

1879

Université des Sciences et Techniques de Lille
U.E.R. Sciences de la Terre - Labor. de Paléobotanique
B.P. 36 - 59650 VILLENEUVE D'ASCQ

STRUCTURE COMPARÉE
DE QUELQUES TIGES
DE LA
FLORE CARBONIFÈRE

PAR

M. B. RENAULT

DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES, LAURÉAT DE L'INSTITUT, AIDE-NATURALISTE AU MUSÉUM

AVANT PROPOS.

En présentant ce travail, je n'ai pas l'intention de combattre la possibilité de l'existence de végétaux *Prototypes*, mais seulement, d'exposer brièvement les doutes que soulève, sur la réalité de quelques-uns d'entre eux, l'étude de leur structure anatomique.

Les gisements silicifiés d'Autun explorés avec tant de persévérance et de succès, autrefois par M. Landriot, depuis par M. Lacatte, ont fourni de précieux matériaux pour aborder, sinon pour résoudre un certain nombre de problèmes qui intéressent les affinités botaniques de quelques plantes de la Flore carbonifère.

Ceux de Saint-Etienne découverts et signalés par M. Grand'Eury, ont révélé à M. Brongniart, l'existence d'un nombre considérable de graines ayant appartenu à une grande variété de Gymnospermes, dont on commence à connaître les tiges.

Grâce à ces derniers gisements, remarquables par l'accumulation

dans certains endroits, de débris les plus variés appartenant aux Cordaïtes on a pu retrouver la structure des parties les plus délicates de ces plantes, et bientôt leur étude sera pour ainsi dire aussi complète, que celle d'arbres exotiques vivants, que nous ne pouvons nous procurer entiers, à cause de leur grande taille.

Dans ce mémoire je décris plusieurs types de Lépidodendrons, dont je compare la tige à celle des Sigillaires les mieux connues.

Le résultat de cette comparaison est que ces deux groupes de plantes, ne peuvent être rangés l'un à côté de l'autre comme le croient encore beaucoup d'éminents paléontologistes.

J'expose également les recherches que j'ai faites sur une nouvelle famille de plantes les *Poroxyloées*, qui, par la nature des éléments constitutifs de leur tige, différent des Sigillaires, mais se rapprochent au contraire de ces dernières plantes, par la disposition et l'arrangement de ces éléments.

Bien des points restent à éclaircir, beaucoup de lacunes sont encore à combler, mais l'examen persévérant des plantes pétrifiées des houillères, amènera, nous l'espérons une connaissance plus satisfaisante de tous ces types intéressants précurseurs de la végétation actuelle.

Qu'il me soit permis d'adresser mes remerciements à MM. Decaisne et Duchartre, pour les conseils nombreux et l'appui bienveillant qu'ils ont bien voulu m'accorder pendant l'élaboration de ce travail.

Les nombreux échantillons donnés aux collections de Muséum par M. Grand'Eury, soit comme empreintes, soit sous forme de magmas siliceux ont permis de multiplier les préparations dues en grande partie à la patience et à l'habileté de M. Granjon préparateur au Muséum.

Je dois aussi remercier M. Lacatte, d'avoir bien voulu me communiquer les nombreux échantillons recueillis dans les environs d'Autun, et formant sa belle collection; ainsi que M. Jutier ingénieur en chef des mines, qui m'a fait connaître un magnifique rameau d'un Lépidodendron encore inédit.

Tous les dessins qui accompagnent ce mémoire ont été faits à la chambre claire.

DES PROTOTYPES.

Sous le nom de *Prototypes*, on désigne des formes primitives de végétaux, regardées avec plus ou moins de raison comme les souches des groupes de plantes, éteintes d'ordres divers, ou actuellement vivantes.

On admet que parmi ces Prototypes les uns, en se modifiant peu à peu ont survécu dans leurs descendants et auraient donné naissance au règne végétal actuel, les autres au contraire n'ayant pu se plier aux changements considérables survenus, pendant le cours des siècles, dans le milieu ou ils étaient obligés de vivre, ont complètement disparus sans laisser de postérité.

