1, 2, 3...1.
Sphenophyllum saxifragæfolium, Coëm. et Kickx, p. 87, pl. 13, fig. 11 à 14.
Sphenophyllum Schlotheimii, Brongt., p. 86, pl. 13, fig. 7, 8.
Sphenophyllum Stephanense, B. R., p. 93, pl. 14, fig. 1 à 5.
Sphenophyllum tenerrimum, Ewingh., p. 85, pl. 13, fig. 1 à 5.
Sphenophyllum Thoni, Mahr, p. 90, pl. 13, fig. 24.
Stachannularia tuberculata, Weiss., p. 139.
Stigmara de Sigillaires, p. 37, 64, pl. 2, fig. 1, 2, 3, 4, 5.
Stigmarhizes, B. R., p. 37, 65.
Stigmara de Lépidodendrons, p. 38, pl. 8, fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7.

TAXINÉES.

- GENRE ULODENDRON, L. et H., p. 48.
Ulodendron commutatum, Schimper, p. 49.
Ulodendron majus, L. et H., p. 50, pl. 11, fig. 3.
Ulodendron minus, L. et H., p. 50, pl. 11, fig. 2.

GENRE VOLKMANNIA, Sternberg, p. 114.

- Volkmania elongata*, Weiss., p. 113, pl. 19, fig. 4, 5.
Volkmania equisetiformis, B. R., p. 119, pl. 19, fig. 3.
Volkmania gracilis, Sternberg, B. R., p. 113, pl. 18, 19, fig. 3, 4... 1, 2.
Volkmania Schimperiana, Weiss., p. 118.

ZAMIÉES, p. 3.

ERRATA

Parmi les erreurs typographiques qui se sont glissées dans ce volume, il importe de rectifier les suivantes qui altèrent le sens. Le lecteur corrigera facilement les autres.

Page 4, lignes 10 et 11, lire : se sont trouvées rapprochées.

— 15, ligne 10, lire : longues de 1 à 3 centimètres...

— 17, ligne 16, lire : rameaux, surmontée...

— 76, ligne 15, lire : le pore central.

— 78, ligne 21, lire : celles-ci... les unes...

— 154, ligne 7, lire : 25 millimètres de diamètre, et les écussons 3 à 4 millimètres de largeur.

— 164, ligne 23, lire : 2 à 2,5 millimètres.

EXPLICATION DES PLANCHES

TABLE DES PLANCHES

- PLANCHE 1. — Structure comparée des Sigillaires et des Lépidodendrons.
- 2. — Structure comparée des Sigillaires et des Lépidodendrons.
 - 3. — Lépidodendron Rhodumnense B. R. (Détails anatomiques).
 - 4. — Lépidodendron Harcourtii, Wiham. (Détails anatomiques).
 - 5. — Cicatrices de divers Lépidodendrons.
 - 6. — Cicatrices et fructifications de divers Lépidodendrons.
 - 7. — Fructifications de Lépidodendrons.
 - 8. — Rhizomes et racines de Lépidodendrons.
 - 9. — Lepidophloies (Cicatrices).
 - 10. — Lepidophloies (Détails anatomiques).
 - 11. — Lepidophloies Ulodendrons (Cicatrices).
 - 12. — Halonia, Knorria, Lycopodium.
 - 13. — Sphenophyllum (Empreintes de feuilles).
 - 14. — Sphenophyllum (Détails anatomiques).
 - 15. — Sphenophyllum (Détails anatomiques, fructifications).
 - 16. — Sphenophyllum (Détails anatomiques), Marsilia, Psilophyton.
 - 17. — Calamophyllites et Astérophyllites.
 - 18. — Astérophyllites (Fructifications).
 - 19. — Astérophyllites (Fructifications), Cingularia.
 - 20. — Annularia (Empreintes de feuilles).
 - 21. — Annularia (Fructifications).
 - 22. — Annularia (Fructifications), Phyllotheca, Equisetum.
 - 23. — Equisetum (Détails de structure).
 - 24. — Calamites (Structure et fructifications).

Paris. — Soc. d'impr. P. DUPONT, 41, rue J.-J.-Rousseau (Cl.) 177-210. 10, 81.

TABLA DES MATIÈRES

1. Introduction

2. Les principes de la géométrie

3. Les propriétés des figures géométriques

4. Les constructions géométriques

5. Les applications de la géométrie

6. Les méthodes de résolution des problèmes

7. Les exercices et problèmes

8. Les compléments

9. Les conclusions

10. Les références

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 4.

STRUCTURE COMPARÉE DES SIGILLAIRES ET DES LÉPIDODENDRONS.

FIG. 1. — Deux troncs de Sigillaires restaurés (d'après Schimper) montrant leurs racines stigmarioïdes, leur surface cannelée ou lisse, leur mode de ramification généralement très limité et les épis reproducteurs disposés en spirale ou en verticille, le long du tronc ou des rameaux, mais jamais à leur extrémité.

FIG. 2. — Tronc de Lépidodendron restauré (*ibidem*) montrant les dichotomies successives qui, en se répétant un grand nombre de fois, donnent lieu à une ramification beaucoup plus développée que dans les Sigillaires. Les épis de reproduction sont placés à l'extrémité de l'une des branches de la dichotomie et on arrête le développement ultérieur.

FIG. 3. — Portion d'écorce de Lépidodendron munie de ses feuilles, petites, aciculaires, raides, généralement recourbées en dehors.

FIG. 4. — Portion d'écorce de Sigillaire (*Sigillaria Cortei*) portant encore quelques feuilles longues, rigides, presque dressées contre le tronc.

FIG. 5. — Quelques cicatrices de Sigillaire (*Sigillaria Brardii*).

FIG. 6. — *Idem* (*Sigillaria tessellata*) pour servir de terme de comparaison avec les cicatrices de Lépidodendron.

FIG. 7. — (*L. aculeatum*) et FIG. 8 (*L. Volkmannianum*).

FIG. 5. — *c. c.* Contour du mamelon.

b. Partie inférieure du coussinet.

b'. Partie supérieure correspondant à l'aisselle de la feuille.

a. Cicatrice foliaire occupant une grande partie de la surface du mamelon; cette large base d'attache était nécessitée par le développement en longueur, assez considérable des feuilles. La partie centrale est occupée par un faisceau vasculaire *lunulé* transversalement, compris entre deux cicatricules latérales également lunulées.

FIG. 6. — Quelques cicatrices de *Sigillaria tessellata*. Brongt.

c. c. Contour du mamelon de forme hexagonale dans cette espèce.

b. Coussinet foliaire.

a. Cicatrice laissée par la chute de la feuille, la cicatrice est hexagonale marquée d'une cicatricule centrale allongée transversalement et de deux cicatricules également arquées, disposées latéralement.

FIG. 7. — Quelques cicatrices de *Lepidodendron aculeatum*, Sternberg.

- c. Contour du mamelon de forme rhomboïdale, allongé verticalement.
- b. Coussinet foliaire plus ou moins saillant, marqué d'une carène longitudinale, cette dernière est accompagnée très souvent de plis transversaux dus, la plupart du temps, à la compression du tissu charnu du coussinet.
- a. Cicatrice foliaire, placée au-dessus du coussinet de forme rhomboïdale, à angle supérieur arrondi. La surface de la cicatrice dans toutes les espèces de *Lépidodendrons* n'occupe par rapport à celle du mamelon et celle du coussinet qu'une étendue minime comparée à la surface des cicatrices foliaires des *Sigillaires* par rapport aux mêmes organes, cela tient à la petitesse relative des appendices foliaires des *Lépidodendrons*.

FIG. 8. — Portion de *Lepidodendron Volkmannianum*, Sternberg.

- c. Contour en forme de lyre du mamelon.
- b. Coussinet sans trace de carène, mais portant des rides transversales nombreuses. Les lignes de décurrence, saillantes, qui limitent le coussinet rejoignent les bords latéraux du mamelon là où ceux-ci, d'abord convexes en dessus, changeant de courbure, deviennent concaves sur les côtés.
- a. Cicatrice foliaire rhomboïdale, très allongée transversalement, marquée d'une cicatrice vasculaire au centre, les autres ne sont pas visibles.

Fig. 5.

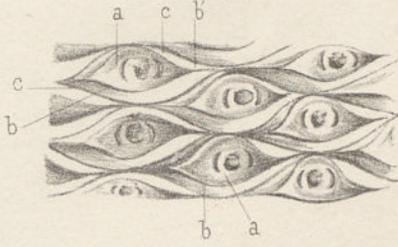


Fig. 8.



Fig. 6.

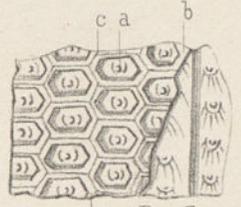


Fig. 1.



Fig. 2.

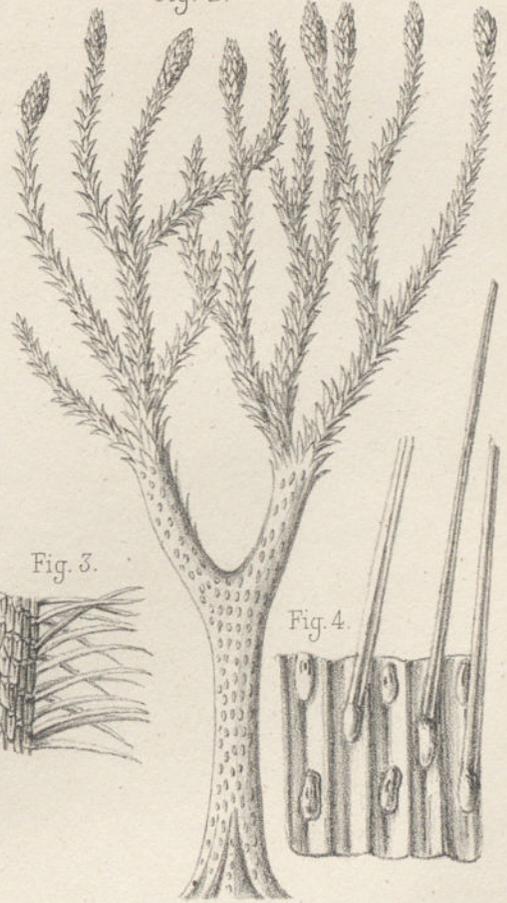


Fig. 3.

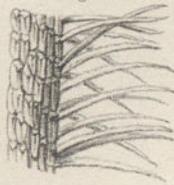
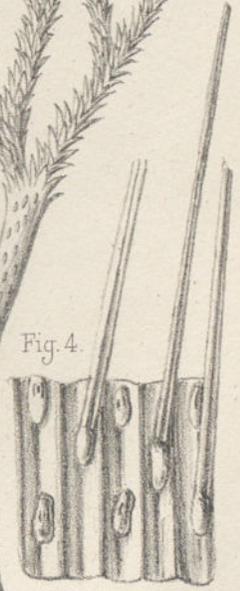


Fig. 4.



Boiss lith.

Imp. Lecquet, Paris.

Structure comparée des Sigillaires et des Lépidodendrons.

PLANCHE 2.

STRUCTURE COMPARÉE DES SIGILLAIRES ET DES LÉPIDODENDRONS.

FIG. 1. — Coupe transversale de la partie centrale d'une feuille de Sigillaire qui était encore attachée à son rhizome (*stigmaria*), mais n'ayant pas encore acquis tout son développement. (Échantillon carbonaté des environs de Manchester.) Gr. $\frac{100}{1}$.

- a. Région occupée par les trachées.
- b. Bois primaire, disposé sans ordre, que j'ai désigné sous le nom de bois primaire *centripète*. Le bois secondaire *centrifuge* ne s'est pas encore développé.
- d. Tissu cellulaire délicat non conservé.
- c. Assise interne de la couche corticale.

FIG. 2. — Coupe transversale du faisceau vasculaire d'une feuille dépendant d'un rhizome de *Stigmaria*. Échantillon silicifié des environs d'Autun, gros. $\frac{35}{1}$.

- a. Portion *centripète* du faisceau, les éléments rayés sont disposés sans ordre et constituent le bois primaire.
- b. Portion *centrifuge* du faisceau, les éléments rayés et réticulés sont disposés en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires. Cette coupe appartient à une feuille plus âgée dans laquelle la région centrifuge avait pu se développer d'une manière très notable.

FIG. 3. — Coupe transversale d'une feuille d'un rhizome de Sigillaire (*Stigmarhizome*), provenant des gisements carbonatés des environs de Manchester. Gros. $\frac{100}{1}$.

- a. Partie *centripète* du faisceau, disposée sans ordre.
- b. Partie *centrifuge*, disposée en séries rayonnantes, les trachéides sont réticulées et rayées.
- c. Assise interne de la couche corticale.

FIG. 4. — Coupe transversale d'un faisceau radicaire détaché d'un *Stigmarhizome*, provenant des environs de Falkenberg, gros. $\frac{100}{1}$.

- a. Faisceau vasculaire triangulaire central.
- b. Membrane protectrice distincte seulement en quelques points de la préparation.
- d. Assise interne corticale.

FIG. 5. — Coupe transversale d'une racine encore attachée à un *stigmarhizome* de Manchester, gros. $\frac{35}{1}$.

- a, a'. Centres d'accroissement du faisceau de la racine, l'un des centres *a* se prolonge en une lame vasculaire qui vient se mettre en contact avec la trachée centrale *tr* d'une radicelle latérale très grêle *h*.
- b. Gaine protectrice, qui se continue directement avec la gaine protectrice *b'* de la radicelle.
- c. Membrane périphérique du cylindre central contenant les cellules rhizogènes.
- d. Assise interne de l'écorce.
- e. Cellules étoilées prismatiques et rameuses en grande partie détruites formant une portion de l'assise interne de l'écorce.
- f. Portion de l'assise externe de l'écorce.

FIG. 6. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Sigillaria vascularis*, Binney, des environs de Manchester, gros. $\frac{6}{4}$ d'après M. Williamson.

a. Axe vasculaire centripète formé de trachéides rayées, disposées sans ordre, les groupes de trachéides du centre sont séparés par du tissu cellulaire souvent mal conservé.

b. Bois secondaire, formant un anneau continu autour de l'axe primaire central, les trachéides rayées qui le composent sont disposées en séries rayonnantes séparées par des rayons médullaires.

La zone génératrice périphérique n'a pas été conservée.

c. c. Bandes vasculaires se détachant de la région de contact du bois centripète et du bois centrifuge, se dirigeant à travers le bois rayonnant et l'écorce, vers les feuilles.

d. Assise interne corticale formée de cellules polyédriques à parois peu résistantes.

e. Assise externe dont les éléments cellulaires allongés ont leurs parois plus inscristées, par conséquent plus résistantes et se disposent parfois en séries radiales.

f. Coussinets foliaires.

FIG. 7. — Coupe transversale de l'axe ligneux d'un rameau de *Sigillaria vascularis* plus jeune, préparation faite dans un échantillon provenant des environs de Manchester, gros. $\frac{8}{4}$.

a. Le bois primaire centripète a déjà atteint tout son développement.

b. Le bois secondaire centrifuge, ne se montre que sur une partie du contour du premier cylindre.

FIG. 8. — Rameau encore plus jeune que le précédent, le bois centripète seul existe, il n'y a pas encore de bois centrifuge. Dans le reste de l'échantillon qui ne diffère de celui représenté figure 6 que par les dimensions plus petites des zones corticales, on remarque également plusieurs cordons foliaires se dirigeant vers les coussinets. Comme dans les faisceaux vasculaires des feuilles et des racines, le bois secondaire des rameaux et des tiges dû à la zone génératrice ne se développait, comme on le voit, que tardivement et peut-être seulement après l'organisation complète de la portion primaire centripète du faisceau.

Fig. 1.

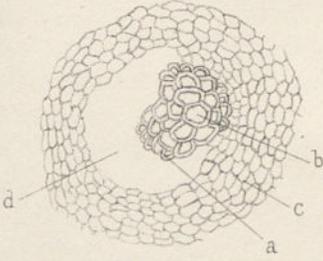


Fig. 2.



Fig. 3.

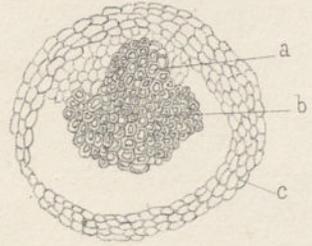


Fig. 8.

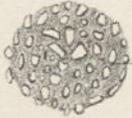


Fig. 6.

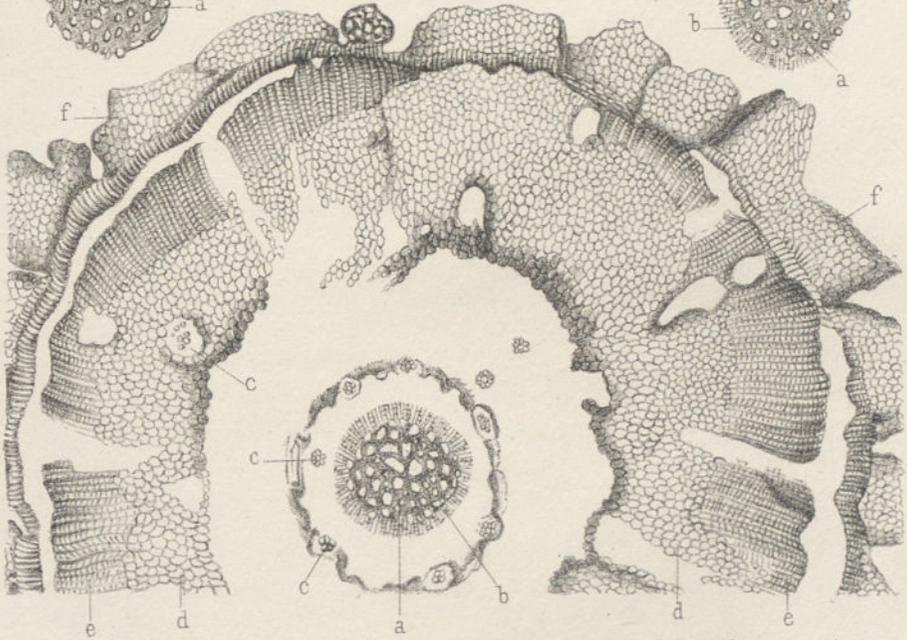


Fig. 7.

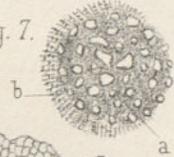


Fig. 4.

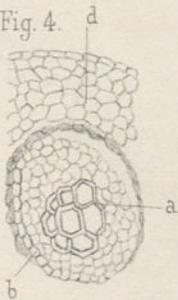
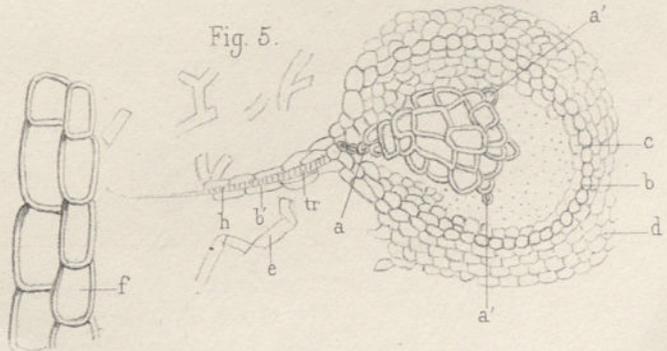


Fig. 5.



Borm lith

Imp. Decquet, Paris.

Structure comparée des Sigillaires et des Lépidodendrons.

PLANCHE 3.

STRUTURE DES TIGES DE LÉPIDODENDRONS.

Lepidodendron Rhodumnense.

FIG. 1. Coupe longitudinale d'une portion de rameau de *Lep. Rhodumnense*, gros. $\frac{10}{1}$.