A mesure que l'on remonte le cours des âges, ces Prototypes de plus en plus restreints en nombre, doivent en conséquence offrir, dans leur organisation, les caractères, actuellement séparés, et répartis dans nos familles, classes, embranchements; dès lors ils ont été le point de départ d'une série d'autant plus considérable de plantes, qu'on les choisit plus loin dans le passé.

Par sa longue durée, par le nombre immense de plantes qu'elle a vu naître et mourir, par la longue suite de siècles qui nous en sépare, l'*Époque de la Houille*, semble devoir être essentiellement favorable à la recherche, et à l'étude de ces types primitifs offrant à l'état d'ébauche, les caractères, qui plus tard se sont accentués à mesure que les générations de plantes se succédaient, et ont pu servir de bases à nos classifications.

S'il en est réellement ainsi, on ne peut pas rejeter comme téméraire l'opinion de beaucoup de Paléobotanistes qui croient reconnaître, réunis dans certaines plantes de l'époque houillère les traits distinctifs, répartis actuellement dans plusieurs classes de l'embranchement des Cryptogames, ou qui croient même voir sur un seul individu les caractères essentiels de deux ou plusieurs embranchements différents.

Toutefois de sérieuses difficultés viennent entraver les recherches, qui ont pour but de contrôler ces vues, dont l'importance philosophique n'échappe à personne, car non seulement, les échantillons silicifiés ou carbonatés d'une conservation suffisamment bonne sont rares, mais on ne peut multiplier dans un organe fossile les coupes, comme on le ferait sur le même organe d'une plante vivante; ces préparations s'obtiennent comme l'on sait, au moyen de lames détachées à la scie, puis usées jusqu'à ce qu'elles soient transparentes, de sorte qu'une notable partie de l'échantillon se trouve fatalement perdue pour l'observation.

De plus, on ne sait pas encore la limite d'action des agents physiques et chimiques, sur les transformations que peuvent subir certains tissus végétaux (trachées, vaisseaux, fibres etc., etc.) à la suite d'expériences prolongées et méthodiques.

Les tiges de nos plantes aquatiques sont souvent bien différentes de structure de leurs congénères, appartenant à la même famille, mais qui vivent hors de l'eau. Un grand nombre de plantes de l'époque de la houille vivaient plus ou moins complètement submergées, tandis que d'autres au contraire, de la même famille, croissaient sur les parties du sol desséchées; il n'est donc pas possible de fixer aujourd'hui les limites extrêmes de variation que des genres voisins pouvaient présenter dans leur structure, obligés de vivre dans des conditions si différentes.

Un fait qui est généralement observé dans les plantes silicifiées de la période de la houille est le développement plus considérable en diamètre et en longueur de la plupart des éléments constitutifs des organes; comme nous le verrons, les fibres ligneuses, le parenchyme ligneux, les fibres corticales, les cellules du liège etc., sont plus larges et plus longues que dans la plupart de nos plantes actuelles. Les écorces des arbres tels que *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Cordaïtes*, *Calamodendron*, *Arthropitys*, etc., ont une épaisseur considérable comparée au diamètre du bois qu'elles recouvrent. Les plantes de cette époque croissaient surtout pas leur écorce, et cette circonstance n'a pas peu contribué à la formation des couches de combustible qu'on y rencontre.

Notre intention n'est pas d'examiner ici toutes les plantes du terrain houiller qui pourraient être considérées comme des *Prototypes*, leur étude détaillée dépasserait de beaucoup le cadre que nous nous sommes tracé. Nous ne citerons que les exemples de genres suivants dont la structure nous est la mieux connue et dont l'existence, comme Prototypes, nous paraît très douteuse car en effet, suivant certains paléontologistes, nous aurions :

| | | |
|--|---|--|
| 1° Calamite Ad. Br. | } Réunissant les caractères des deux classes distinctes ? | } Equisétacées (presles). Lycopodiacées (rhizocarpées). |
| 2° Myélopteris B. R. | | |
| | } Réunissant les caractères de plusieurs embranchements. | } Celui des Cryptogames (fougères). et (conifères). celui des (palmiers). Phanérogames. |
| 3° Sigillaire Ad. Br. | | |
| | } Réunissant les caractères de deux embranchements. | } Celui des Cryptogames (lycopodiacées). et des (gymnospermes). Phanérogames. |
| 4° Calamodendron Br. Arthropitys Göppert. | | |
| | } Réunissant les caractères de deux embranchements. | } Celui des Cryptogames (equisétacées). et des (gymnospermes). Phanérogames. |

Parmi ces exemples nous passerons rapidement sur les deux premiers; mais nous examinerons avec détail le troisième, en renvoyant l'étude du quatrième à un mémoire spécial, accompagné de planches et devant servir de développement à celui que j'ai inséré sous le titre de *Calamodendrées*, dans les mémoires du congrès scientifique de France (1).

(1) XLII Session 1876, p. 291.

Examen critique du PROTOTYPE qui réunirait les caractères de deux classes différentes, celle des Equisétacées et celle des Lycopodiacées.

Ce Prototype nous serait offert par une découverte récente (1) de M. Stur. Le savant paléontologiste viennois, aurait rencontré sur des plaques d'ardoises, et suivant lui, en « dépendance indiscutable » des tiges de *Calamites*, d'*Asterophyllites*, et de *Sphenophyllum*.

Après avoir donné une description très détaillée et minutieuse de ces empreintes, M. Stur conclut, en ces termes, « Les *Sphenophyllum*, ne sont donc pas des plantes particulières, ce sont les rameaux d'*Asterophyllites* ou de *Calamites* portant des macrospores..... Aujourd'hui, il n'est plus possible de faire allusion à la structure anatomique complètement différente des restes silicifiés des *Sphenophyllum* pour démontrer la différence de classe de ces dernières plantes et des *Calamites*; 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 ».

Malgré l'autorité incontestée de M. Stur, nous ne pouvons nous résoudre à admettre que les caractères tirés de la structure anatomique des plantes, quand cette structure nous a été bien conservée, doivent venir en deuxième ligne, et après ceux que l'on peut déduire des formes extérieures qui nous ont été transmises plus ou moins fidèlement par des empreintes.

Il serait facile de trouver de nombreux exemples prouvant que l'opinion qu'on s'était d'abord faite, d'après des empreintes, sur le rang que devait occuper tel ou tel végétal fossile, a dû notablement changer lorsque la structure anatomique en a été suffisamment connue.

Les *Calamites* Ad. Br, ou *Calamariées* Endl. sont pour nous des plantes arborescentes ou herbacées, à tiges fistuleuses, articulées, où chaque arti-

(1) K. K. Geolog. Reichsanstalt, 1878, N. 15 Verhandlungen.

culatation est munie d'un diaphragme transversal ; leurs feuilles sont verticillées, libres ou très faiblement soudées à la base, linéaires-lancéolées. Les rameaux quand ils existent sont verticillés.

M. Grand'Eury (1) qui a eu l'occasion d'observer un grand nombre de tiges de Calamites, a reconnu qu'elles sont formées de trois zones :

1° D'une couche extérieure, aujourd'hui transformée en houille, que l'on voit parfaitement représenter l'écorce des Calamites en place et particulièrement du *Cal. Suckowii* ;

2° D'une couche sous-jacente de tissu, invariablement détruit, renfermant un cercle de canaux vides, alternant à chaque articulation ;

3° D'un revêtement cellulaire intérieur ou Endoderme.

C'étaient des tiges à minces parois, *fistuleuses* ; car en face des articulations on remarque souvent un diaphragme horizontal en continuation directe avec l'endoderme.

Cette structure de la tige des Calamites est en concordance parfaite avec l'opinion généralement admise que ces plantes étaient des Equisétacées gigantesques.

Le même savant a reconnu que les *Asterophyllites* cryptogames étaient les rameaux de tiges *différentes* des Calamites et qu'il a désignées sous le nom de *Calamophyllites*.

Ces tiges sont moins grosses que celle des vraies Calamites, lisses, articulées à plus courts intervalles, garnies encore de longues feuilles libres, rigides, dressées. La tige porte en outre à sa surface de grandes cicatrices discoïdales, disposées en verticilles périodiquement renouvelés, situées au-dessus de l'articulation et dénotant des branches axillaires d'Astérophyllites. Les articles où se trouvent les cicatrices raméales sont notablement plus courts que les autres et la longueur des entre-nœuds varie périodiquement d'un verticille de rameaux au suivant, de plus, les tiges ne s'effilent pas vers le sommet comme celle des Calamites.