- a. Axe ligneux sans moelle incluse, formé de trachéides rayées dont le diamètre va croissant de la périphérie au centre.
- d. Parenchyme libérien en partie détruit.
- l. Zone ne renfermant aucun tissu conservé et remplie de silice transparente.
- c. Couche de cellules à sections rectangulaires, disposées en séries régulières, qui, dans les plantes âgées prend un développement considérable, et forme une couche subéreuse d'une grande résistance destinée à soutenir et à protéger la tige incapable de se maintenir, seulement à l'aide du cylindre ligneux central.
- g. Région fibreuse extérieure, la plupart du temps exfoliée dans les grosses tiges.
- b. Bases des feuilles.
- f. Faisceaux vasculaires qui les parcourent après s'être détachés presque horizontalement de la périphérie du cylindre ligneux.

FIG. 2. Coupe transversale du même rameau, gros. $\frac{10}{1}$.

- a. Cylindre ligneux central.
- l. Région remplie de silice amorphe.
- c. Zone formée de cellules à sections rectangulaires analogues à des cellules subéreuses.
- g. Assise fibrocellulaire extérieure.
- f. f'. Feuilles rencontrées par la coupe et coupées obliquement.

FIG. 3. — Portion de l'axe ligneux plus grossie $\frac{100}{1}$.

- a. Partie centrale formée de trachéides rayées d'un diamètre assez considérable.
- c. Un des faisceaux vasculaires primaires d'où partent les cordons foliaires.
- d. Gaine cellulaire formant une enveloppe continue autour du cylindre ligneux.

FIG. 4. — Section transversale d'une feuille faite à sa base, rappelant la forme des cicatrices du *Lepid. tetragonum*.

gros. $\frac{100}{1}$.

FIG. 5. — Coupe longitudinale de l'axe et de l'un des cordons qui s'en détache, gr. $\frac{100}{1}$.

- b. Partie centrale composée de trachéides rayées.
- a. Région occupée par les trachéides rayées de petit diamètre d'où s'échappe un cordon foliaire, g.

FIG. 6. — Coupe transversale d'une portion d'une tige de *Lepidodendron Rhodumnense*, grandeur naturelle.

- b. Axe ligneux ne présentant qu'une petite cavité au centre, d'où la moelle (?) a complètement disparu.
- a. Région périphérique du cylindre ligneux formée de trachéides rayées d'un diamètre plus petit que celui des trachéides centrales.
- c. Partie extérieure de l'écorce composée de tissu subéreux disposées par zones concentriques alternativement plus foncées et plus claires.

FIG. 7. — Une portion de l'axe ligneux $\frac{35}{1}$.

b. Tachéides centrales.

a. Trachéides périphériques plus grêles.

FIG. 8. — Coupe longitudinale du même gros. $\frac{35}{1}$.

c. Région centrale ne renfermant que quelques lambeaux de tissu fondamental généralement détruit.

b, b, b. Trachéides rayées centrales.

a. Trachéides de la périphérie à lumière plus petite.

FIG. 9. Coupe transversale de l'écorce faite dans la région subéreuse.

b. Lames formant réseau, composées de cellules épaissies plus hautes que larges, et orientées du centre à la circonférence.

a. Cellules à sections rectangulaires à parois minces remplissant les mailles du réseau précédent.

FIG. 10. — Coupe longitudinale radiale de la même région gros. $\frac{35}{1}$.

b. Cellules allongées terminées en biseau surbaissé aux deux extrémités et formant les mailles du réseau.

a. Cellules remplissant les mailles de ce dernier.

FIG. 11. — Coupe tangentielle des cellules formant le réseau, prises dans une région plus interne de l'écorce.

FIG. 12. — Coupe tangentielle d'une portion plus extérieure de la région subéreuse. $\frac{35}{1}$.

b. Cellules du réseau.

a. Cellules qui en remplissent les mailles.

FIG. 13. — Coupe transversale d'une bractée supportant les microspores.

a. Faisceau vasculaire parcourant la bractée suivant sa longueur.

FIG. 14. — Une macrospore isolée $\frac{20}{1}$.

a. Enveloppe résistante de la macrospore.

b. Partie de la macrospore montrant des traces d'organisation.

c. Cavité surmontant la macrospore terminée par un canal conique permettant l'entrée de l'agent fécondateur mâle.

FIG. 15. Portion du tissu interne de la macrospore gros. $\frac{100}{1}$.

t. Tissu cellulaire dans lequel se trouve creusée une cavité renfermant de jeunes oosphères (?) en voie de développement.

FIG. 16. — Coupe transversale d'un microsporange gros. $\frac{10}{1}$.

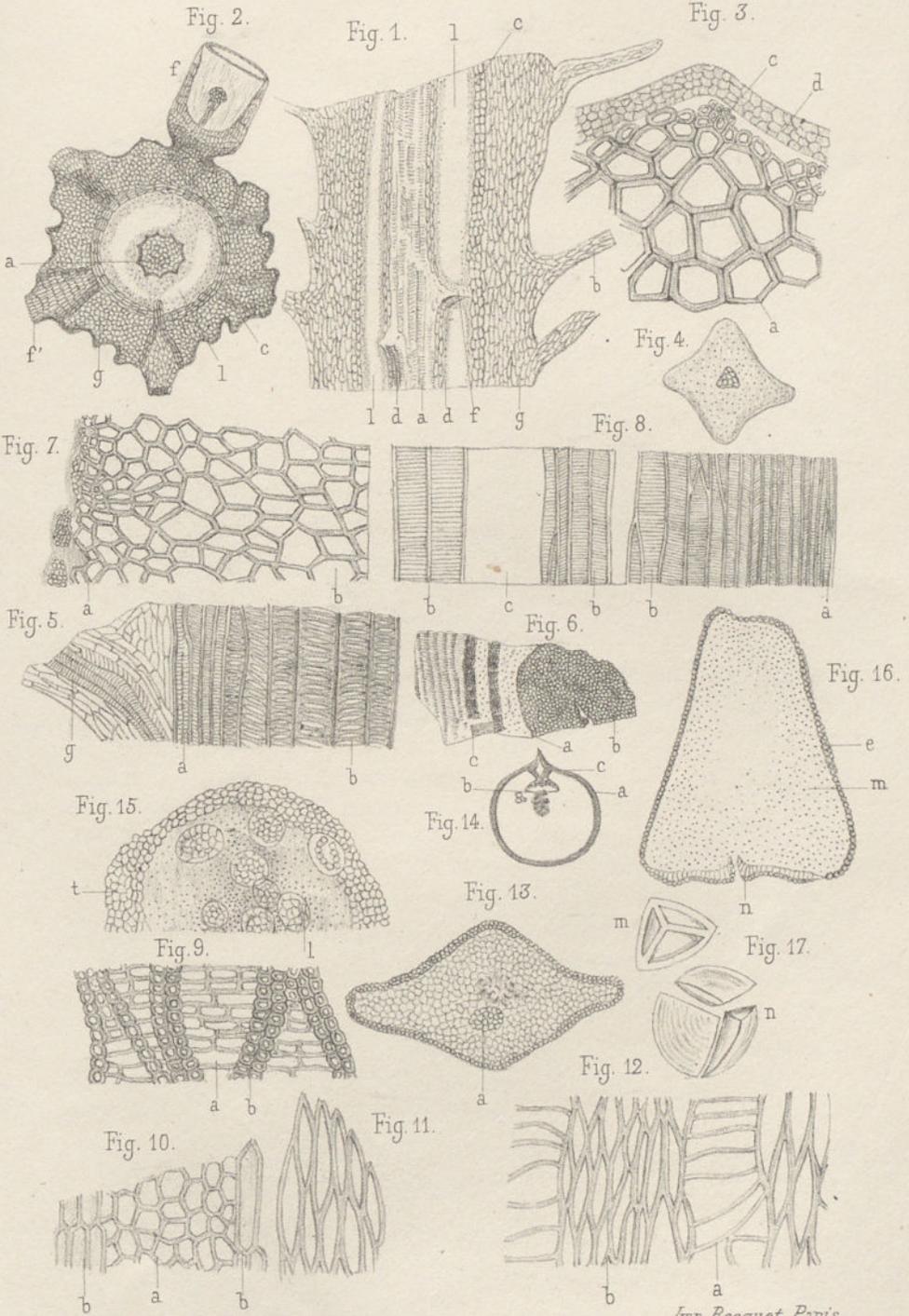
e. Enveloppe du microsporange; à la partie inférieure en *n* l'enveloppe se trouve rompue dans une région dans laquelle les cellules de forme différente semblent déterminer la déhiscence.

FIG. 17.

m. Microspores remplissant la cavité du microsporange.

n. Microspores groupées au nombre de 4, trois seulement sont visibles.

m. Microspore isolée.



Boirin.lith.

Imp. Becquet, Paris.

Lépidodendron Rhodumnense, B.R.

PLANCHE 4.

STRUCTURE DES TIGES DE LÉPIDODENDRONS.

LÉPIDODENDRON HARCOURTII, Witham.

FIG. 1. — *Lepidodendron Harcourtii*, Witham, vu par sa surface portant les mamelons cicatriciels, les cicatrices foliaires ne sont pas distinctes.

FIG. 2. — Coupe transversale d. *L. Harcourtii* d'après une coupe donnée au Muséum d'histoire naturelle, par L. et Hutton, gros. $\frac{3}{1}$ Brongt.

- a. Cylindre ligneux à accroissement centripète.
- b. Moelle en partie détruite.
- c. Assise extérieure de l'écorce.
- e. Faisceaux vasculaires partant de la périphérie du cylindre ligneux et se dirigeant vers les feuilles.
- o. Région renfermant une couche de cellules à minces parois, formant l'assise interne corticale, mais généralement détruite.

FIG. 3. — Portion de coupe transversale, gros. $\frac{100}{1}$.

- m. Moelle centrale.
- a. Cylindre ligneux à accroissement centripète, les éléments formés de trachéides rayées vont en augmentant de diamètre de la périphérie au centre.
- o. Tissu disjoint par déchirure.
- c. Bandes vasculaires formées de trachéides rayées de petit diamètre, qui sont les centres d'accroissement du cylindre ligneux ;
Les cordons qui s'en détachent et se réunissent par paires, forment les faisceaux vasculaires partant de la périphérie du cylindre ligneux et se dirigeant dans les appendices foliaires.
- f. Un cordon sur le point de se détacher du cylindre ligneux.
- e. Un de ces cordons complètement détaché.
- o. o' Espace occupé autrefois par une couche de cellules grêles à parois minces presque toujours détruites.
- i. Assise interne de l'écorce formée de cellules polygonales un peu plus hautes que larges.
- g. Faisceau vasculaire se dirigeant vers une cicatrice foliaire.
- h. Partie libérienne du faisceau, formée de débris de cellules grillagées, et de parenchyme libérien, le faisceau ligneux renferme quelques courtes trachéides spiralées aux deux extrémités, la région médiane est formée de trachéides rayées et réticulées.

FIG. 4. — Coupe longitudinale d'une portion du cylindre ligneux gros. $\frac{100}{1}$.

- m. Moelle formée de cellules polyédriques.
- a. Partie interne du cylindre ligneux composée de trachéides rayées à grand diamètre.
- d. Partie externe où se trouvent les bandes à éléments plus fins rayés et spiralés qui concourent à former les cordons foliaires.

f. Un de ces cordons en voie de se séparer du cylindre ligneux.

g. Un deuxième déjà séparé et se recourbant à travers l'écorce pour se diriger vers une feuille.

FIG. 5. — Coupe transversale de la région extérieure de l'écorce gros. $\frac{100}{1}$.

i. Assise intérieure formée de cellules à parois minces à peu près isodiamétrales.

k. Assise plus externe dans laquelle les cellules sont à section transversale étroite, plus hautes que larges, souvent rangées en files rayonnantes, et pouvant être regardée comme une couche subéreuse.

l. Région superficielle dont les éléments sont profondément altérés.

Fig. 1.

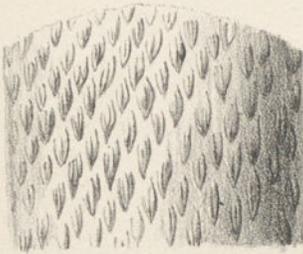


Fig. 2.

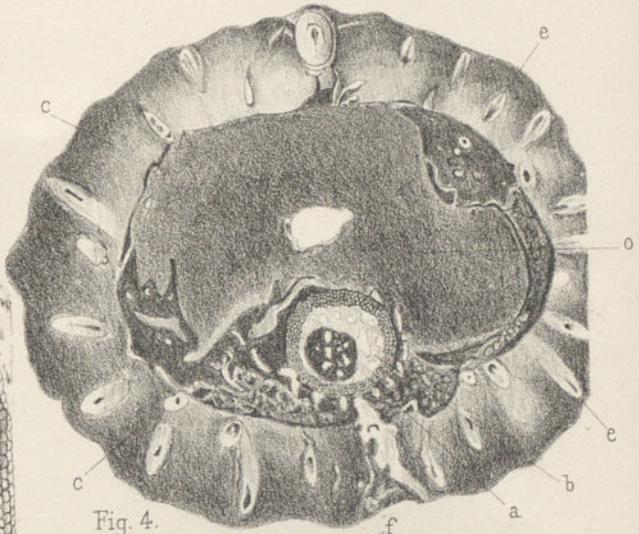


Fig. 5.

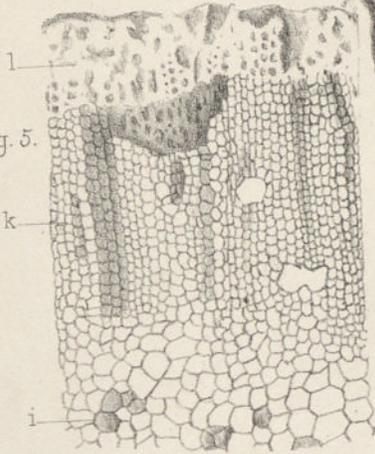


Fig. 4.

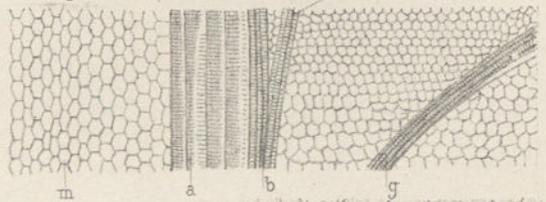
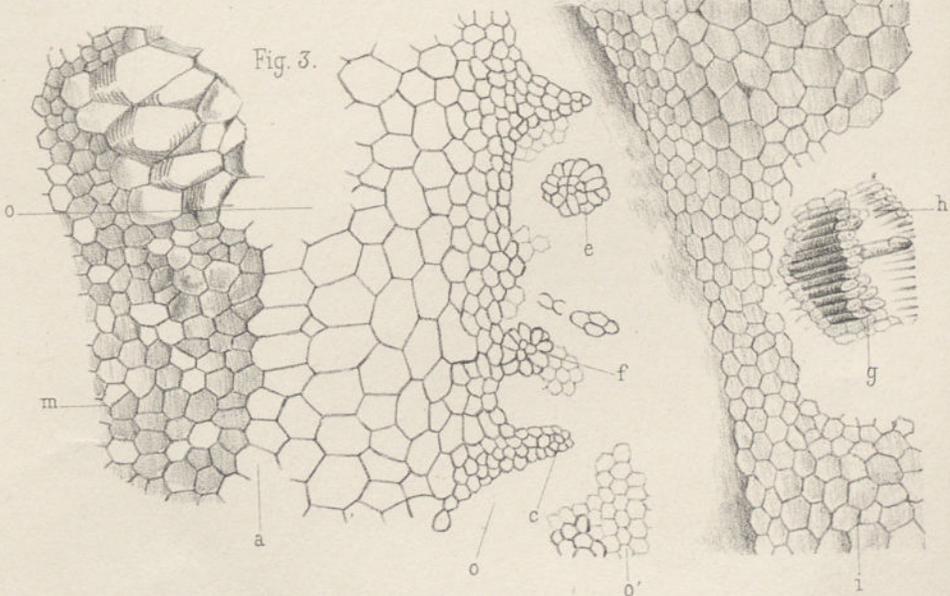


Fig. 3.



Boiss lith.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 5.

CICATRICES DE LÉPIDODENDRONS.

FIG. 1. — Portion de tronc de *Lepidodendron Veltheimianum*, d'après M. Stur.
b, b. Cicatrices foliaires.

a, a. Disques placés sur deux ou quatre rangs, indiquant les traces laissées par la chute de rameaux dichotomes caducs, ou de bulbilles, d'après M. Stur.

FIG. 2. — Cicatrices foliaires de *Lepidodendron Veltheimianum*, d'après M. Zeiller.

a. Contour du mamelon.

b. Cicatrice foliaire.

c. Cicatrice laissée par le faisceau vasculaire qui pénétrait dans la feuille.

d. Coussinet foliaire, à carène indistincte, et marqué de plis transversaux nombreux, et très nets.

FIG. 3. — Jeunes rameaux de *L. Veltheimianum*, d'après M. Stur.

FIG. 4. — *Lepidodendron corrugatum*, d'après M. Dawson.

B. Portion de *L. corrugatum*, Dawson, décortiquée ; le mamelon montre à son centre une dépression longitudinale qui indique le passage du vasculaire foliaire.

A. Deux cicatrices conservées et plus grossies.

a. Contour du mamelon.

b. Cicatrice foliaire, de forme rhomboïdale à une seule cicatricule visible.

d. Coussinet marqué d'une carène saillante, les lignes de décurrence rejoignent le contour du mamelon vers son milieu.

FIG. 5. — *Lepidodendron rhombicum* Presl. *quadratum* (Presl.). Schimper ou *tetragonum* (Geinitz). Schimper.

Portion de *Lepidodendron quadratum* (Presl.). Schimper, décortiquée ; le mamelon montre un peu au-dessous de son centre une dépression correspondant au passage du faisceau foliaire.

FIG. 6. — *Lepidodendron rimosum*, Sternb.

Portion d'écorce de *L. rimosum*.

a. Contour du mamelon.

b. Cicatrice foliaire.

d. Coussinet marqué d'une carène saillante.

e. Bandes contournant les mamelons, creusées de sillons longitudinaux.

FIG. 7. — Une cicatrice plus grossie.

b. Cicatrice foliaire, marquée de 4 cicatricules, la cicatricule médiane inférieure seule correspond au passage du faisceau foliaire.

e. Bandes striées longitudinalement entourant les cicatrices.

FIG. 8. — *Lepidodendron licopodioides*, Sternb. Syn. *L. elegans*. Brongt.

a. Contour du mamelon.

b. Cicatrices foliaires.

d. Coussinet saillant marqué de rides transversales.

Fig. 1.



Fig. 3.

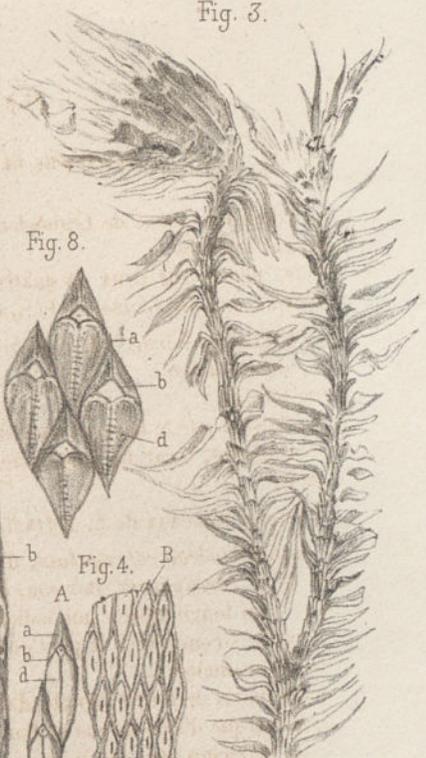


Fig. 8.



Fig. 4.

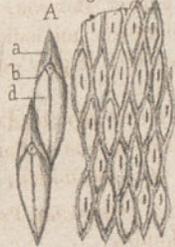


Fig. 2.

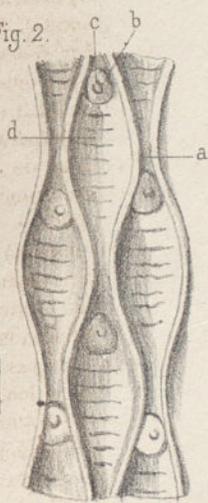


Fig. 7.



Fig. 6.

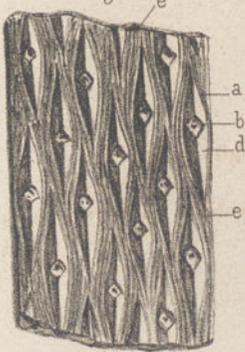


Fig. 5.



Boiss lith.

Imp. Becquet, Paris.

Cicatrices des Lepidodendrons.

PLANCHE 6.

CICATRICES DE LÉPIDODENDRONS.

FIG. 1. *Lepidodendron? Costatum*, Lesquereux.

- b. Cicatrices foliaires rappelant par leur forme et leur dimension celles des Sigillaires.
- d. Coussinet dépourvu de carène et marqué de rides transversales assez nombreuses.
- e, e. Côtes séparant les cicatrices, en lignes verticales, ce qui est fréquent dans les empreintes de Sigillaires cannelées, mais inconnu ou extrêmement rare sur celles de *Lépidodendrons*.

FIG. 2. — *Lepidodendron distans*, Lesquereux.

- a. Contour du mamelon.
- b. Cicatrice foliaire marquée de trois cicatricules : une centrale, correspondant au faisceau foliaire, les deux autres, latérales et ponctiformes.
- d. Carène montrant en dessus deux fossettes elliptiques un peu obliques, placées très près de la cicatrice foliaire, et un certain nombre de rides transversales.
- e. Grandes bandes striées longitudinalement séparant les mamelons.

FIG. 3. — *Lepidodendron Hoffmanni*, Roemer.

- a. Contour du mamelon.
- b. Cicatrice foliaire, ovale rhomboïdale, sans cicatrices distinctes.
- d. Coussinet parcouru par une carène saillante, sans plis transversaux.

FIG. 4. — *Lepidodendron aculeatum*, Sternberg.

4 cicatrices réduites de moitié.

- a. Contour du mamelon.
- f. Pli transversal surmonté d'une ligne saillante, traces laissées par un appendice liguliforme de la feuille.

FIG. 5. — *Lepidodendron obovatum*, Sternberg.

- d. Coussinet parcouru par une carène saillante, marquée souvent de plis transversaux.
- La cicatrice foliaire arrondie en dessus est souvent surmontée d'un pli transversal, mais ne se continuant pas en ligne saillante comme dans l'espèce précédente.

FIG. 6. — *Lepidodendron posthumum*, Weiss, gross. $\frac{7}{1}$.

- a. Contour du mamelon.
- b. Cicatrice foliaire extrêmement réduite, placée au sommet du mamelon.
- e. Bande striée séparant les mamelons foliaires.

FIG. 7. — *Lepidostrobus Brownii* (Brongt.), Schimp.

Coupe transversale de *Lepidostrobus* conservé dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris, provenant de la collection de M. le marquis de Dré. $\frac{1}{1}$, n° 6778.

- a. Axe central n'offrant aucune différence sensible avec l'axe du *Lepidodendron, Rhodumnense*.
- d. Bractées sur lesquelles repose un microsporange, entamées plus ou moins par la coupe transversale.

b. Partie relevée des bractées, qui s'épanouissait en limbe protégeant les sporanges.
 sp. Sporangies reposant sur les bractées et renfermant, là où la coupe a été faite, des microspores groupées par 4, 3 ordinairement sont visibles, ce qui avait valu à ce *Lepidostrobus*, de la part de R. Brown et Brongt, le nom de *Triplosporites*.

FIG. 8. — Coupe longitudinale d'un échantillon conservé dans les collections du Muséum de Paris, sous le n° 6779. Vraisemblablement, appartenant à l'espèce précédente.

- a. Axe vasculaire du type, *L. Rhodumnense*, c'est-à-dire complètement vasculaire.
 b. Extrémité relevée des bractées et étalées en limbe.
 d. Partie des bractées sensiblement horizontale, qui supporte les sporanges.
 sp. Sporangies allongés, ne renfermant que des microspores; comme cette portion figurée appartient à la base du *Lepidostrobus*, on doit en conclure que les *Lepidodendrons* pouvaient porter des cônes ne renfermant que des organes mâles. Les sporanges sont soudés à la bractée sur toute leur longueur.

FIG. 9. — *Lepidostrobus Dabadianus*, Sch. à peu près $\frac{1}{2}$ grandeur naturelle, montrant les cicatrices *rhomboidales* laissées par la chute de la partie limbaire des feuilles.

FIG. 10. — Coupe longitudinale du même.

- a. Axe ligneux, présentant la structure de l'axe du *Lepidodendron Harcourtii*, c'est-à-dire contenant une moëlle centrale, mais presque entièrement détruite.
 b. Portion limbaire relevée des bractées.
 mi. *Microsporangies* remplis de microspores, disposés à la base du cône sur un peu plus du tiers de sa hauteur.
 ma. *Macrosporangies* encore remplis de macrospores, occupant le reste de l'échantillon.

FIG. 11. — Portion de macrosporangie grossie, montrant des macrospores encore incluses dans le tissu du sporange, gros. $\frac{34}{1}$.

FIG. 12.

- a. Macrospore gros. $\frac{40}{1}$.
 b. Microspores encore réunies par 4, gros $\frac{120}{1}$.

FIG. 13. — *Lepidostrobus ornatus*, Lind. et Hutton. Deux bractées grossies, montrant le point d'attache *m*, d'un sporange, d'après M. J. Hooker.

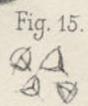
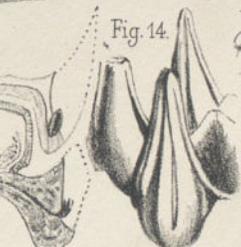
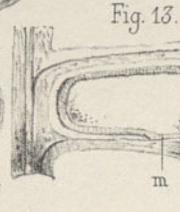
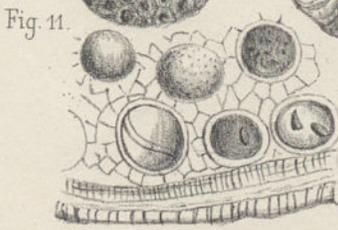
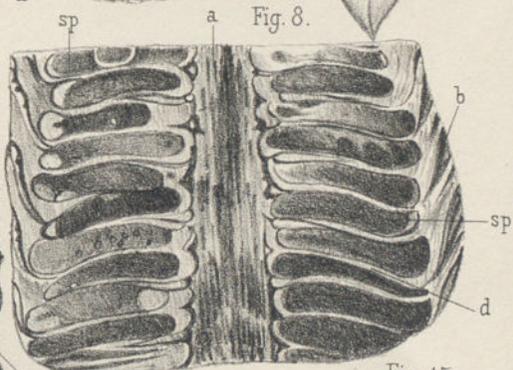
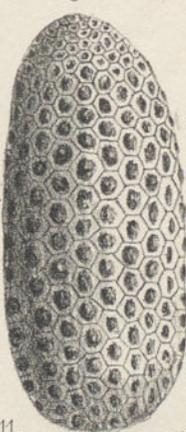
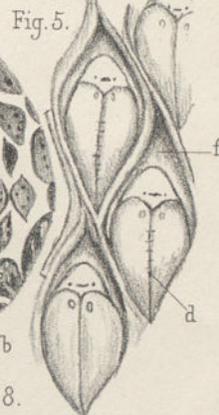
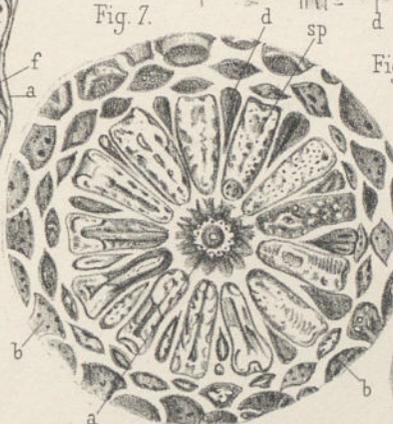
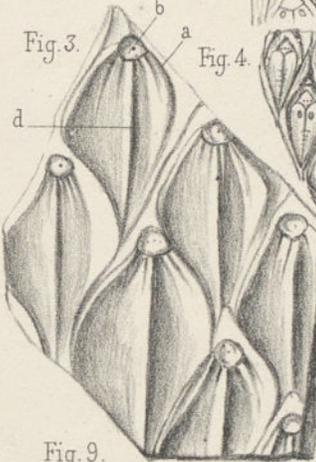
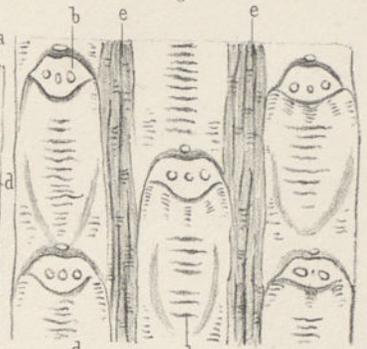
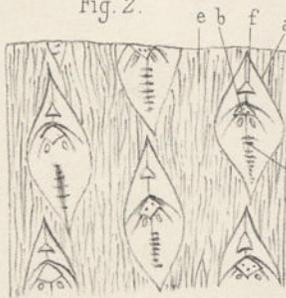
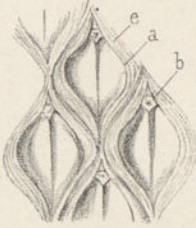
FIG. 14. — *Lepidostrobus ornatus*, trois écailles du même, pour faire voir la forme de la partie limbaire relevée des bractées.

FIG. 15. — Microspores du même, gros $\frac{100}{1}$.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 6.



Boirin lith.

Imp. Becquet, Paris.

Cicatrices et fructifications des Lepidodendrons.

PLANCHE 7.

Fig. 1. — *Lepidostrobos Rouvillei*. Sap. et B. R.

Coupe longitudinale d'une partie de *Lepidostrobos Rouvillei*, grossie $\frac{4}{1}$, d'après M. de Saporta.

- a. Partie centrale occupée par la moelle formée de cellules très allongées, terminées en pointe ou en biseau.
- b. Axe ligneux lépidodendroïde.
- c. Tissu formé de cellules à section rectangulaire, un peu plus hautes que larges, entourant le cylindre ligneux.
- d. Région occupée par des cellules rameuses réunissant le cylindre ligneux à l'écorce. Cette sorte de tissu lacuneux se retrouve dans différents *Lepidostrobos*, tels que les *L. Brownii*, *Dabadianus*, etc.
- e. Première assise corticale composée d'un tissu cellulaire assez peu résistant.
- f. Deuxième assise corticale dont les éléments, plus allongés et fortement incrustés, forment une couche dure et très résistante.
- g. Bractées portant les sporanges.
- l. Poils nombreux garnissant la surface de l'axe du *Lepidostrobos* et une partie des bractées.
- h. Sporangies.
- i. Microspores disposées par 4 dans l'intérieur du sporange.

Fig. 2. — Portion du sporange du même, gros. $\frac{10}{1}$.

- g. Bractée supportant le sporange. Ce dernier est soudé à la bractée, sur un peu plus de la moitié de sa longueur et par la partie antérieure, c'est-à-dire la plus éloignée de l'axe.
- b. Partie limbaire de la bractée au point où elle commence à se relever.
- l. Faisceau vasculaire qui parcourt la bractée dans toute sa longueur.
- m. Poils qui garnissent la bractée du côté de l'axe, là où le sporange cesse d'être soudé avec elle.
- h. Première enveloppe du sporange, formée de cellules à parois très épaissies.
- k. Deuxième enveloppe plus interne, dont les cellules sont plus lâches et dont les parois ne s'épaississent pas.
- i. Microspores groupés par 4 ou libres.
- o. Expansion cellulaire envoyant quelques ramifications dans l'intérieur du sporange.

Fig. 3. — Coupe tangentielle du même, faite dans la partie où les sporanges sont encore soudés aux bractées, gros. $\frac{10}{1}$.

- b. Coupe transversale de la bractée, formée dans cette région de cellules allongées dans le sens de son axe et dont les parois sont fortement incrustées.
- a. Faisceau vasculaire, à section elliptique, parcourant la bractée un peu au-dessus de son centre.
- h. Enveloppe dure et coriace du sporange.
- k. Deuxième enveloppe, moins résistante.
- i. Microspores.
- c. Lame cellulaire établissant la soudure entre le sporange et la bractée.

FIG. 4. — Une écaille de *Lepidostrobos*, coupée horizontalement, d'après M. Hooker.
b. Partie limbaire de la bractée.

l. Faisceau vasculaire qui la parcourt dans la région horizontale.

a. Faisceau vasculaire, à section elliptique, qui s'élève dans le limbe.

s p. Sporange supporté par une bractée placée au-dessous.

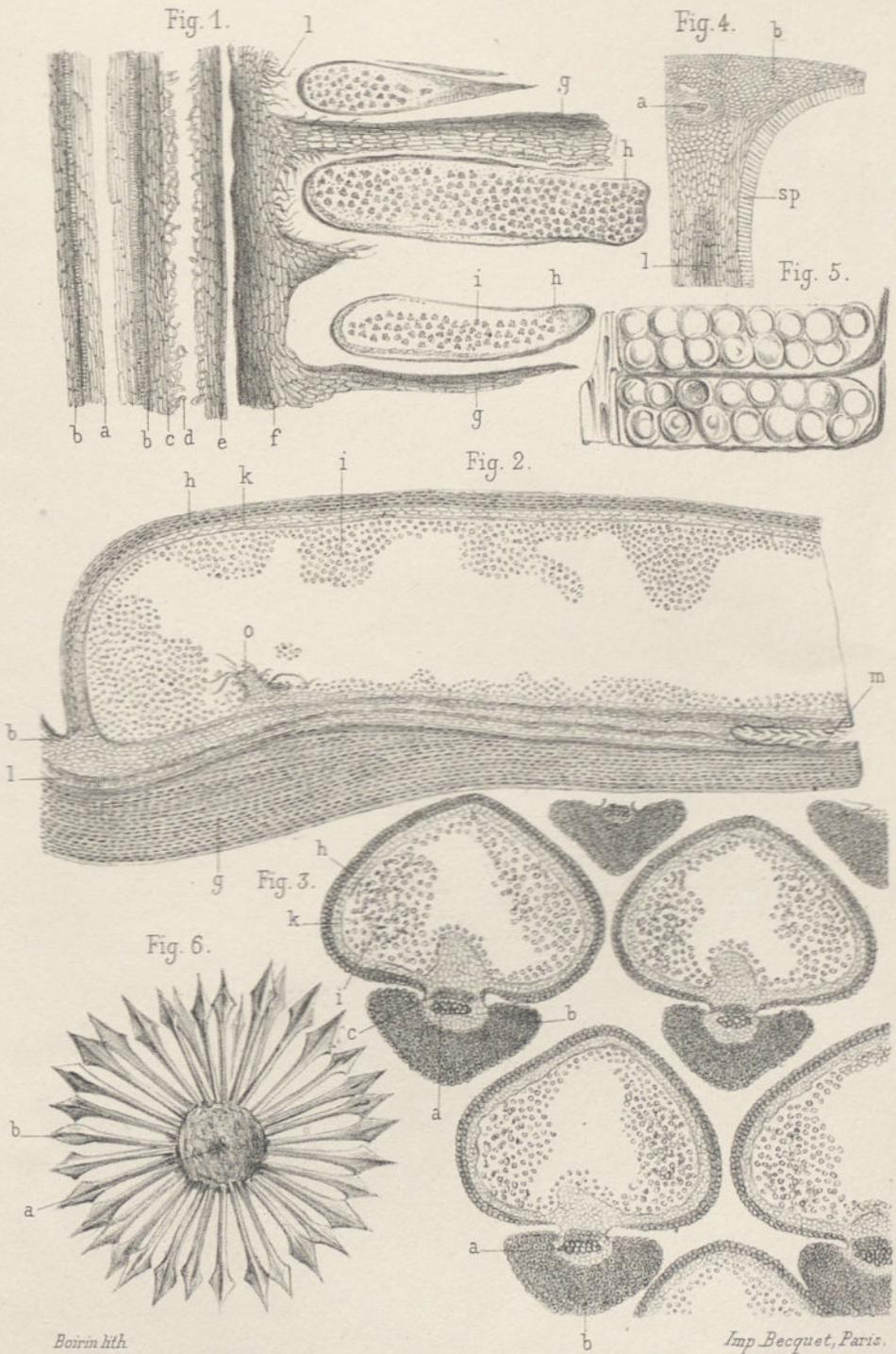
FIG. 5. — Une portion de *Lepidostrobos Russellianus*, Binney, gros. $\frac{5}{1}$.

Deux sporanges avec des macrospores en petit nombre.

FIG. 6. — *Lepidostrobos Faudelii*, Schimper, grandeur naturelle.

a. Axe du cône.

b. Bractées en forme de fer de lance, les sporanges ont disparu.



Boiss lith.

Imp. Becquet, Paris.

Fructifications des Lépidodendrons.

PLANCHE 8.

Halonia regularis, L. et H., d'après M. Binney.

FIG. 1. — Partie extérieure corticale, montrant une série de mamelons très petits, souvent disposés régulièrement en quinconce (voir L. et H., pl. 228, vol. III), gros. $\frac{1}{1}$.

- a. Restes d'écaillés avortées.
- b. Cicatrices gironées, laissées par la désarticulation des organes appendiculaires.
- c. Organe appendiculaire en tout semblable à ceux que l'on trouve encore attachés aux rhizomes de Sigillaires (*Stigmaria*).

FIG. 2. — *Halonia regularis*, L. et H., d'après M. Binney, gros. $\frac{1}{1}$.

- a. Cylindre ligneux central.
- c. Une radicelle développée accidentellement dans le tissu détruit de la tige, comme cela se voit si fréquemment dans les échantillons qui ont macéré avant d'être silicifiés ou carbonatés.
- c'. Cicatrices laissées par les organes appendiculaires.

FIG. 3. — Coupe transversale d'un faisceau vasculaire foliaire de *Lepidodendron Harcourtii*, faite à son passage à travers l'écorce, près de sa sortie, gros. $\frac{24}{1}$.

- a. Cordon foliaire à section elliptique à deux centres trachéens.
- d. Partie libérienne du faisceau.
- b. Gaine protectrice du faisceau.
- c. Cellules de l'écorce appartenant à la tige.

FIG. 4. — Coupe transversale d'un cordon foliaire de *Halonia regularis*, faite près de son point de sortie de l'écorce, gros. $\frac{24}{1}$.

- a. Faisceau vasculaire à section elliptique, à deux centres trachéens.
- d. Partie libérienne du faisceau.
- b. Gaine protectrice.
- c. Cellules superficielles de l'écorce appartenant à la tige.

FIG. 5. — Coupe transversale d'un cordon vasculaire, se rendant à une racine, faite à la surface d'un échantillon de *Halonia regularis*, gros. $\frac{20}{1}$.

- a. Faisceau vasculaire à section arrondie dont les éléments les plus volumineux se trouvent au centre.
- b. Assises de l'écorce de la racine.
- c. Cellules appartenant à l'écorce du rhizome.