M. Grand'Eury a bien constaté la présence dans l'intérieur de ces tiges, d'un moule calamitoïde, situé à une certaine distance de l'écorce et

(1) *Flore carbonifère du département de la Loire*, 1877, p. 26.

ressemblant à celui des Calamites, mais avec cette différence, toutefois, que les entre-nœuds y sont plus courts et qu'ils varient périodiquement de longueur.

Les Astérophyllites sont des branches articulées, simples, ou ramifiées une seule fois d'ordinaire, toujours dans un même plan; comme leurs rameaux sont inégaux et plus ou moins obliques, il faut croire que leur plan passait par la tige commune et était vertical comme chez les Thuya.

Les Astérophyllites détachés des Calamophyllites ont un moule calamitoïde.

J'ai décrit (1) des épis fructifiés qui se rapportaient très probablement à l'*Asterophyllites equisetiformis*. La structure de l'axe ne diffère pas d'une manière essentielle de celle des Equisétacées, si parfois la partie centrale renferme quelque tissu, ce dernier est entièrement cellulaire.

Il est donc acquis que les tiges, ainsi que les rameaux des Calamites et des Astérophyllites, se rattachent par leur organisation générale au type offert par les Equisétacées de l'époque actuelle.

Les *Sphenophyllum* sont des plantes herbacées dont la tige simple ou rameuse est marquée de sillons, qui n'alternent jamais aux articulations; ces dernières sont saillantes et portent des feuilles en verticilles, dont le nombre est toujours un multiple de trois, leur limbe est plan, plus ou moins dressé le long de la tige, cunéiforme, dentelé sur le bord externe, émarginé ou lobé au sommet parcouru par des nervures égales, aussi nettes et aussi régulièrement bifurquées que celles des fougères.

La structure interne des *Sphenophyllum* est maintenant parfaitement connue grâce aux travaux de M. Dawson (2) de M. Williamson (3) et de mes propres recherches (4).

Sur une coupe transversale, on reconnaît au centre du rameau un axe ligneux triangulaire, les trois angles du triangle sont occupés par des

(1) *Ann. sc. nat.*, 6^e série, t. III.

(2) *Quat. Journal of geolog. Soc.*, 1865, p. 134, vol. XXII.

(3) *Philos. trans. of the royal Society of London*, part. V, Asteroph. 1873, 1874.

(4) *Ann. sc. nat. Bot.* 5^e série, 1873, t. XVIII, et 6^e série, t. IV.

trachées, et le milieu par des vaisseaux scalariformes et ponctués, cet axe ligneux est entouré par une gaine de cellules, ou de vaisseaux ponctués, dont l'épaisseur croît avec l'âge de la plante. L'écorce est épaisse et parcourue à sa surface par des sillons peu nombreux, mais profonds. Les fructifications étaient épiphyllées ou axillaires et consistaient en *microsporangies* et *macrosporangies*; la plupart des paléobotanistes regardent les *Sphenophyllum* comme appartenant à la classe des Lycopodiacées, mais quelques-uns pensent que ce sont des Salviniées frutescentes.

Quelle que soit la place précise que doivent occuper les *Sphenophyllum* dans la classification botanique, il n'en est pas moins certain que la structure de leur tige est absolument différente de celle des Equisétacées. Et peu de botanistes seraient disposés à admettre la possibilité du fait annoncé par M. Stur, à savoir, qu'un *même végétal* peut présenter sur les divers rameaux qui se développent dans le même milieu, des variations de structure aussi grandes, que celles qui caractérisent aujourd'hui des familles très éloignées l'une de l'autre, si, comme le dit fort bien M. Grand'Eury (l. c.), la Flore houillère ne semblait avoir le privilège, plus supposé que démontré, de comprendre des combinaisons de caractères incompatibles à notre époque.

Si l'on rencontre jamais un végétal *Prototype* réunissant à la fois les caractères des Salviniées et des Equisétacées, ces caractères, actuellement profondément séparés, 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 dans un seul de ces végétaux primitifs qu'ils ne le sont maintenant, dans les plantes qui représentent nettement chacun de ces types.