FIG. 6. — Coupe longitudinale de *Halonia regularis*, d'après M. Dawes.

- a. Moelle centrale.
- b. Cylindre ligneux formé de trachéides rayées, sans rayons médullaires interposés, et dont les éléments les plus petits sont à la périphérie.
- c. Étui cellulaire entourant le cylindre ligneux.
- d. f. Sections transversale et longitudinale des faisceaux vasculaires qui se rendent aux organes appendiculaires.
- g. Assise de l'écorce formée de cellules polyédriques à parois minces.
- h. Assise extérieure composée de cellules à sections rectangulaires souvent dis-

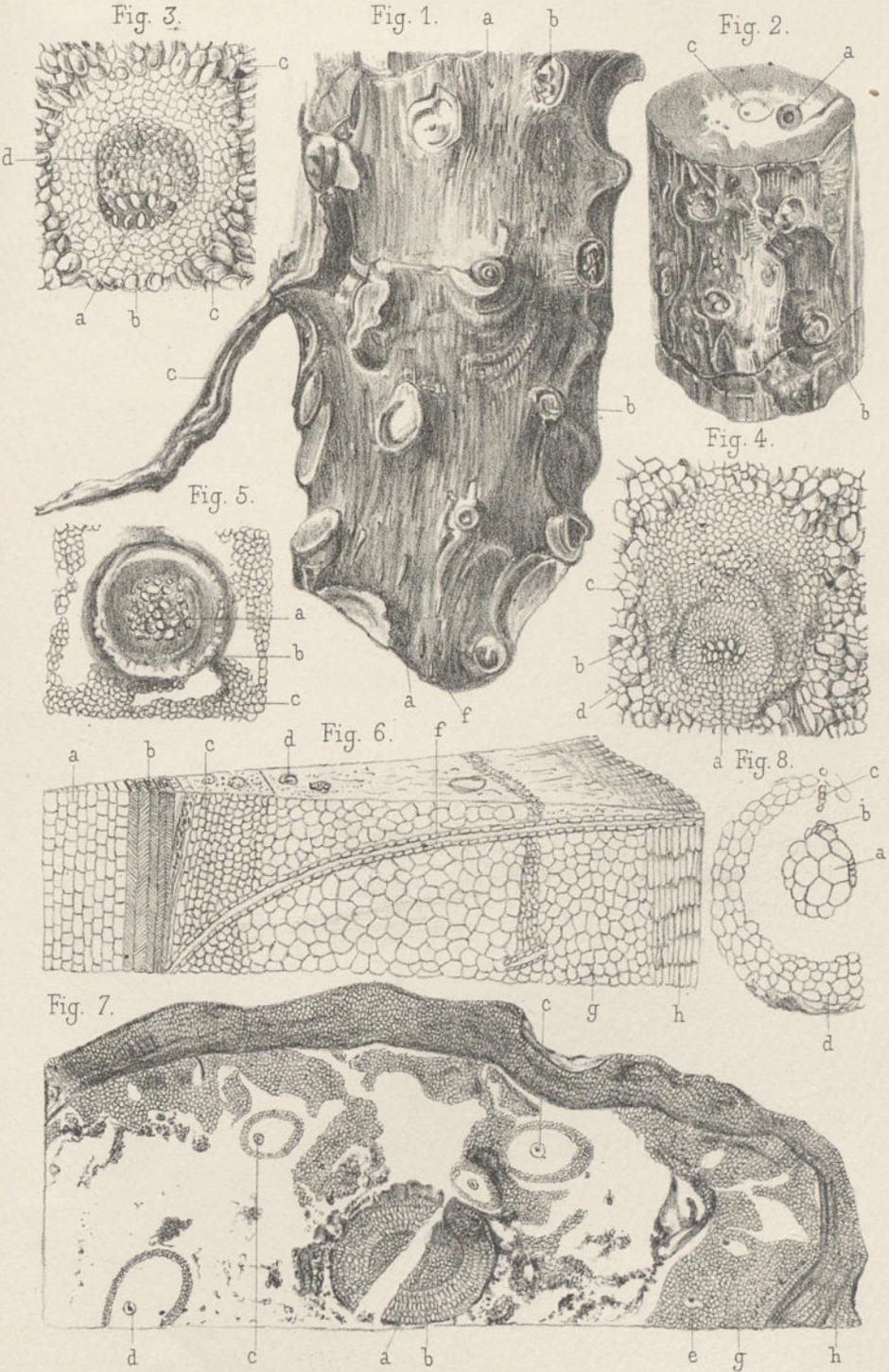
posées régulièrement en séries rayonnantes et représentant la partie subéreuse du rhizome.

Fig. 7. — Coupe transversale d'une tige de *Halonia regularis*, d'après M. Binney, gros. $\frac{5}{1}$.

- a. Région médullaire.
- b. Cylindre ligneux formé de trachéïdes rayées disposées comme celles du cylindre ligneux du *L. Harcourtii*.
- c, c, d. Racines étrangères à l'échantillon (regardées comme en dépendant, par M. Binney, et comme des axes ligneux de branches dichotomes, par Schimper), qui se sont développées dans son tissu désorganisé.
- e. Cordons vasculaires inclus dans le tissu conservé, et se portant vers les cicatrices superficielles.
- g. Assise cellulaire peu résistante de l'écorce.
- h. Assise extérieure en partie subéreuse limitant l'échantillon.

Fig. 8. — Une des racines incluses dans le tissu désorganisé de l'échantillon, gros. $\frac{10}{1}$.

- a. Faisceau vasculaire central à trois centres d'accroissement, les trachéïdes dont la lumière est maximum sont au centre.
- b. L'un des centres trachéens.
- c. Bande vasculaire allant se mettre en contact avec une radicelle.
- d. Assise interne de l'écorce de la racine.



Bourin lith.

Imp. Becquet, Paris.

Rhizomes et racines de Lépidodendrons.

PLANCHE 9.

FIG. 1. — *Lepidophloios laricinus*, Sternb., d'après une figure de M. Goldenberg, mais redressée. (*Flor. Saraeponta, foss.*, t. XVI, f. 6.)

- a. Partie décortiquée.
- b. Cicatrice laissée par les rameaux.
- c. Cicatrice des cordons foliaires.
- d. Coussinets et cicatrices foliaires.
- r. Rameaux disjoints dans l'échantillon figuré par Goldenberg, et qui paraissent réunis à l'échantillon artificiellement.

FIG. 2. — *Lepidophloios macrolepidotus*, Goldenberg. (Pl. XIV, *loc. cit.*)

- a. Coussinets foliaires.
- c. Cicatrices foliaires avec trois cicatricules vasculaires ponctiformes.
- b. Sillons séparant les mamelons.

FIG. 3. — *Lepidophloios lepidophylifolius*, Gold. (Pl. III, *loc. cit.*)

- a. Coussinet foliaire.
- c. Cicatrice foliaire triponctuée.

FIG. 4. — *Lepidophloios macrolepidotus*, Gold. (Pl. XV, *loc. cit.*), rameau jeune.

FIG. 5 ET 7. — *Lepidophloios laricinus*, Sternberg, avec l'épiderme des coussinets.

FIG. 6. — *Lepidophloios laricinus*, deux cicatrices un peu grossies, d'après Schimper.

- a. Coussinet foliaire.
- b. Mamelon placé au-dessous de la cicatrice foliaire.
- c. Cicatrice foliaire triponctuée.

FIG. 8. — Cône de *Lepidophloios laricinus*, d'après M. Goldenberg.

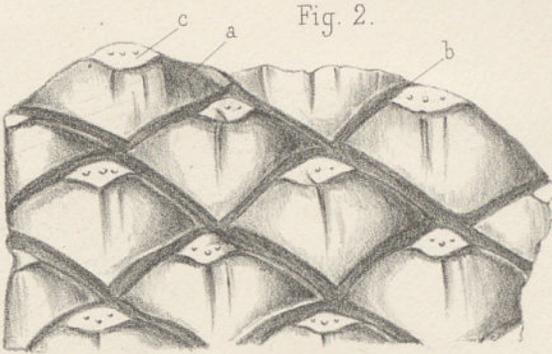


Fig. 2.

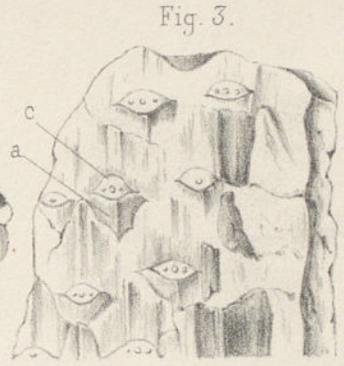


Fig. 3.



Fig. 8.

Fig. 1.

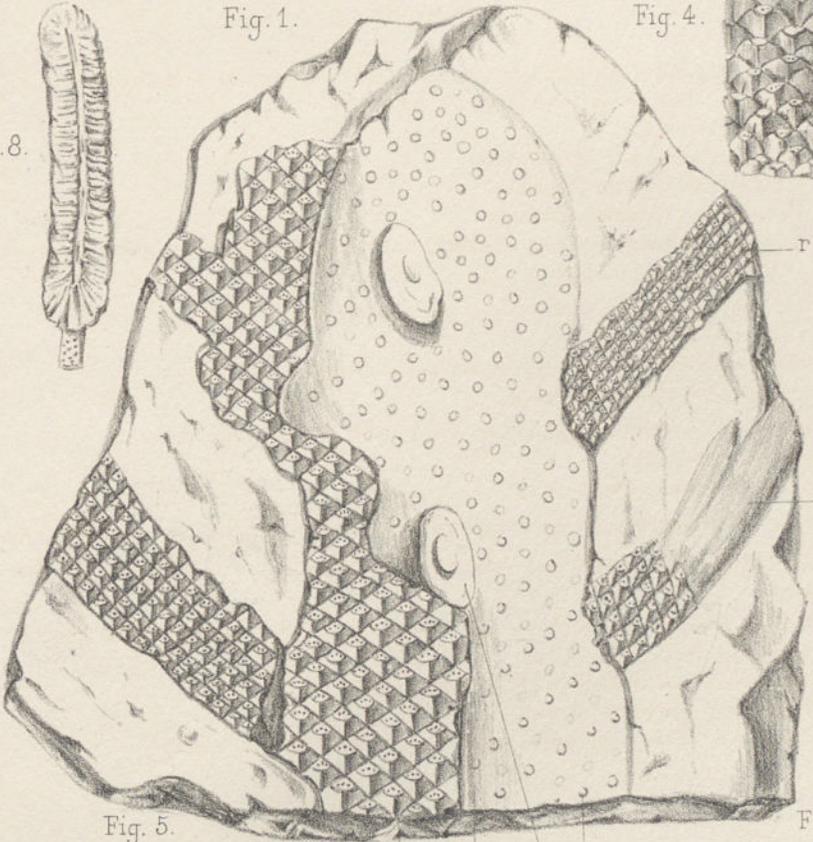


Fig. 4.

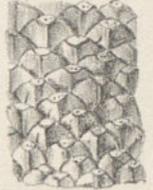


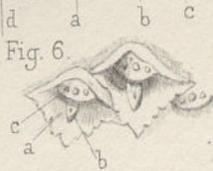
Fig. 5.



Fig. 7.



Fig. 6.



Bovin lith

Imp. Becquet, Paris.

Lepidophloios.

PLANCHE 10.

FIG. 1. — Coupe transversale de *Lepidophloios crassicaulis*, Corda.

- a. Cylindre ligneux enveloppant une moelle centrale.
- b. Faisceaux vasculaires se dirigeant vers les feuilles.
- c. Argile assez peu dure remplissant les intervalles existant entre le cylindre ligneux, l'écorce et les faisceaux vasculaires dont le tissu est au contraire silicifié.

FIG. 2. — Portion de la surface de l'échantillon montrant les cicatrices foliaires.

- a. Coussinets.
- c. Cicatrices foliaires triponctuées.

FIG. 3. — Figure montrant les bases persistantes, assez développées, laissées par la chute des feuilles.

- a. Coussinet très développé, peut-être accresçant des feuilles.
- c. Cicatrice foliaire légèrement déformée par la dessiccation.

FIG. 4. — Portion de cylindre ligneux coupé transversalement.

- a. Partie de ce cylindre déformée par une compression extérieure.
- c. Dentelures formées par les trachéides les plus grêles, placées à la périphérie du cylindre ligneux, et qui contribuent à former les cordons foliaires.
- f. Cordons détachés du cylindre ligneux, et qui se dirigent vers les cicatrices foliaires.

FIG. 5. — Coupe transversale plus grossie d'une portion extérieure du cylindre ligneux.

- c. Dentelures périphériques.
- f. Cordons foliaires de forme arrondie ou elliptique.
- o, δ . Un cordon foliaire montrant en o et en δ , les deux centres d'accroissement du cordon, qui est bipolaire.

FIG. 6. — Coupe transversale de deux dentelures montrant entre elles, un petit amas de trachées d'où va partir un cordon foliaire, il se détache au point de jonction des deux branches a à qui s'est produite un peu plus bas, mais les branches se sont déjà séparées.

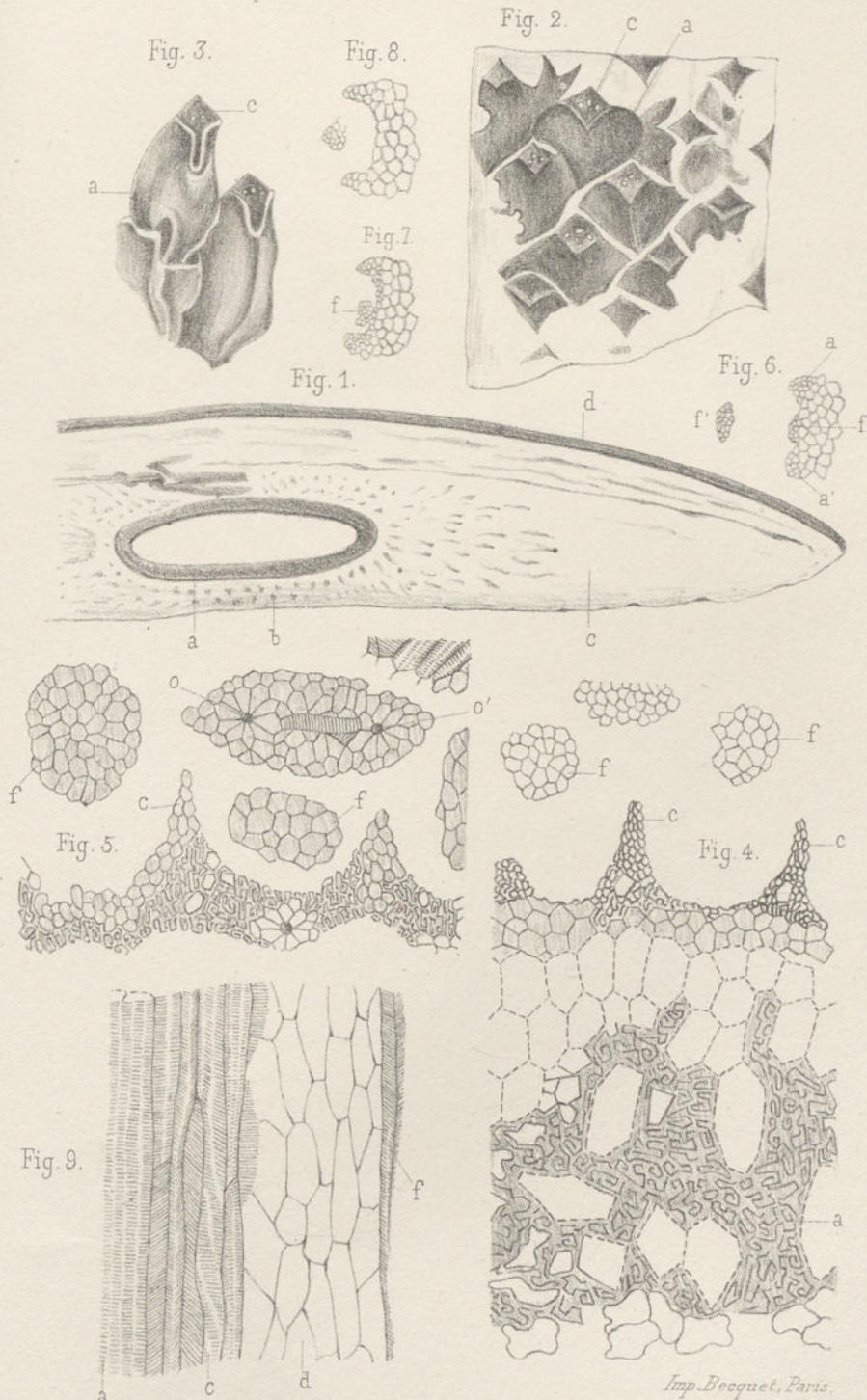
- f. Cordon foliaire qui a pris naissance dans les mêmes conditions, mais un peu plus bas

FIG. 7. — Le cordon foliaire f placé entre deux dentelures va se séparer.

FIG. 8. — Le cordon pris un peu plus haut s'est détaché du cylindre ligneux.

FIG. 9. — Coupe longitudinale d'une portion du cylindre ligneux.

- a. Trachéides centrales, rayées, volumineuses.
- c. Trachéides rayées périphériques, d'un diamètre plus petit.
- d. Tissu cellulaire conservé par place entre le cylindre ligneux et les cordons foliaires.
- f. Cordon foliaire.



Imp. Becquet, Paris.

Bonn lith.

Lepidophloios crassicaulis, Corda.

PLANCHE 44.

FIG. 1. — Tige de *Lepidophloios* en partie restaurée, portant des feuilles en quelques points de sa surface, et des cicatrices discoïdes, analogues à celles des *Ulodendrons*. Gros. $\frac{1}{2}$.

Terrain houiller moyen, mines de Saarbrück. (Collection de plantes fossiles du Muséum de Paris.)

FIG. 2. — *Ulodendron minus*. Lindl. et Hutton.

Fragment de tronc montrant trois cicatrices discoïdales, laissées par des bulbilles (?) et les cicatrices plus petites rhomboïdales des feuilles.

FIG. 3. — *Ulodendron majus*. Lindl. et Hutton.

Fragment de tige offrant une cicatrice discoïdale, et celles des feuilles, l'échantillon doit être vu retourné.

FIG. 4. — *Bothrodendron punctatum*, Lindl. et Hutton.

Portion de tronc montrant une cicatrice discoïdale et de petites cicatrices correspondant à des feuilles ou à des écailles.

Fig. 1.

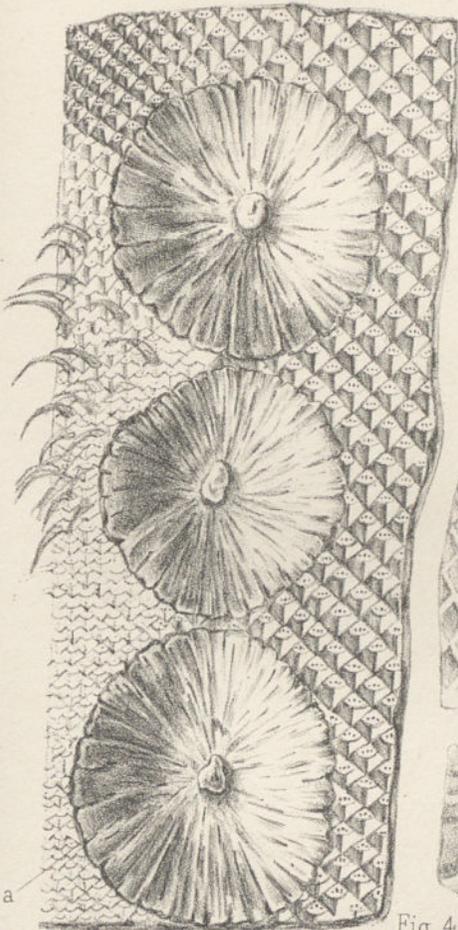


Fig. 2.