Examen critique du PROTOTYPE réunissant les caractères de plusieurs embranchements.

A propos du genre *Medullosa elegans* de Cotta, *Myeloxylon* Br. *Stenzelia elegans* Göppert, *Myelopteris* B. R. M. Göppert s'exprime ainsi (1).

(1) *Die fossil flora der permischen formation*, 1864-65.

« Ce genre fait incontestablement partie du nombre assez grand de plantes fossiles que l'on désigne de la manière la plus convenable, sous le nom de *Prototype* et qui à l'origine réunissait souvent comme ici des organisations différentes, telles que celle des Fougères et des Monocotylédones, organisations qui n'apparaissent que plus tard isolées dans la série des plantes, avec une nature organographique propre qui y correspond. Si de plus, la disposition de l'anneau ligneux concorde avec celle des bois de quelques groupes de gymnospermes, trois types différents du règne végétal paraîtront réunis ici savoir : l'organisation des Fougères au centre, celle des Monocotylédones et des Dycotyledones gymnospermes à la périphérie. »

Des échantillons nombreux et bien conservés recueillis dans les gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne, ont permis (2) d'établir la structure exacte des différentes parties du genre découvert par Cotta et de préciser la position qu'il doit occuper dans la classification botanique.

En quelques lignes je rappellerai la structure de cette portion de plante.

Sur une coupe transversale on remarque au centre une moelle volumineuse parcourue par des faisceaux de deux natures différentes. Les uns sont formés de vaisseaux scalariformes et de quelques trachées placées vers l'extérieur. Autour de ces faisceaux se trouve une gaine de cellules allongées (gaine protectrice) quelques-unes de ces cellules, celles tournées du côté du centre épaississent sensiblement leurs parois. C'est ce premier groupe de faisceaux quelquefois disposés assez régulièrement en cercles concentriques, ou sur une courbe en spirale, qui a conduit M. Göppert à trouver dans l'organisation de ces tiges les caractères rappelant certains pétioles de fougères.

Le deuxième groupe des faisceaux qui parcourent la moelle dans le sens vertical offre une structure toute différente : chacun d'eux se montre formé de cellules allongées à parois épaissies, et que l'on peut considérer

(2) *Études sur le genre Myelopteris* B. R. *Mémoires* présentés par divers savants à l'Académie des sciences, t. XXII, 1875.

comme analogues à des cellules libriformes. Sur une coupe transversale, leur section est lunulée, circulaire, elliptique, ou réniforme; presque toujours soit à l'intérieur de la section, soit sur les bords on voit une large ouverture, plus rarement deux, qui ont été regardées par M. Göppert comme représentant des vaisseaux; mais ce sont simplement des canaux à gomme. Leur présence ainsi que la prédominance des faisceaux vasculaires en question vers la périphérie de la tige légitimaient à première vue, l'hypothèse qu'ils représentaient des faisceaux vasculaires de Monocotylédones tels qu'on en trouve dans les tiges de *Yucca* ou de *Dracæna*. Mais comme je l'ai indiqué plus haut, leur structure est beaucoup plus simple et n'a aucune analogie avec les faisceaux vasculaires des Monocotylédones.

A la périphérie, ces mêmes faisceaux accumulés forment une zone corticale plus ou moins épaisse; ils se déforment quelquefois, s'aplatissent en lames rayonnantes séparées par du tissu cellulaire; cette disposition souvent très régulière (*Mylopteris radiata*) rappelle quelque peu le tissu ligneux des Dicotylédones gymnospermes, et a suggéré au même savant l'opinion que les *Stenzelia elegans* offraient à la périphérie l'organisation des Monocotylédones et celle des Dicotylédones gymnospermes. Cette opinion tombe d'elle-même puisque les cellules allongées qui forment ces lames rayonnantes ne sont pas des fibres ligneuses, mais uniquement des cellules libriformes, accompagnées de canaux à gomme comme celles du centre. J'ai fait remarquer (l. cit.) que les pétioles volumineux et à peu près cylindriques des *Angiopteris* offrent dans leur structure une analogie frappante avec celle des échantillons fossiles.