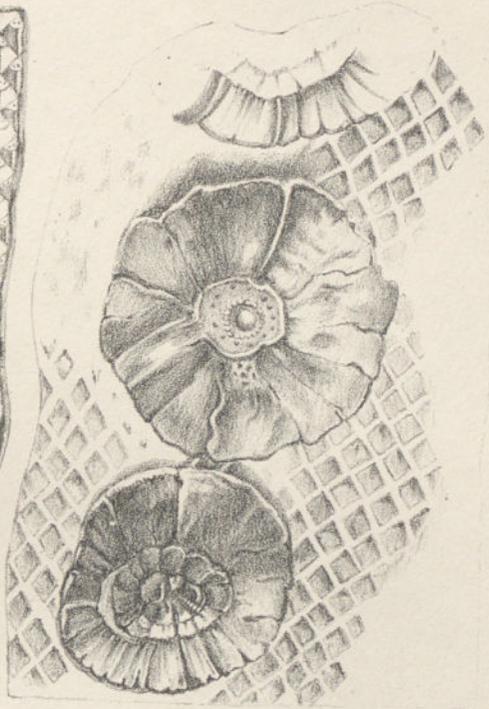
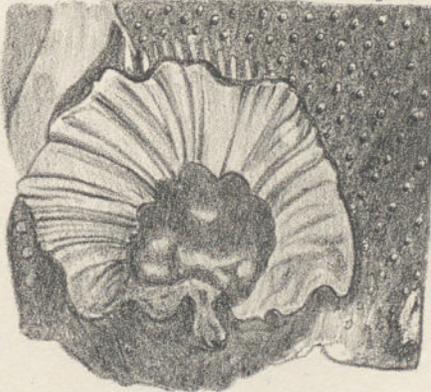


Fig. 3.



Fig. 4.



Boivin lith

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 12.

FIG. 1. — *Rhytidodendron minutifolium*, N. Boul.

Cet échantillon provient de Fresnes (Nord), les cicatrices foliaires sont à peine visibles à cause de leur petitesse.

FIG. 2. — Une cicatrice foliaire grossie, avec une petite portion de la surface à aspect chagriné.

FIG. 3. — *Halonia tuberculata*, Brongt.

t. Tubercules disposés en spirale sur la tige.

b. Cicatrices laissées par les écailles.

FIG. 4. — *Halonia tortuosa*. Lind. et Hutton. Fragment de branche de dichotomie dans des grès houillers de South Shields (Angleterre).

b. Cicatrices laissées par les écailles.

t. Tubercules placés en quatre rangées, sur un côté seulement du rameau.

FIG. 5. — *Knorria imbricata*, Sternberg.

Fragment de tronc, après la destruction partielle des coussinets foliaires, terrain houiller de Silésie.

FIG. 6. — *Knorria imbricata*, moule des faisceaux vasculaires qui se rendaient aux feuilles (de la Grauwache des Vosges).

FIG. 7. — *Knorria imbricata*, échantillon plus jeune.

FIG. 8. — Quelques cicatrices dépourvues de leur épiderme.

FIG. 9. — *Lycopodium primaevum*. Goldenberg (des environs de Saarbruck. Aster-Flöz-Holzhauerthal).

FIG. 10. — *Lycopodium macrophyllum*, Goldenberg (*idem.*, Auerswald-Flöz).

Fig. 3.



Fig. 1.

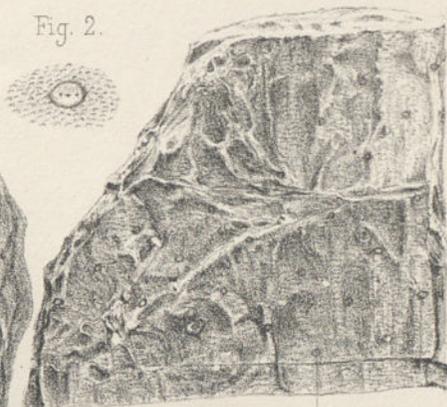


Fig. 2.

Fig. 5.

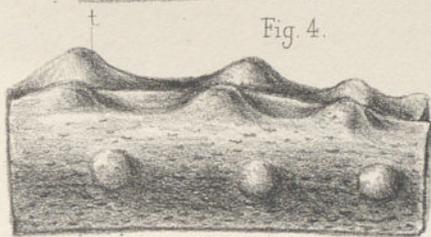


Fig. 4.

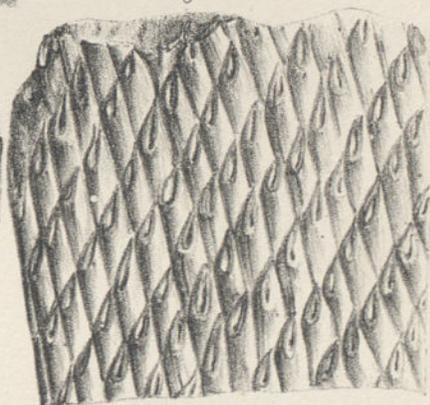


Fig. 8.

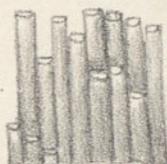


Fig. 7.

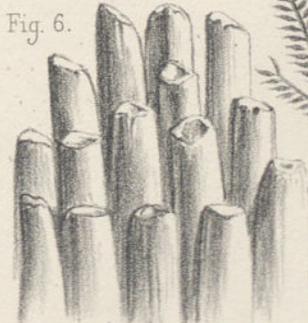


Fig. 6.



Fig. 9.



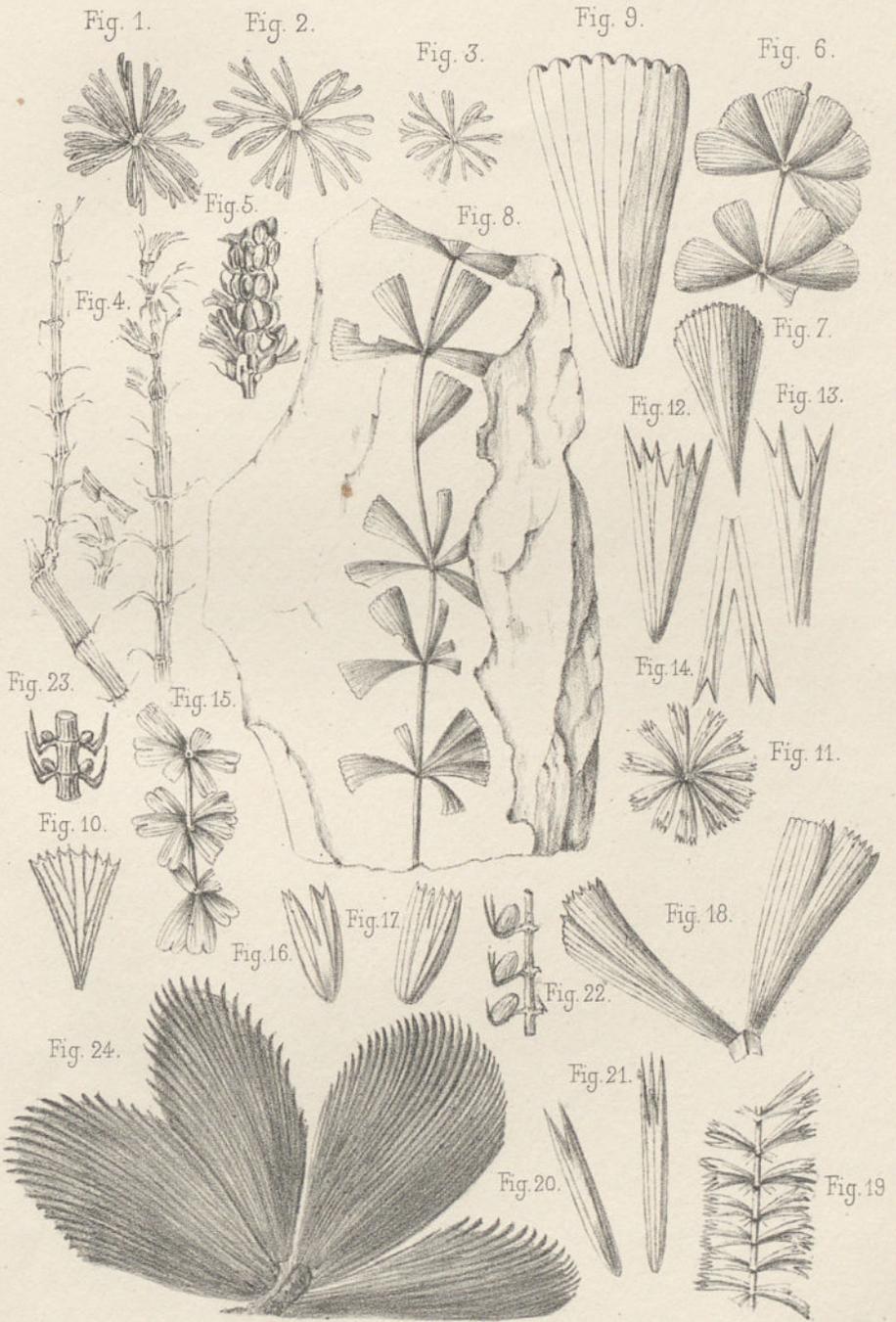
Fig. 10.

Bovin lith.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 13.

- FIG. 1, 2, 3. — *Sphenophyllum tenerrimum*, Ettinghausen (grossi), verticilles montrant les feuilles une ou plusieurs fois dichotomes.
- FIG. 4. — Rameaux de *Sphenophyllum tenerrimum*.
- FIG. 5. — Épi du même, d'après M. Stur; on ne peut juger du mode d'insertion des sporanges d'après la figure.
- FIG. 6. — Deux verticilles de *Sphenophyllum Schlotheimii*, Brongt.
- FIG. 7. — Une foliole du même, plus grossie.
- FIG. 8. — *Sphenophyllum truncatum*, Brongt. (Schimper).
- FIG. 9. — Une foliole du même, plus grossie.
- FIG. 10. — *Sphenophyllum cuneifolium*, Sternberg, une foliole grandeur naturelle.
- FIG. 11, 12, 13, 14. — *Sphenophyllum saxifragæfolium*, Coëmans et Kickx, plusieurs folioles prises à différentes hauteurs, pour montrer les variations que subit la division du limbe; dans la partie submergée, les feuilles se divisent encore plus profondément et se réduisent en lanières.
- FIG. 15, 16, 17. — *Sphenophyllum oblongifolium*, Germar et Kaulfuss.
Rameau portant trois verticilles, et folioles isolées.
- FIG. 18. — *Sphenophyllum longifolium*, Germar.
- FIG. 19. — *Sphenophyllum angustifolium*, Germar.
Rameau sur lequel se trouvent encore attachés sept verticilles.
- FIG. 20, 21. — Folioles de *Sp. angustifolium* bi et trifides isolées, elles sont parcourues par deux et trois nervures depuis la base.
- FIG. 22. — Épi de *Sphenophyllum angustifolium* d'après M. Grand'Eury. Les sporanges sont épiphyllés et doivent renfermer des microspores.
- FIG. 23. — Épi du même. Les sporanges sont à l'aisselle des bractées, par conséquent renferment des macrospores.
- FIG. 24. — Portion de verticille de *Sphenophyllum Thoni*, Mahr, d'après M. Zeiller. (Expl. carte géol. de France, 1879, végétaux fossiles.)



Bovin lith.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 14.

FIG. 1. — Portion de tige feuillée de *Sphenophyllum Stephanense* un peu plus grande que nature, on voit trois articulations dont deux portent des feuilles. La surface de la tige a été entamée par la cassure du fragment siliceux. La base de la feuille se termine sous un angle droit ou aigu.

FIG. 2. — Coupe transversale d'un échantillon de *S. Stephanense* venant de Grand-Croix, près Saint-Etienne, la section passe par un nœud et rencontre les faisceaux vasculaires qui se rendent aux feuilles, Gr. $\frac{33}{1}$.

- b.* Extrémité de l'un des angles de l'axe vasculaire central composée de trachéides rayées.
- c.* Région occupée par des trachées déroulables, de cette région s'échappent deux faisceaux vasculaires *h, h*. Dans la portion cellulaire comprise entre l'axe ligneux et la partie fibreuse extérieure, ces deux faisceaux se sont dédoublés, car nous retrouvons quatre branches qui pénètrent dans la région fibreuse et les plus extérieures de ces branches *h'h'*, se bifurquent à leur tour avant de sortir de la tige.
- m, m.* représentent les sillons existant entre les bases des feuilles qui reçoivent, chacune dans cette espèce, trois faisceaux vasculaires issus de l'un des deux faisceaux partant de l'extrémité de l'axe triangulaire.
- f.* Assise de l'écorce non conservée.
- d.* Tubes ponctués aquifères entourant le cylindre triangulaire central.

FIG. 3. — Fragment dépourvu de son écorce émettant en avant un rameau, dans le plan de l'un des rayons de l'axe triangulaire de la tige.

FIG. 4. — Coupe transversale passant par un nœud, peut-être du *S. Saxifragaeifolium* provenant des gisements silicifiés d'Autun.

- a.* Axe triangulaire parcourant toute la longueur de la tige sans aucun renflement aux articulations.
- La partie centrale est formée de gros vaisseaux à ponctuations elliptiques aréolées. Vers les angles du triangle les vaisseaux ponctués sont remplacés presque totalement par des vaisseaux rayés *a'* qui se creusent en lacune et entourant un faisceau de trachées *t*.
- b.* Tissu cellulaire lâche peu résistant enveloppant le cylindre central.
- c.* Zone vasculaire formée de tubes à ponctuations aréolées, la section de ces vaisseaux est quadrangulaire, ils sont plus volumineux entre les extrémités de l'axe triangulaire que dans les parties qui correspondent aux angles.
- t.* Groupes trachéens qui occupent les trois angles et dont la disparition détermine une lacune.
- e.* Tissu cellulaire, peu résistant, rarement conservé.
- f.* Tissu disposé en bandes rayonnantes et régulières, analogue à du tissu subéreux.
- g.* Partie fibreuse de l'écorce très épaisse dans cette région de l'échantillon, qui correspond à une articulation.
- h.* Traces laissées dans le tissu fibreux de l'écorce, par les faisceaux vasculaires au nombre de dix-huit, qui se rendent aux feuilles.

FIG. 5. — Portion de coupe longitudinale passant par l'un des angles de l'axe ligneux. Gr. $\frac{95}{1}$.

- a. Trachéides ponctuées, aréolées, du centre de l'axe.
- b. Vaisseaux scalariformes situés plus près de l'extrémité.
- t. Trachées déroulables et déroulées.
- c. Tubes ponctués aquifères, et de soutien, se présentant avec l'apparence de grosses cellules rectangulaires superposées.

FIG. 6, 7, 8 et 9. — Coupes longitudinales passant par l'un des angles et l'axe du faisceau central. Gr. $\frac{60}{1}$.

FIG. 6. — c. Portion de la zone composée de tubes aquifères ponctués.

t. Trachées déroulables placées à l'extrémité de l'un des angles du faisceau central.

a. Trachéides rayées placées à la suite des trachées et plus rapprochées du centre du cylindre ligneux.

FIG. 7. — a'. Trachéides rayées, faisant suite aux précédentes.

a. Trachéides ponctuées du centre du cylindre ligneux.

FIG. 8. — a. Suite des trachéides centrales ponctuées.

b. Tissu cellulaire placé entre le cylindre ligneux et les tubes aquifères.

c. Tubes aquifères à ponctuations elliptiques aréolées, les méats primitifs existant entre quatre tubes voisins ont été remplis par des cellules allongées g.

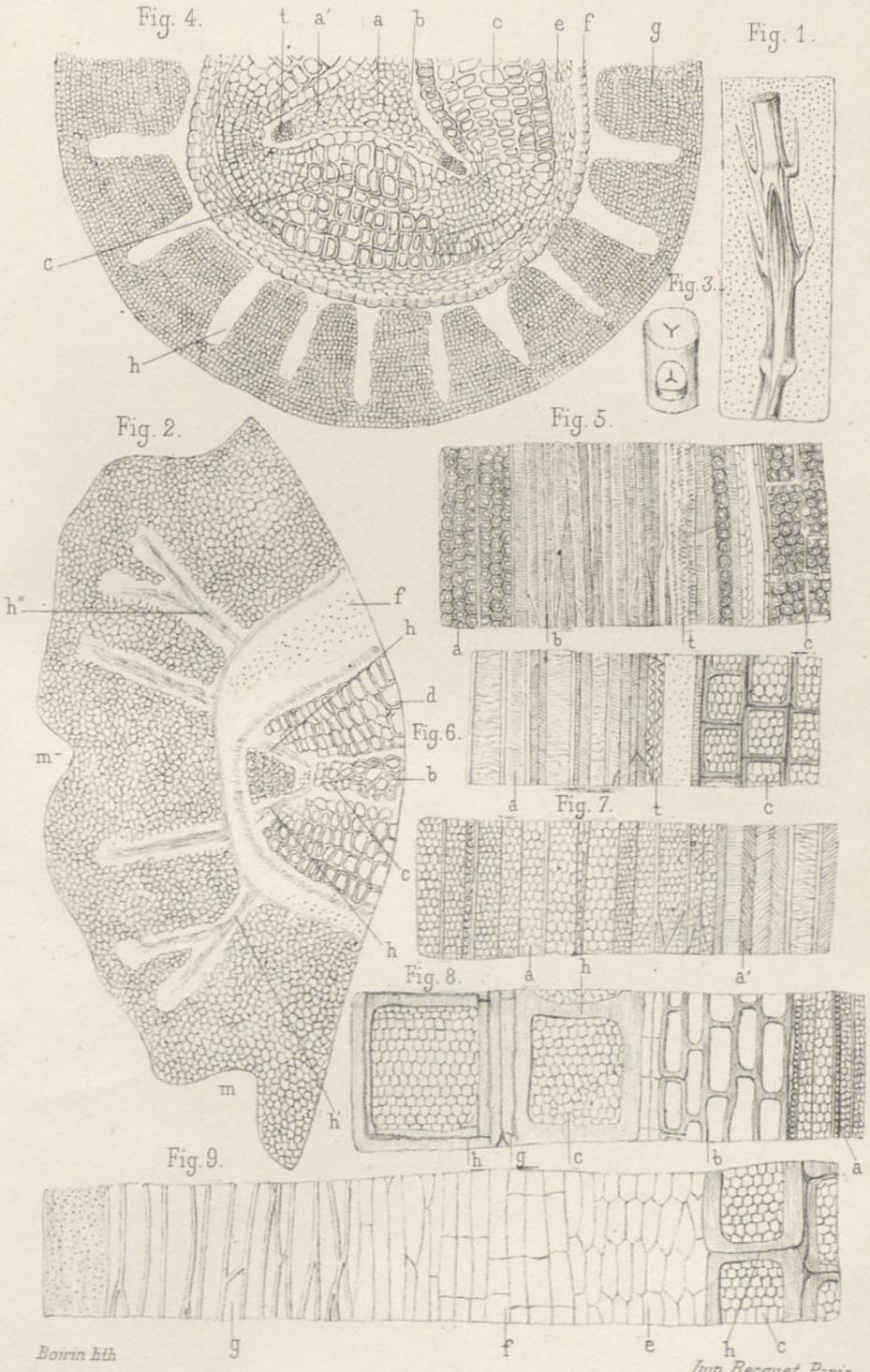
h. Restes des cloisons transversales des cellules disposées en files qui ont formé les tubes.

FIG. 9. — c. Tubes aquifères ponctués, on voit nettement les restes des cloisons transversales h des cellules primitives.

e. Tissu cellulaire délicat qui forme l'assise interne de l'écorce.

f. Partie subéreuse de l'écorce.

g. Portion fibreuse ou hypodermique de l'écorce qui contribuait à donner de la solidité aux rameaux assez grêles des *Sphenophyllum*.



Bourm hth

Lup. Becquet, Paris.

PLANCHE 15.

FIG. 1. — Coupe longitudinale d'une portion de tige de *Sphenophyllum quadrifidum* passant par un nœud, gr. $\frac{14}{1}$.

- a. Trachéides ponctuées du centre.
- b. Trachéides rayées composant en partie les branches de l'étoile triangulaire.
- tr. Trachées qui occupent les extrémités des trois angles de l'axe ligneux.
- i. Faisceaux vasculaires formés de trachéides rayées et spiralées qui se détachent des angles de l'axe pour se porter dans les feuilles.
- c'. Enveloppe composée de un ou deux rangs de cellules à sections rectangulaires, plus hautes que larges, à parois non ponctuées dans les rameaux jeunes, puis ponctuées et qui forment les tubes aquifères entourant le cylindre ligneux dans les rameaux plus âgés.
- d. Tissu formé de cellules à sections rectangulaires, à parois minces, disposées en files verticales, simulant du tissu subéreux.
- e. Éléments fibreux de l'écorce.
- g. Coupe longitudinale de deux feuilles du verticille.
- i. Faisceaux vasculaires qui, après avoir traversé l'écorce, se rendent dans la feuille.
- l. Cellules aquifères qui accompagnent les faisceaux vasculaires.
- m. Mamelon placé entre deux feuilles un peu au-dessus, peut-être déterminé par la présence d'un bourgeon expectant.
- p. Pollen retenu par les feuilles.
- n. Mamelon placé au-dessous des feuilles servant d'insertion soit à des poils cloisonnés, soit à des racines adventives.
- r. Grosses cellules, ou lacunes aériennes existant dans le parenchyme de la feuille.

FIG. 2. — Coupe transversale faite dans un entre-nœud un peu au-dessus d'une articulation, elle rencontre un verticille formé de six feuilles dressées, gr. $\frac{14}{1}$.

- a. Partie centrale de l'axe ligneux triangulaire formé de trachéides ponctuées et aréolées.
- b. Trachéides scalariformes.
- c. Première gaine entourant cet axe et formée de tubes aquifères ponctués.
- c'. Deuxième gaine composée de cellules rectangulaires à parois minces *non encore ponctuées*.
- e. Assise fibreuse extérieure de l'écorce.
- f. Trois cannelures accusées qui sillonnent la tige dans les entre-nœuds.
- f. Sillons moins accusés alternant avec les cannelures précédentes et correspondant aux angles de l'axe ligneux.
- g. Verticille composé de six feuilles coupées transversalement au-dessous du point où elles se divisent en lanières.
- h. Faisceaux vasculaires au nombre de quatre qui parcourent la feuille dans toute sa longueur.

FIG. 3. — La coupe a été faite à la hauteur d'une articulation, les deux faisceaux de trachées *tr* envoient en *i* deux branches, chacune de ces branches pénètre dans la partie fibreuse de l'écorce et s'y divise en deux autres, *j*, *j*. On a ainsi douze

faisceaux vasculaires qui se distribuent deux à deux dans chacune des six feuilles ; ces deux faisceaux vasculaires, qui pénètrent dans chacune des six feuilles, s'y divisent presque immédiatement chacun en deux autres, et la feuille se trouve ainsi parcourue par quatre nervures dans toute sa longueur. Une feuille ne reçoit des faisceaux vasculaires que de l'un des six faisceaux primitifs de l'axe.

FIG. 4. — Coupe longitudinale, gr. $\frac{45}{1}$ montrant en *g* une base de feuille et en *o* une touffe de poils radiculaires, en *l* des cellules aquifères.

FIG. 5. — Tubes aquifères ponctués, gr. $\frac{100}{1}$ qui entourent l'axe ligneux.

h. Restes des cloisons transversales des cellules superposées qui ont formé ces tubes par la disparition partielle des cloisons.

g. Cellules verticales allongées qui se sont formées dans les méats existant entre les angles de 4 tubes aquifères voisins.

FIG. 6. — Coupe transversale d'une racine de *Sphenophyllum*, gr. $\frac{14}{1}$.

a. Axe ligneux, à deux centres d'accroissement.

c. Tubes aquifères ponctués, disposés en couches concentriques autour de l'axe ligneux, comme dans les tiges.

n. Écorce, forme de parenchyme lâche et lacuneux.

ep. Épiderme limitant la racine.

L'aspect général de cette coupe est celui offert par une racine de *Rhizocarpée* (*Marsilia*, par exemple), avec cette différence que les cellules amylières qui entourent l'axe ligneux se trouvent remplacées ici par des tubes aquifères, comme dans les tiges.

FIG. 7. — Fragment d'épi de *Sphenophyllum*, gr. $\frac{18}{1}$.

c. Cellules à sections rectangulaires correspondant aux cellules amylières ou aquifères des tiges, elles entourent le faisceau vasculaire central *a*.

b. Bractées en places ou rompues disposées en verticilles.

sp. *Macrosporangies* dont l'enveloppe formée des cellules caractéristiques de ces organes est en partie déchirée, ils sont placés sur l'axe près de la base des bractées, dans l'intervalle de deux de ces organes, *ma*, *m'a*, *macrospores*.

f. Faisceau vasculaire qui se rend à la base de l'enveloppe du macrosporangie inférieur.

s'p'. *Microsporangies*, celui de la partie supérieure est encore adhérent sur le limbe de la bractée et à une certaine distance de sa base.

m i. *Microspores* encore incluses dans les microsporangies.

FIG. 8. — *Microsporange*, gros. $\frac{45}{1}$.

s'p'. Enveloppe du microsporange formée de cellules à sections rectangulaires à parois épaissies, le microsporange paraît soudé à la bractée, et réellement épiphyllé.

mi. *Microspores* nombreuses et très jeunes.

b'. Bractée stérile ou ayant perdu ses fructifications enlevées par le froissement qu'a subi ce fragment rompu d'épi de *Sphenophyllum*.

Fig. 1.

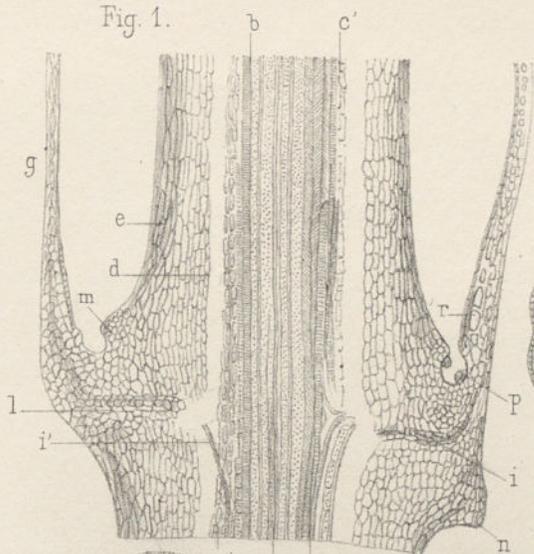


Fig. 2.

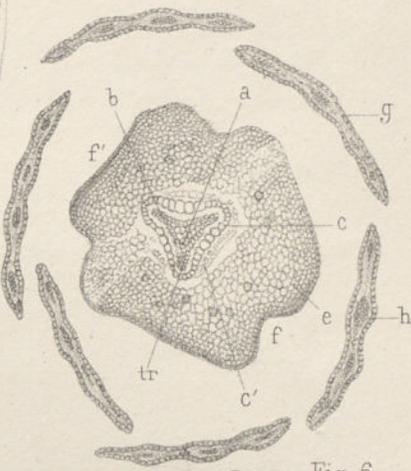


Fig. 3.

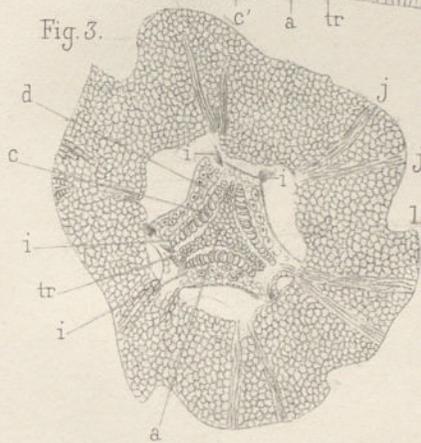


Fig. 4.



Fig. 6.

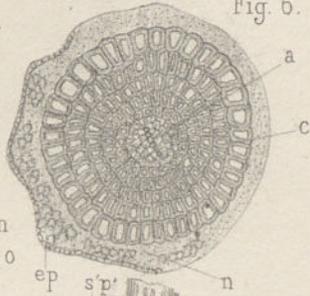


Fig. 5.



Fig. 8.

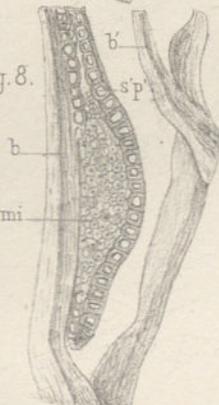
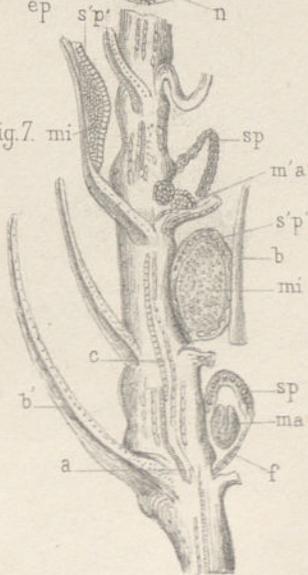


Fig. 7.



Bonn lith

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 16.

FIG. 1. — Coupe transversale d'une feuille de *Sphenophyllum quadrifidum*,

gros. $\frac{45}{1}$.

k. Tissu lâche du parenchyme intérieur.

l. Faisceaux vasculaires lunulés qui le parcourent et qui correspondent aux nervures extérieures.

ep. Épiderme inférieur de la feuille.

st. Stomates, *r* lacunes aériennes, *k* parenchyme.

ép'. Épiderme supérieur formé de cellules à sections rectangulaires, et un peu plus grosses que celles plus arrondies qui forment l'épiderme inférieur.

FIG. 2. — Coupe transversale d'un jeune rameau; l'axe ligneux triangulaire et son enveloppe de tubes ponctués ont été seulement représentés.

tr. Trachées disposées en deux groupes à chaque extrémité des angles du triangle ligneux.

a. Trachéides ponctuées ne remplissant pas encore toute la partie centrale de l'axe, indiquant ainsi que le développement a marché des centres trachéens en direction sensiblement centripète.

à. Trachéides n'ayant pas encore atteint tout leur développement.

c. Deux couches concentriques de tubes ponctués, complètes sur une face seulement, les deux autres faces n'en possèdent qu'une rangée; cependant on voit en *c'*, quelques-uns de ces tubes en voie de formation en dehors de la première couche, et la différenciation commence à partir des trois angles.

FIG. 3. — *Macrosporange*, gros. $\frac{45}{1}$.

sp. Enveloppe du macrosporange d'une structure analogue à celle du microsporange.

ma. *Macrospace* déchirée à la partie supérieure.

g'. Bractée rompue, la base seule a persisté près de son aisselle, l'on distingue quelques vaisseaux spiraux venus de l'axe.

tr. Faisceaux vasculaires se dirigeant vers l'enveloppe du macrosporange à la base duquel il se perd.

FIG. 4. — Sporocarpe du *Marsilia Marioni*, Al. Braun.

Les valves ouvertes sont reliées à la columelle par des filaments.

FIG. 5. — *Sagenopteris rhoifolia*, Presl.

Une foliole seulement a été représentée avec ses nervures.

FIG. 6. — Détail de nervation de la feuille précédente, montrant la reticulation vasculaire, cette réticulation se retrouve sur un grand nombre de Marsiliacée, *M. Salva-trix*, etc.

FIG. 7. — *Salvinia Reussii*, Ettingshausen.

FIG. 8. — *Psilophyton princeps*, Daws.

Rhizome, et tige de *Psilophyton* restauré.

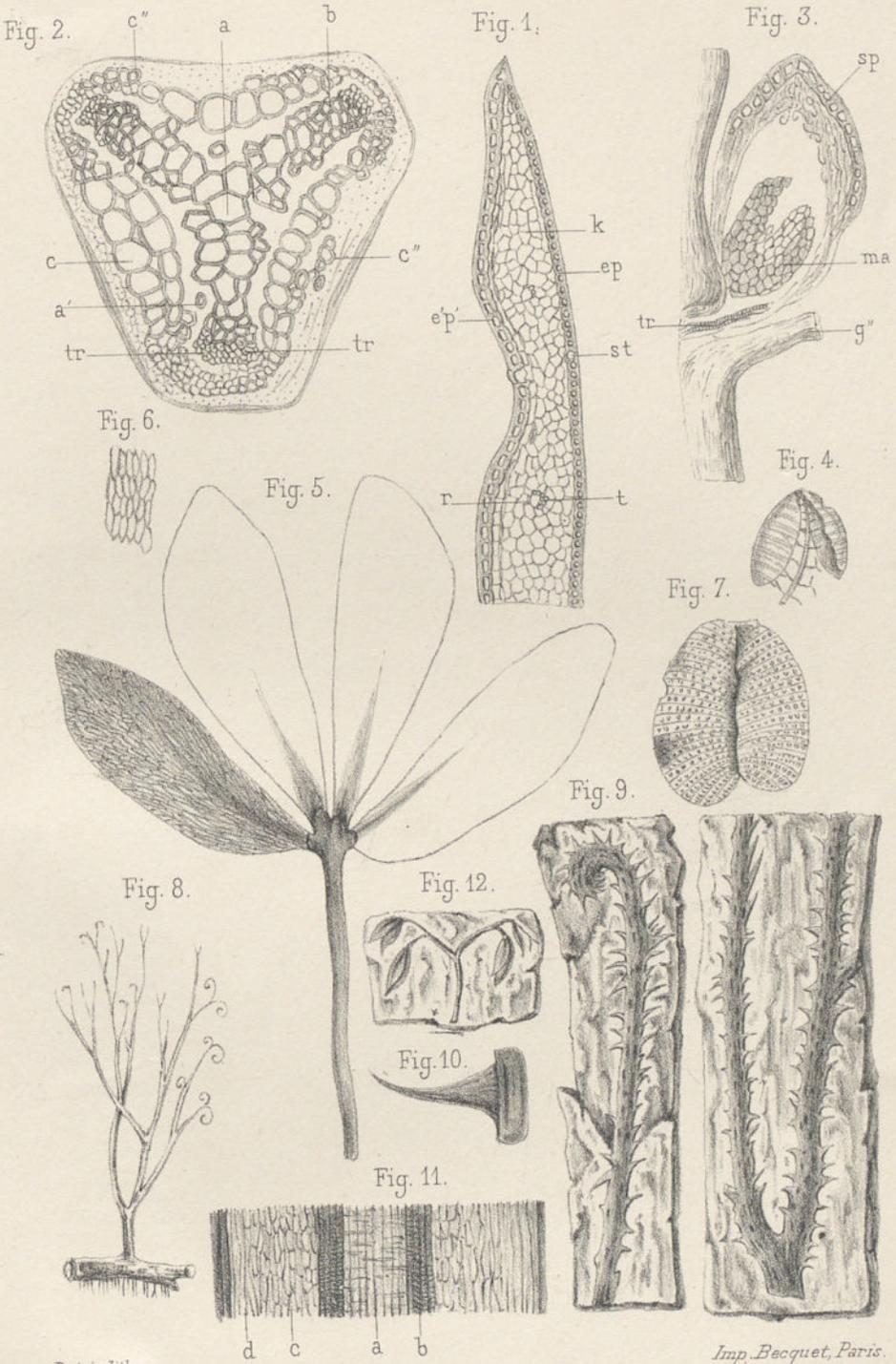
FIG. 9. — *Psilophyton*.

FIG. 10. — Feuille rigide recouvrant les rameaux.

FIG. 11. — Coupe longitudinale de *Psilophyton princeps*.

- a. Moelle centrale formée de cellules rectangulaires disposées par files verticales.
- b. Cylindre ligneux continu composé de trachéides ponctuées.
- c. Assise interne parenchymateuse de l'écorce.
- d. Assise externe fibreuse et plus résistante.

FIG. 12. — Fructifications rapportées aux *Psilophyton*, mais qui leur paraissent étrangères, elles rappellent les fructifications des *Palaeopteris* ou plutôt celles du *Rachophyton Condrusorum* de M. Crépin.



Boirin lith.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 17.

FIG. 1. — *Calamophyllite* et *Astérophyllites* (rameaux), gros. $\frac{1}{4}$. Échantillon donné au Muséum d'histoire naturelle, par M. Grand'Eury.

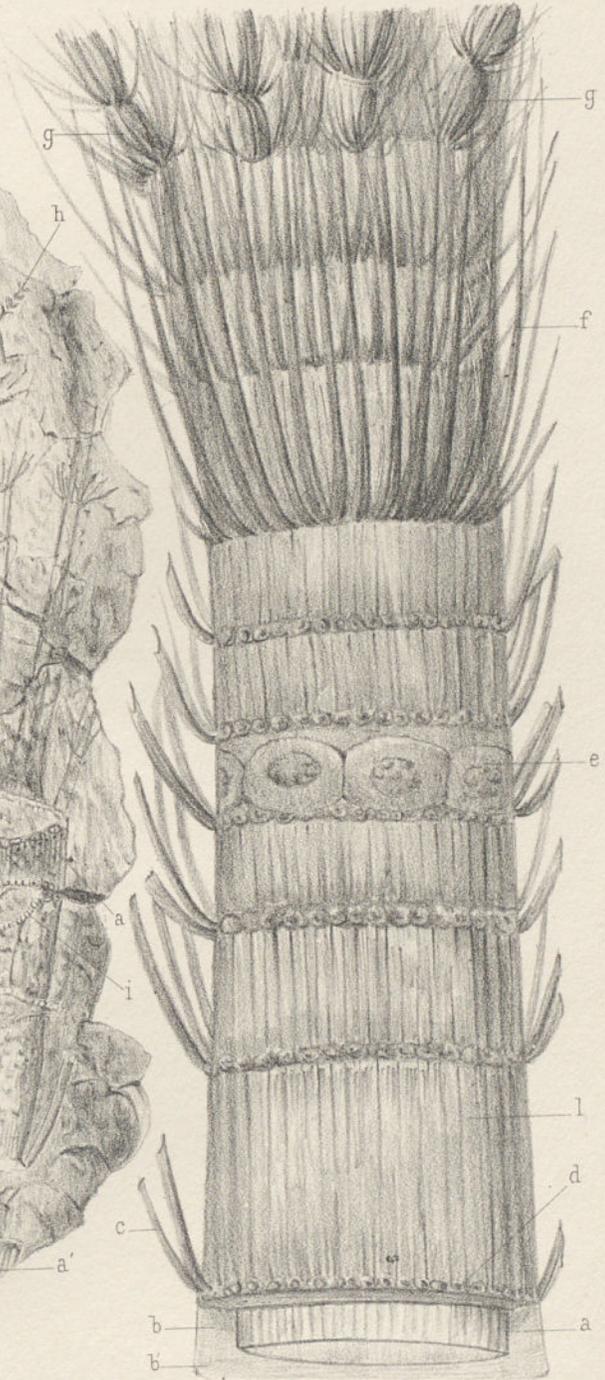
- a. Empreinte laissée par le système ligneux calamitoïde, les traces sont peu accusées comme il convient à des plantes n'ayant pas eu de développement de bois secondaire.
- g. Rameaux disposés en verticille aux articulations de la tige, et portant eux-mêmes à leurs nœuds, soit des feuilles verticillées *f*, soit des rameaux secondaires verticillés *h*; ces rameaux secondaires pouvaient être distiques ou verticillés suivant les espèces d'*Astérophyllites* et le nombre des rameaux primaires disposés en verticilles sur la tige.
- h. Rameaux secondaires portant des feuilles en verticilles.
- l. Épiderme lisse recouvrant l'échantillon, le tissu parenchymateux sous-jacent a disparu.
- a'. Traces extérieures au cylindre ligneux laissées en quelques points par cet épiderme.
- i. Traces laissées par l'entrecroisement aux nœuds des cylindres ligneux de deux entre-nœuds.