Si l'on fait une section transversale vers la base d'un gros pétiole d'*Angiopteris Urvilleana*, l'aspect général est absolument celui d'un pétiole de *Mylopteris*. On voit en effet des faisceaux vasculaires disposés suivant des lignes circulaires concentriques, ou disposés en une spirale à plusieurs tours. Ces faisceaux sont entourés par une gaine protectrice, et de nombreux canaux à gomme sont disséminés dans le parenchyme qui forme presque toute la masse du pétiole.

Les canaux gommeux toutefois ne s'entourent pas de tissu fibreux,

mais, nous avons rencontré également des espèces de *Mylopteris* dépourvues, à la partie centrale, de faisceaux fibreux.

La région corticale est formée d'une couche épaisse, presque toujours continue, de cellules libriformes, à bord interne dentelé, et l'on distingue au milieu du tissu et des dentelures, des cellules plus foncées remplies de substance gommeuse.

Dans quelques espèces d'Angiopteris telles que l'*Angiopteris Brongniartiana* (de Vriese), l'*A. Teismanniana*, la couche de cellules hypodermiques se divise en îlots plus ou moins nombreux et devient surtout dans la dernière espèce, comparable par ses lames rayonnantes au *Mylopteris radiata*.

La structure des faisceaux vasculaires est la même que dans le genre fossile; on n'y rencontre que des vaisseaux scalariformes accompagnés de trachées tournées vers l'intérieur du pétiole. La principale différence réside donc dans la prédominance des faisceaux formés de cellules libriformes que l'on constate dans l'intérieur du parenchyme, et dans la zone corticale des échantillons fossiles; mais ce tissu particulier doit être considéré comme un tissu de renforcement indispensable à la solidité de pétioles qui, à l'époque de la houille, pouvaient atteindre jusqu'à dix mètres de longueur.

M. Williamson (1) dans un mémoire étendu publié sur le même sujet est arrivé à des conclusions semblables; M. Grand'Eury est allé plus loin encore, il a pu rattacher quelques pétioles de *Mylopteris* à des frondes de *Nevropteris* et d'*Odontopteris* du terrain houiller de Saint-Etienne (2). Il ne peut donc pas y avoir de doutes sur la nature uniquement cryptogamique des *Stenzelia elegans* de Göppert, qui loin d'être les représentants extraordinaires de plusieurs embranchements ne sont, en réalité, que des fragments de pétiole de Fougères ayant appartenu à la famille des Marattiées, qui, à cette époque reculée, comprenait un certain nombre de genres actuellement disparus.

(1) *On the organisation of the fossil plants of the Coal Measures*, part. VII. *Mylopteris*, 1875.

(2) *Flore carbonifère du dép. de la Loire*.

*Examen du PROTOTYPE réunissant les caractères de deux embranchements
Phanérogames gymnospermes et Cryptogames.*

SIGILLAIRES.

Historique. — Un grand nombre des Paléontologistes voient actuellement dans les Sigillaires, des Lycopodiacées arborescentes, malgré la présence dans l'intérieur de leur tige, d'un cercle ligneux exogène, formé de fibres toutes semblables, séparées par des rayons médullaires disposés en séries rayonnantes, caractères appartenant essentiellement aux Dicotylédones gymnospermes, et qui avaient paru suffisants à M. Brongniart pour comparer les Sigillaires aux Cycadées.

Outre, qu'aucun exemple connu et tiré de la structure de Cryptogames vivantes, ne permet d'attribuer à ces dernières, l'existence d'un cambium permanent pouvant augmenter les couches d'un véritable bois exogène, pendant toute la durée de la vie du végétal, il n'est rien moins que prouvé que certaines particularités de structure dont on retrouve des traces évidentes dans quelques plantes Dicotylédones actuelles, ne puissent expliquer les anomalies apparentes offertes par certaines tiges de l'époque houillère. Avant de rechercher et d'étudier ces caractères communs, je citerai succinctement les opinions variées auxquelles se sont arrêtés divers savants sur la question des affinités botaniques des Sigillaires.

Artis considérait ces végétaux comme se rapprochant des Euphorbes charnues, à cause d'une certaine analogie de forme extérieure et de quelques particularités internes de structure.

Schlotheim les a rapprochés des Palmiers.

De Martius croyait reconnaître en eux des formes voisines de certains *Cactus*.

Revenant à l'opinion déjà ancienne d'Artis, Corda (1) après avoir

(1) *Beiträge zur Flora der Vorwelt*, p. 9, 1845.

reproduit les dessins du *S. elegans* de Ad. Br. et examiné la structure de quelques Euphorbiacées, s'exprime ainsi :

« C'est aux Euphorbiacées que les Sigillaires ressemblent le plus par leur structure aussi bien interne qu'externe, elles possèdent, en effet un cylindre ligneux et médullaire, des rayons médullaires en rapport avec les feuilles et les branches, ainsi qu'un épiderme à facettes; la base des feuilles consiste en un coussinet avec des cicatrices qui montrent les trois faisceaux vasculaires placés horizontalement et correspondant aux nervures des feuilles, comme on le voit dans beaucoup d'Euphorbiacées columnaires. Dans d'autres cas leur surface externe est couverte de cicatrices de feuilles en forme de verrues, placées plus ou moins en spirale, exactement comme les cicatrices de l'*Euphorbia atropurpurea*. Chez les espèces fossiles, le cylindre ligneux est entouré à l'extérieur d'une couche épaisse de parenchyme cortical laquelle, comme chez les Euphorbiacées, est parcourue par les faisceaux vasculaires des feuilles. »

En comparant les figures de M. Brongniart à celles de Corda, qui représentent la structure du cylindre ligneux de ces plantes, on chercherait vainement les analogies du bois des Sigillaires avec celui des tiges des Euphorbes; quant aux cicatrices, on n'y reconnaît qu'une similitude de forme; celles des Sigillaires n'ont qu'un faisceau vasculaire central, contrairement aux assertions de Corda. Les deux arcs latéraux ne sont nullement vasculaires, comme je l'ai démontré en étudiant (l. c.) la structure de la tige du *Sigillaria spinulosa*.

Sternberg ainsi que Brongniart dans ses premiers travaux, les range à la suite des *Caulopteris* ou fougères arborescentes. Depuis lors, le dernier de ces savants, après avoir fait une étude anatomique d'un fragment de *Sigillaria elegans* trouvé par M. Landriot dans les gisements silicifiés d'Autun, a établi d'une manière presque irréfutable (1) dans un travail devenu classique, que les Sigillaires, loin de pouvoir être considérées comme des Fougères, faisaient partie du groupe des

(1) *Observations sur le Sigillaria elegans*, Archives du Muséum, t. I, Paris, 1839.

Dicotylédones gymnospermes, et pouvaient être comparées dans une certaine mesure aux Cycadées actuelles.

Depuis lors, M. Goldenberg (2) s'est cru autorisé par la rencontre de quelques exemplaires assez complets de ces plantes, et surtout par la découverte de fructifications qu'il leur rapporte, à déclarer que les Sigillaires ne pouvaient appartenir à aucune des plantes ou groupes de plantes ci-dessus nommés, mais qu'on avait toutes les raisons de penser qu'elles représentaient dans le vieux monde, des Isoètes arborescentes, et cela avec la même *certitude* que, lorsque l'on considère les Lépidodendrons comme des Lycopodiacées en arbre.

Il répond à la question qu'on s'est posée souvent : la structure du *Sigillaria elegans* se retrouve-t-elle dans les autres espèces de Sigillaires? en déclarant, que quelques-unes des Sigillaires *cannelées* (*Rhitydolepis*, Sternb.) correspondent par la structure de leurs parties essentielles à celle qu'a donnée M. Brongniart dans son étude sur le *Sigillaria elegans*.

« Les Sigillaires, dit M. Goldenberg, portent des fructifications en forme de cône, leurs fruits ressemblent, dans toutes leurs parties, aux fruits capsulaires des Isoètes, en ce sens que leurs feuilles fructifères sont à la fois munies de capsules (macrospores) et de spores rhombotétradiques (microspores). Ces fructifications étaient placées tantôt sur les côtés des feuilles, tantôt dans leur intervalle en groupes alternants comme le prouvent les cicatrices que l'on rencontre souvent sur les tiges des Sigillaires. Le grand rapport que les Sigillaires montrent soit dans leur structure interne, soit dans leurs fructifications avec nos Isoètes fait voir de la manière la plus décisive que les Sigillaires sont proches parentes de ces dernières et représentent ainsi leur forme arborescente dans le monde primitif. »