FIG. 2. — Figure représentant un tronc d'*Astérophyllite* restauré par M. Grand'Eury.

- a. Système ligneux calamitoïde.
- b. Couche parenchymateuse de l'écorce invariablement détruite dans les empreintes.
- b'. Épiderme que l'on trouve à une certaine distance du cylindre ligneux calamitoïde.
- c. Feuilles linéaires, dressées, rigides partant des articulations.
- d. Cicatrices elliptiques transverses, laissées à la surface par la chute des feuilles.
- e. Cicatrices discoïdales, laissées par la chute des rameaux.
- f. Verticille complet de feuilles encore attachées à la tige.
- g. Rameaux primaires naissant en verticilles aux articulations de la tige.

Fig. 2.

Fig. 1.



Borin lith.

Imp. Bequet, Paris.

PLANCHE 18.

FIG. 1. — *Asterophyllites equisetiformis*, Schlotheim, d'après M. Zeiller.

a. Rameau primaire.

b, c. Rameaux distiques secondaires, ceux de droite b, sont plus développés.

FIG. 2. — *Macrostachia infundibuliformis*, Brongt (Schimper), d'après M. Zeiller.

a. Pédicelle recourbé reliant l'épi directement à la tige.

FIG. 3. — Coupe transversale de *Volk. gracilis*, St. passant par un verticille de bractées stériles ; celles-ci, au nombre de vingt, restent libres dans toute leur étendue. Épi provenant du gisement d'Autun.

a. Partie fibro-vasculaire de l'axe, les trachéides sont rayées.

l. Lacunes au nombre de dix qui accompagnent les faisceaux vasculaires.

m. Moelle centrale.

g, g. Parties postérieures des bractées stériles qui se sont séparées du corps de la bractée b b.

g', g''. Sections transversales de deux verticilles stériles inférieurs rencontrés par la coupe transversale.

FIG. 4. — Coupe transversale de *Volkmania gracilis*, Sternberg, gros. $\frac{10}{4}$, passant par un verticille de *sporangiohores*.

p. Sporangiohores au nombre de dix.

s. Sporangies fixés au nombre de quatre à chaque sporangiohore.

l. Lacunes du système ligneux.

b. Verticille de bractées entre lesquelles s'insèrent de deux en deux les sporangiohores p p.

g, g. Parties postérieures séparées par déchirement du corps des bractées b b.

g' g''. Coupe transversale de deux verticilles plus inférieurs alternant entre eux et avec le verticille b.

Fig. 1.

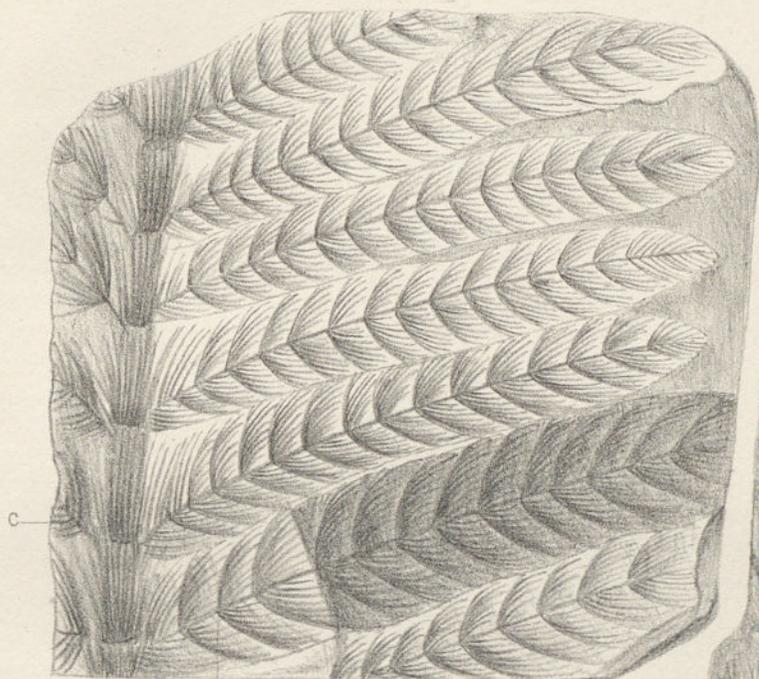


Fig. 2.



Fig. 3.

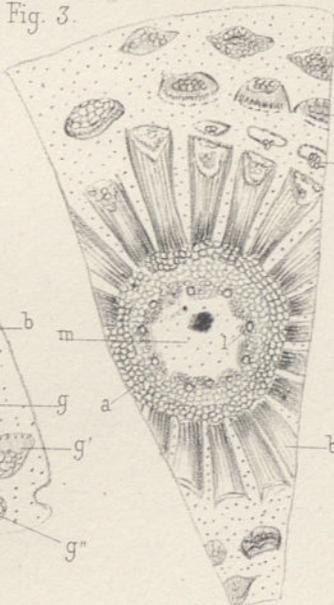
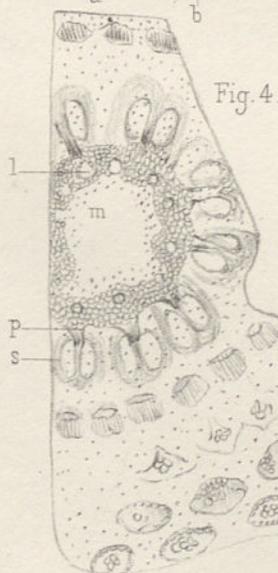


Fig. 4.



Boirin hth.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 19.

FIG. 1. — Coupe longitudinale d'un épi d'*Astérophyllite*, l'*Asterophyllites gracilis*(?)

Gros. $\frac{10}{1}$. (Les figures 3 et 4 de la planche 18 et celle-ci se rapportent au même épi.)

La coupe rencontre quatre verticilles de bractées stériles et de sporangiophores; ces derniers sont insérés un peu au-dessus et entre deux bractées voisines; comme celles-ci sont presque contiguës, les sporangiophores semblent être à leur aisselle. Le nombre des sporangiophores est moitié de celui des bractées stériles.

a. Partie vasculaire de l'épi.

b. Bractée, b', partie extérieure de la bractée qui a été rompue et disjointe.

p. Sporangiphore.

d. Disque charnu par lequel se termine l'extrémité du sporangiophore.

s. Sporangies de forme ovoïde, adhérents par l'une de leurs extrémités au disque charnu, dans lequel ils sont en partie plongés.

FIG. 2. — Coupe tangentielle passant par un verticille fertile et un verticille stérile.

b, b. Bractées stériles au nombre de quatre planes en dessus.

p. Section transversale de deux sporangiophores, ils alternent avec les bractées.

s. Sporangies coupés transversalement rangés par quatre autour du sporangiophore, chacun des deux inférieurs repose sur une bractée stérile.

s'. Spores contenues dans les sporanges.

FIG. 3. — Fragment d'épi d'*Astérophyllite*, *Asterophyllites equisetiformis*(?), gros.

$\frac{1}{1}$. A sa surface on reconnaît la forme des bractées stériles qui sont longues, et terminées en pointes aiguës.

FIG. 4. — *Volkmannia elongata*, Weiss.

Fragment de rameau primaire portant aux nœuds des épis disposés en verticilles, de Swina près Radnitz (Bohême).

a. Rameau présentant de légères cannelures dues au système ligneux.

e. Épis pédicellés portant une série de verticilles stériles et fertiles.

f. Cicatrices laissées par la chute de quelques épis.

s. Sporangies.

FIG. 5. — Portion d'épi de *V. elongata*, montrant les verticilles de bractées stériles b, et les sporangiophores p, placés entre deux bractées consécutives auxquels sont attachés quatre sporanges s.

FIG. 6. — *Macrostachia infundibuliformis*(?). Coupe transversale d'un épi montrant le plancher continu formé par la soudure des bractées b, b, qui se présentent sous la

forme de lames foliacées, l'épi est vu en dessous, gros. $\frac{1}{2}$, provenant d'Autun.

a. Axe ligneux formé de dix faisceaux munis de lacunes.

b. Bractées.

FIG. 7. — Coupe tangentielle du même.

b b. Plancher continu formé par les bractées soudées entre elles, les sporanges reposent sur ce plancher et paraissent être sur un seul rang.

c c. Bandes élastiques se reliant au verticille supérieur de bractées stériles et servant d'organe de protection et de dissémination.

FIG. 8. — Coupe longitudinale du même, grossie deux fois.

a. Axe ligneux, on voit en *b b'* les faisceaux vasculaires qui se rendent aux bractées.

s s. Sporangies renfermant des macrospores *m m.*

c c. Lames formées de cellules à sections rectangulaires dont le grand axe est dirigé perpendiculairement au plan de la lame, elles se relient aux bractées supérieures et n'en sont qu'une dépendance.

FIG. 9. — *Cingularia typica*, Weiss, provenant du bassin houiller de Saarbruck, d'après Schimper.

a. Axe finement strié et contracté aux articulations.

b. Rameaux distiques spicifères à leur extrémité.

c. Feuilles longues, aiguës, uninerviées, disposées en verticilles.

d. Verticilles de bractées fertiles à l'état adulte, d'après Schimper, par conséquent ayant perdu leur pointe. On voit à leur extrémité un sillon transversal et de chaque côté deux cicatrices laissées par le point d'attache de quatre sporangies. Le bord de la bractée est légèrement incisé.

FIG. 11. — Une de ces bractées plus grossie.

FIG. 10. — Portion d'un verticille de *Cingularia typica*, restauré d'après M. Weiss.

v. Verticille stérile formée par la soudure des bractées dont le nombre est égal à celui des dents du verticille.

d. Verticille fertile attaché immédiatement au-dessous du premier composé de bractées fertiles.

s. Sporangies ovoïdes disposés au nombre de quatre à l'extrémité de chaque bractée.

Fig. 1.

Fig. 2.

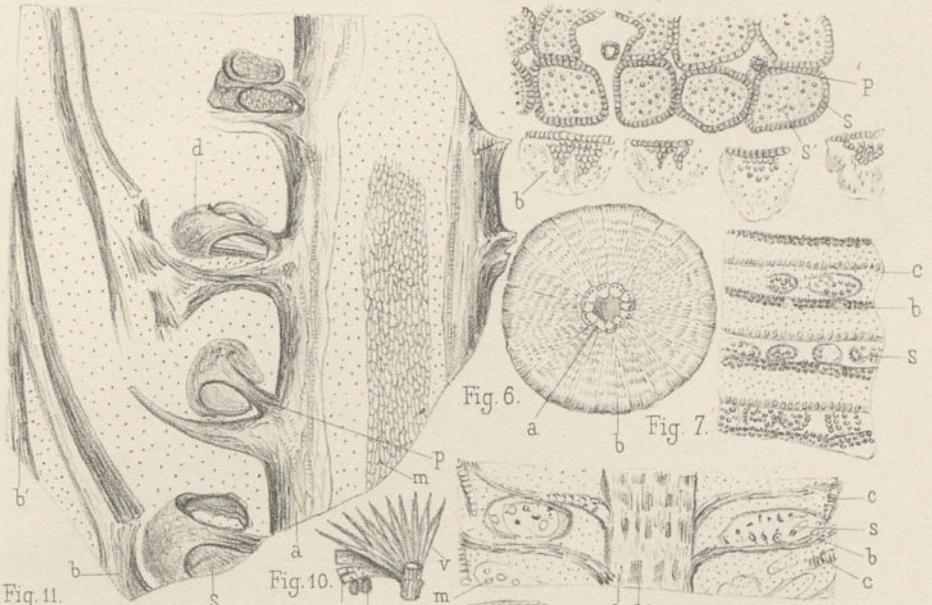


Fig. 11.

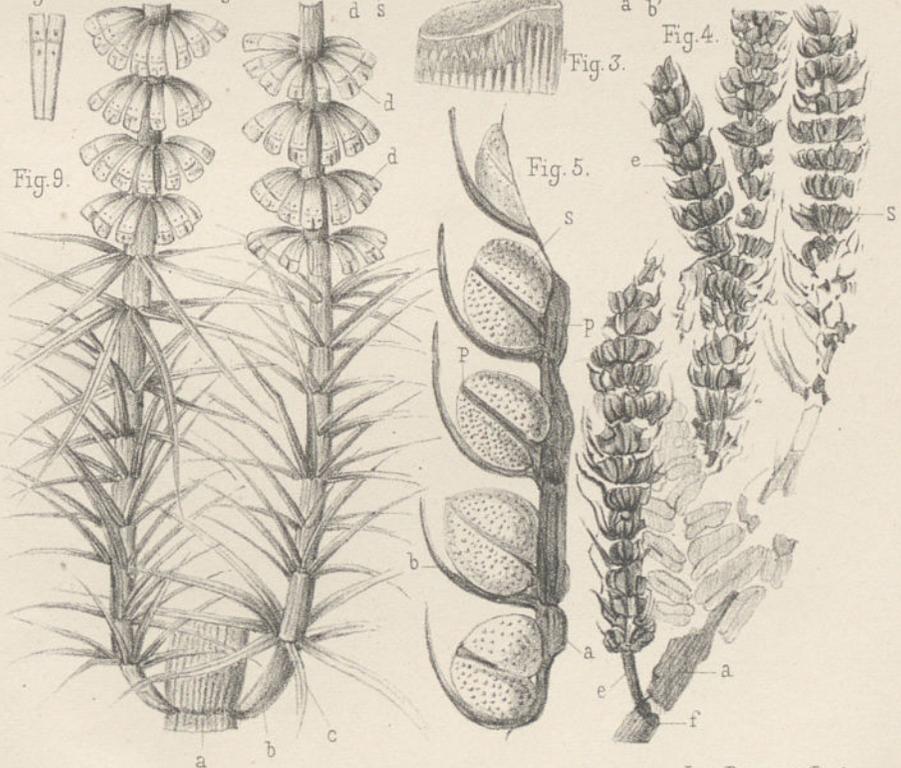
Fig. 10.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 9.



Boiss lith.

Imp. Becquet, Paris.

Astérophyllites.

PLANCHE 20.

FIG. 1. — *Annularia longifolia*, Brongt. — *Stellata*, Schlotheim, des mines d'Ahun, d'après M. Zeiller.

a. Tige de l'*Annularia longifolia* (*Equisetites lingulatus*).

b. Articulation et diaphragme que l'aplatissement de la tige a rendu très apparents.

c. Rameaux.

FIG. 2. — *Annularia Dawsoni*, Schimper.

Terrain houiller inférieur de Saint-John (Canada).

FIG. 3. — *Annularia Sphenophylloides*, Zenker.

Terrain houiller moyen. Mines de Lens, d'après M. Zeiller.

FIG. 4. — *Annularia radiata*, Brongt.

Terrain houiller moyen. Mines de Vicoigne, *idem*.

FIG. 5. — *Annularia spicata* (Gutbier), Schimper.

Couches supérieures de Saarbruck, d'après M. Weiss.

Fig. 2.

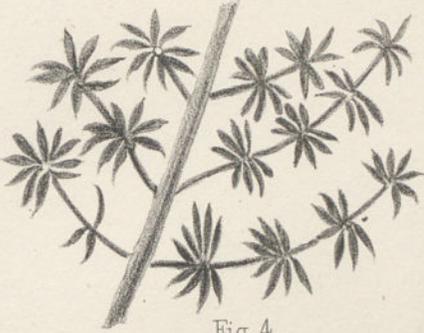


Fig. 3.



Fig. 4.

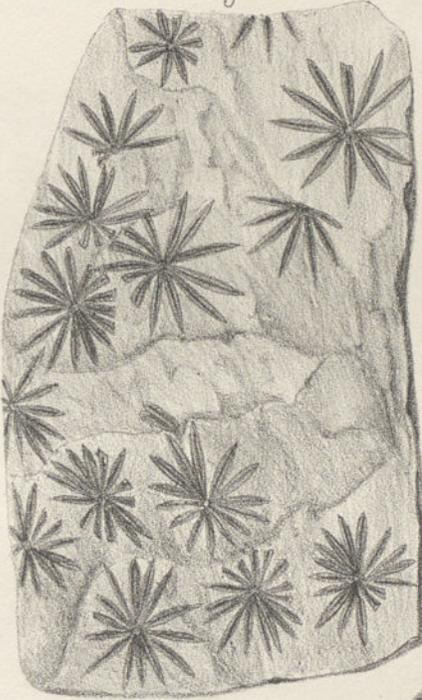


Fig. 1.



Fig. 5.



Boirin lith.

Imp. Becquet, Paris.

Annularia.

PLANCHE 21.

FIG. 1. — Épi fructifié d'*Annularia longifolia* (Grand'Eury).

b. Verticille de bractées stériles.

e. Verticille de bractées fertiles *sporangiophores*.

s. Sporangés disposés par quatre sur chaque sporangiophore.

d. Cicatrices laissées par les bractées stériles.

c. Sporangiphores dégarnis de leurs sporangés.

FIG. 2. — Fragment d'un épi d'*Annularia longifolia* (Stellata) silicifié.

Cet épi était comprimé dans un rognon siliceux, gros. 10 D. (Autun).

a. Axe de l'épi. La surface, dépourvue de sa portion épidermique, montre les côtes saillantes (fibro-vasculaires) sur lesquelles s'insèrent les bractées et les sporangiophores.

b. Bractées alternant avec les sporangiophores; elles se dirigent à peu près horizontalement, puis se recourbent assez brusquement pour envelopper les sporangés.

s. Débris de sporangés, le plus souvent ils sont détachés, ou les enveloppes ne contiennent plus que quelques spores.

e. Bractées fructifères entières ou brisées formant un verticille inséré perpendiculairement à l'axe de l'épi.

d. Cicatrices laissées par les bractées stériles rompues, en nombre double de celui des sporangiophores.

FIG. 3. — Coupe transversale d'une bractée faite dans la partie horizontale de son parcours. Gros. $\frac{35}{1}$.

FIG. 4. — Coupe transversale d'une bractée faite dans la partie verticale. Gros. $\frac{35}{1}$.

FIG. 5. — Coupe transversale d'un sporangiophore.

FIG. 6. — Coupe transversale d'une portion de sporangé $\frac{62}{1}$.

k. Enveloppe formée de cellules engrénées entre elles et présentant un aspect réticulé.

Les spores qu'elles renferment mesurent de 0,092 à 0,1 millimètre de diamètre et peuvent être considérées comme des macrospores, elles sont isolées.

FIG. 6 bis. — Microspores mesurant 0,04 de millimètre; elles sont groupées par quatre (même grossissement).

FIG. 7. — Fragment d'épi restauré d'après Ludwig.