Il est évident que, si les fructifications découvertes, décrites et figurées par M. Goldenberg (l. c.) se rapportaient sans aucun doute pos-

(2) *Flora Saræpontana fossilis*, p. 25, (1855-1857).

sible comme il le dit, aux Sigillaires, la nature cryptogamique de ces dernières serait démontrée, toutes les conséquences découlant de leur structure interne, signalées par M. Brongniart, devraient être admises, quelle que fût l'étrangeté de l'association d'une tige de Dicotylédone, avec des fructifications appartenant à des Lycopodiacées hétérospores.

Mais il ne faut pas oublier que les descriptions de M. Goldenberg sont faites d'après des échantillons trouvés à l'état d'empreinte, et surtout, que les fructifications qu'il a signalées ont été trouvées *associées* et non en dépendance directe et indiscutable, avec les troncs de Sigillaires dont il a observé la structure.

Ces remarques ne laissent pas que d'introduire quelques doutes sur la parenté soi-disant certaine des Sigillaires et des Isoètes.

Presque tous les Paléobotanistes anglais admettent que les Sigillaires représentent non plus des Isoètes gigantesques comme le croyait M. Goldenberg, mais des Selaginelles arborescentes.

Les nombreux et remarquables travaux de MM. Binney et Williamson tendent tous à justifier plus ou moins cette hypothèse.

Le premier de ces savants, dans une série d'études très remarquables sur la structure du *Sigillaria vascularis* (1) conclut non seulement à la nature cryptogamique de ce genre particulier de Sigillariées, mais ajoute qu'il était voisin des Lépidodendrons. « Everithing has led me to believe that the leaves and branches, and probably the fructification of *Sigillaria*, would prove to be very analogous to those of Lépidodendron ».

M. Schimper (2) de son côté s'exprime ainsi : « D'accord avec la plupart des auteurs modernes, je range les Sigillaires dans l'ordre des Lycopodiacées, malgré la présence des rayons médullaires dans le cylindre ligneux, dont (d'après M. Brongniart) les vaisseaux rayés

(1) *On some fossils plants showing structure, Sigillaria et Lepidodendron*; Quat Journal of the geologic Society, mai 1862. — Idem *Phyl. transact.* 1865, p. 580. — *The palaeontographical Society*, vol. for 1875, *Sigillaria and Stigmaria*.

(2) *Traité de paléontologie végétale*, t. II, p. 77.

et réticulés seraient disposés en série rayonnante comme dans les Cycadées, ce qui a engagé ce savant à réunir ces plantes aux Gymnospermes. La nature des vaisseaux en grande partie scalariformes, l'épais parenchyme qui recouvre le cylindre ligneux, la forme régulière des cicatrices foliaires et celle des feuilles elles-mêmes, enfin le mode de fructification, qui est celui des Lycopodiacées, sont des caractères qui rapprochent ces singuliers fossiles plutôt des Lépidodendrons que de tout autre type végétal. »

Ce savant ne pense pas qu'on puisse prendre les lames parenchymateuses qui séparent les faisceaux vasculaires dont se compose le cylindre ligneux pour des rayons médullaires dans le sens propre du mot. « Nous voyons, dit-il, dans d'autres Lycopodiacées les faisceaux vasculaires qui concourent à la formation du cylindre ligneux séparés les uns des autres par un tissu parenchymateux qui se confond avec le tissu médullaire central. »

L'étude anatomique du *Sigil. elegans* faite par M. Brongniart, celle du *Sigillaria spinulosa* ainsi que de différentes tiges de *Sigillaria vascularis* et de *Diploxyton* détruisent complètement, comme nous le verrons plus loin, les objections de M. Schimper.

Il ne faudrait pourtant pas croire que l'opinion jadis émise par M. Brongniart et qu'il a conservée jusqu'à la fin de sa vie (1), soit à peu près abandonnée. En effet :

M. Göppert considérant comme de la plus haute importance la structure dicotylédone bien établie de ces plantes, les range parmi les Gymnospermes. De son côté M. Newberry se basant sur le nombre considérable de graines (*