FIG. 8. — Coupe longitudinale $\frac{40}{1}$ d'une portion d'épi de *Bruck. Grand'Euryi*, passant par deux bractées stériles et un sporangiophore; on a figuré seulement les parties de droite.

a. Faisceaux ligneux; la moelle a disparu dans cet échantillon.

b, b. Bractées formées d'une partie fibreuse et d'une partie cellulaire f, placée en dessous.

c, c. Nœuds de la tige correspondant aux points d'attache des bractées.

e. Sporangiophore s'insérant au milieu de l'intervalle compris entre deux verticilles de bractées; son extrémité se termine par une lame cellulaire h, sorte de bande élastique qui s'étend jusqu'au verticille supérieur de bractées stériles. Les cellules

qui la composent sont prismatiques et leur grand axe est dirigé perpendiculairement à la surface de la bande.

- o.* Lamelle cellulaire formant une cloison verticale; elle s'étend entre le sporangiophore et le verticille de bractées, d'une part, et entre l'axe de l'épi et la bande élastique de l'autre. (Dans la figure, cette cloison est séparée par déchirement de l'axe et du verticille supérieur.)
- i.* Continuation de la lamelle cellulaire au-dessous du sporangiophore, mais n'atteignant jamais le verticille inférieur.
- m.* Partie centrale de l'axe dépourvue de moelle.

FIG. 9. — Section transversale de l'axe à la hauteur d'un verticille de sporangiophores. Gros. $\frac{10}{1}$.

- a.* Partie vasculaire de l'axe.
- d.* Lacunes en même nombre que les sporangiophores.
- b, b.* Bractées stériles du verticille inférieur rencontrées par la section; la partie fibreuse de la bractée seule est conservée.
- e, e.* Sporangiophores au nombre de dix-huit dans cette espèce; le côté supérieur des sporangiophores est parcouru par un faisceau vasculaire en *t, t*; on le voit se diviser en deux branches horizontales.
- k, k.* Loges formées par les cloisons verticales qui s'étendent des sporangiophores au verticille supérieur; dans chacune de ces loges se trouvent deux paires de sporanges superposés.
- n.* Épiderme de la surface de l'épi.
- l.* Lacunes corticales; le tissu cellulaire qui limitait ces lacunes a été détruit; elles alternent avec les lacunes essentielles *d*.
- h.* Bandes élastiques qui recouvrent l'extrémité peltoïde des sporangiophores et le bord des cloisons verticales.

FIG. 10. — Coupe transversale faite dans l'intervalle d'un verticille stérile et du verticille fertile inférieur. Gros. $\frac{10}{1}$.

- a.* Partie fibro-vasculaire de l'axe.
- d.* Lacunes essentielles.
- o.* Cloisons verticales rayonnantes en même nombre que les sporangiophores.
- h.* Bande élastique qui recouvre leur bord extérieur.
- k.* Loges occupées par les sporanges.
- l.* Lacunes corticales.

PLANCHE 22.

FIG. 1. — Coupe verticale tangentielle faite en dehors de l'axe de l'épi et rencontrant deux verticilles de bractées stériles et un verticille intermédiaire de sporangiophores. Gros. $\frac{10}{1}$.

b, b. Coupe transversale des bractées stériles; une couche circulaire *f, f* forme un plancher continu au-dessous de chacun des verticilles; la séparation de ce plancher et du verticille est le résultat de la macération qu'a dû subir l'épi lors de la silicification.

e, e. Section transversale des sporangiophores; ceux qui sont à droite et à gauche de la figure sont rencontrés obliquement et permettent de voir une assez grande partie des cloisons cellulaires; leur prolongement *i, i*, au-dessous du sporangiophore, et la bande élastique *h*, qui recouvre leur surface extérieure.

o, o. Les autres cloisons qui réunissent les sporangiophores et le plancher cellulaire du verticille stérile.

FIG. 2. — Section transversale de l'axe de l'épi faite à la hauteur d'un verticille stérile. Gros. $\frac{35}{1}$.

a. Partie fibro-vasculaire de l'axe; dans cette région, qui correspond à un nœud, les trachéides prennent une disposition rayonnante assez marquée, mais due au passage des faisceaux vasculaires qui se rendent dans les feuilles.

f. Tissu cellulaire réunissant les bractées stériles *b, b.*

l. Lacunes essentielles en nombre, moitié moindre que les bractées stériles.

FIG. 3. — Coupe tangentielle un peu oblique passant par l'extrémité d'un verticille de sporangiophores dans la partie supérieure de la figure et plus près de l'axe de l'épi à la partie inférieure. Gros. $\frac{10}{1}$.

b, b. Bractées stériles. Le faisceau vasculaire *t*, qui a parcouru le sporangiophore se divise en deux branches horizontales *t', t'*, et chacune d'elles en deux autres *u', u'*; ces quatre branches se portent dans le tissu charnu qui termine le sporangiophore et dans lequel se trouve plongée la base des sporanges.

La partie inférieure de la figure montre que la section rencontre les sporangiophores *e* plus près de l'axe et n'intéresse plus la partie charnue; en *v, v*, on voit les enveloppes déchirées des sporanges au nombre de quatre; la rupture a eu lieu du côté du sporangiophore *e*.

Entre les deux enveloppes supérieures s'étend la cloison cellulaire *o*.

FIG. 4. — Microspores, groupées en tétraèdre contenues dans les microsporangies et mesurant 0,045 de millimètre; elles paraissent posséder deux enveloppes. La plus interne s'est contractée et a pris un aspect polyédrique.

FIG. 5. — *Phyllothea Brongniartiana*, Zigno. Fig. 4, pl. 22. (*Fos. fl. form. oolit.*, t. VII, f. 3.)

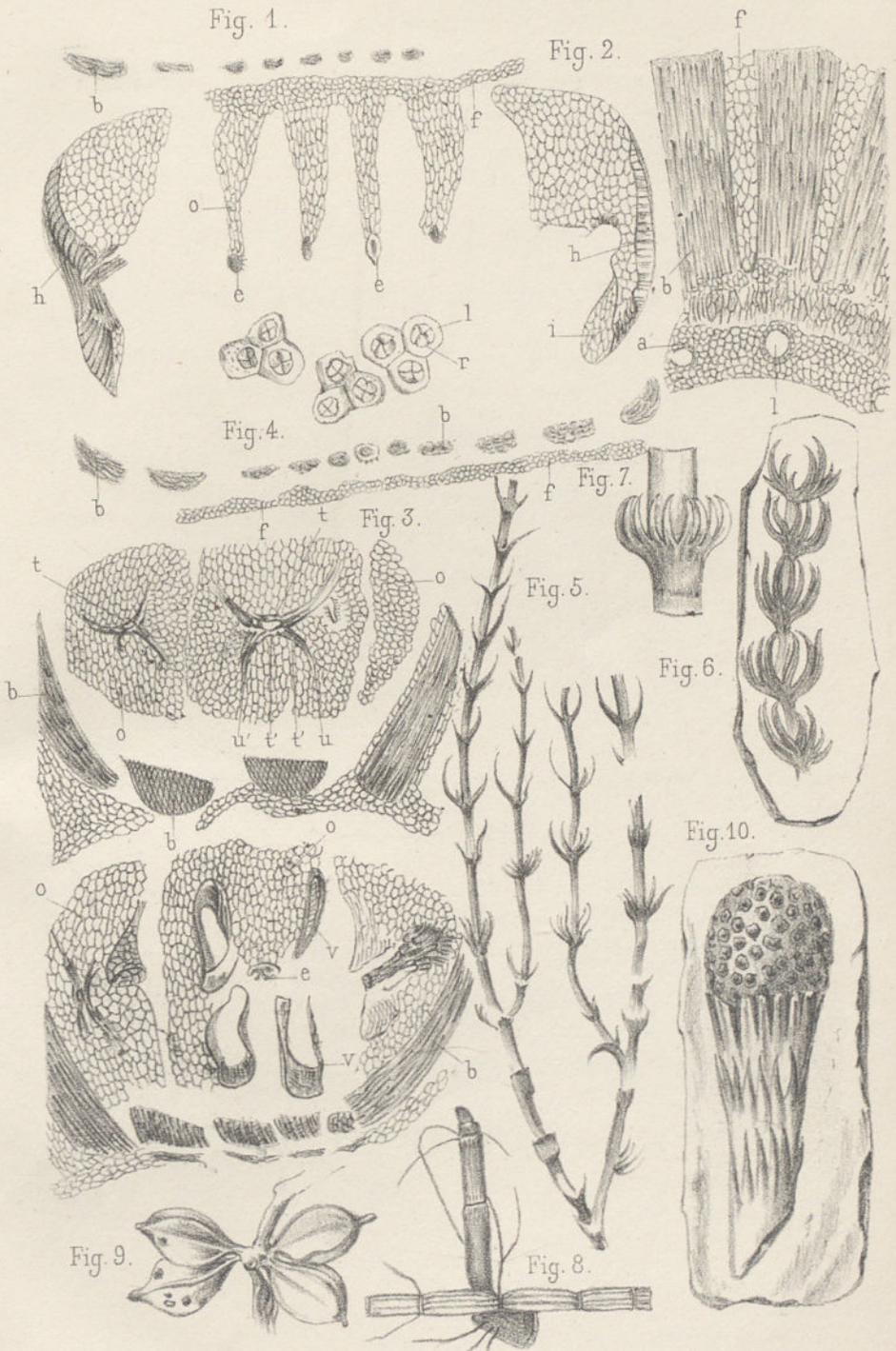
FIG. 6. — *Phyllothea equisetiformis*, Zigno. Fig. 5, pl. 22. (*L. c.*, t. VIII, fig. 4.)

FIG. 7. — Verticille de la même espèce, grossi pour montrer la gaine.

FIG. 8. — Portion de rhizome de l'*Eq. Braunii*, d'Oëningen. (Heer, *Fl. tert. Helvet.*, tab. CXLV, fig. 9.)

FIG. 9. — Portion de rhizome et tubercules de l'*Equisetum Parlatorii*. (Unger) Sch. de la Styrie (Ung. *Sylog.* I, tab. I, fig. 5, 6.)

FIG. 10. — *Equisetum Münsteri* (Sternb.) Sch. Extrémité d'une tige spicifère (Sternb. *Flor. d. Vorw.*, II, tab. XVI, fig. 5). Formation rhétorique de Franconie, près de Beyreuth.



Boirin lith.

Imp. Becquet, Paris.

PLANCHE 23.

FIG. 1. — Coupe transversale d'un fragment d'entre-nœud d'*Equisetum vivan*t.

- l.* Lacune essentielle, formée par la disparition de trachées et du tissu mou qui les entoure.
- a' b'.* Quelques trachéides spiralées ou annelées qui ont persisté sur les bords de la lacune.
- a b.* Les deux extrémités périphériques des deux faisceaux *aa', bb'* qui seraient disposés en V s'ils étaient complets, le point de jonction correspondant à la lacune.
- d.* Cellules grillagées existant entre les deux faisceaux bipolaires.
- f.* Endoderme.
- g.* Parenchyme fondamental.

FIG. 2. — Coupe transversale faite au niveau d'un nœud.

- l.* Lacunes essentielles.
- a.* Six faisceaux vasculaires plus complets dans cette région, lunulés, dont les deux extrémités fournissent alternativement et deux à deux, les cordons vasculaires *f* qui doivent pénétrer dans les divisions de la gaine et ceux *i* qui se dirigent dans les rameaux *r*, les premiers se détachent un peu avant les seconds.
- m.* Lacunes corticales.
- h.* Bandes hypodermiques longitudinales correspondant aux côtes de l'écorce.

FIG. 3. — Coupe transversale, passant à la hauteur d'une articulation d'un jeune rameau.

- l.* Lacunes essentielles.
- aa.* Quatre faisceaux vasculaires lunulés envoyant chacun un cordon vasculaire *i* qui doit parcourir une des nervures de la gaine et un autre *f* s'arrêtant à la base d'un bourgeon expectant *r*.

FIG. 4. — Coupe transversale passant par un entre-nœud. Les faisceaux vasculaires sont extrêmement réduits.

- l.* Lacunes essentielles.
- m.* Lacunes corticales.
- h.* Bandes hypodermiques.

FIG. 5. — Coupe tangentielle à une articulation pour montrer le mode de soudure des faisceaux vasculaires doubles, appartenant à deux entre-nœuds consécutifs, dans la ligne de commissure horizontale et disposée en zigzag, les faisceaux vasculaires géminés qui vont dans les nervures de la gaine partent des angles inférieurs, ceux au contraire destinés aux rameaux, partent des angles supérieurs.

FIG. 6. — *Schizoneura Paradoxa*, restauré d'après Schimper, la gaine supérieure n'est pas encore fendue en lanières.

FIG. 7. — *Equisetum Bunburyanum*, Zigno.

FIG. 8. — *Equisetum columnare*, Brongt.
Whitby Angleterre (*grande Oolithe*).

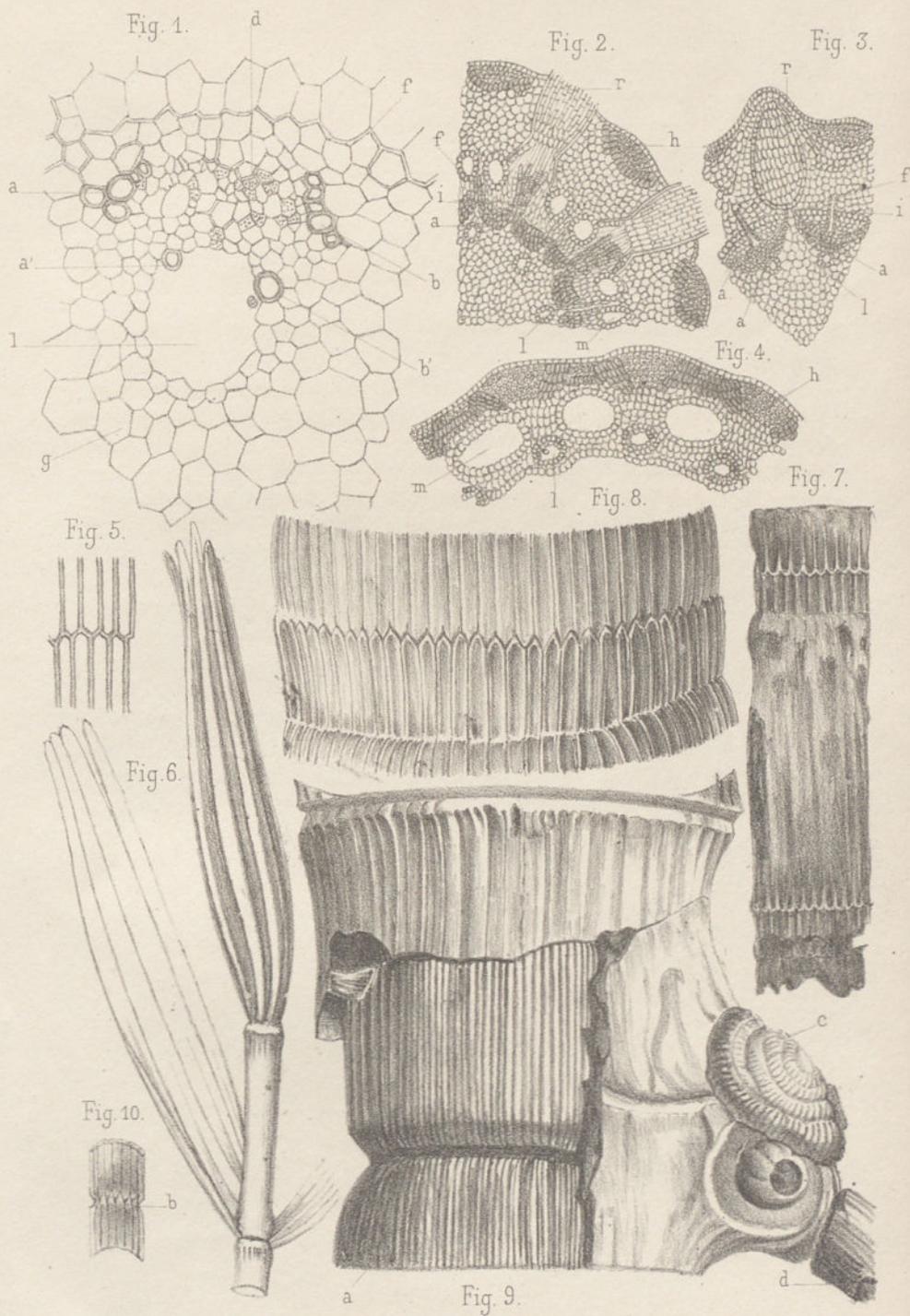
FIG. 9. — *Equisetum arenaceum* (Jaeg.) Bronn.

Fragment de rhizome montrant en :

- a. Le moule du système ligneux équisétiforme, fortement contracté à l'articulation.
- b. Le moulage de la surface extérieure de la tige séparée du système ligneux par une couche épaisse de parenchyme détruit.
- c. Bourgeon rudimentaire avec une série assez nombreuse de gaines concentriques.
- d. Une tige partant de l'articulation du rhizome, horizontale d'abord, puis se redressant pour devenir aérienne.

La structure de ce rhizome rappelle dans ses traits principaux celle des *Calamophyllites*.

FIG. 10. — Section longitudinale d'un rameau d'*Equisetum arenaceum*, montrant à une articulation *b* la déviation, vers l'axe du système ligneux le diaphragme n'étant pas figuré, on conçoit facilement que si une rupture s'est faite à cette articulation, les faisceaux vasculaires presque horizontaux, sembleront rayonner vers la circonférence, c'est précisément l'apparence que nous avons signalée à propos des tiges d'*Annularia Stellata* (*Equisetites lingulatus*) et de leurs fructifications (Bruckmannia).



Bovin lith

Imp. Becquet, Paris.

Equisétacées.

PLANCHE 24.

FIG. 1 et 2. — *Calamostachys calamitis foliosi vel Cisti*. Gr.

Axe portant des épis de *Calamites* disposés en verticilles. Les détails de structure ne sont pas apparents.

FIG. 3. — *Calamites Suckowii*, d'après Brongniart (fig. 2, pl. XVI. *Végét. fossiles*).

La figure doit être vue retournée. Les mamelons circulaires *a* occupent la partie supérieure des côtes.

FIG. 4. — *Calamites Suckowii* restauré d'après M. Grand'Eury.

a. Endoderme qui tapisse l'intérieur de la tige ainsi que le diaphragme tendu à chaque articulation.

b. Diaphragme.

c. Écorce charbonneuse à peine épaisse de 0^{mm},3 recouvrant la tige et rejoignant l'endoderme, les vides demi-cylindriques existant entre cette écorce et l'endoderme n'ont pas conservé d'organisation.

d. Mamelons circulaires, placés à la partie supérieure des côtes.

r. Mamelons plus petits, d'où partent les radicelles.

FIG. 5. — Rhizomes de *Calamites Suckowii*.

a. Rhizome traçant horizontal, vaguement sillonné.

b. Portions de tiges articulées attachées à ce rhizome, d'abord coniques puis cylindriques quand elles deviennent aériennes.

c. Tige ayant pris naissance sur le rhizome *a* et émettant aux articulations de nouvelles tiges.

r. Radicelles disposées en verticilles sur le rhizome et sur les tiges qui en partent.

FIG. 6. — Une radicelle montrant le faisceau vasculaire central et très peu apparent qui la parcourt.

FIG. 7. — *Calamites Cistii*, Brongt.

Les côtes sont plus petites que dans l'espèce précédente et les mamelons placés au sommet des côtes plus elliptiques.

FIG. 8. — *Calamites ramosus*, Artis. Partie supérieure de la tige montrant son mode de ramification, d'après M. Grand'Eury.

FIG. 9. — Portion du tronc de *Calamites ramosus*.

a. Cicatrice raméale, placée à peu près au milieu de l'articulation.

b. Côtes plus ou moins dérangées de leur position verticale et qui s'incurvent autour de la cicatrice.

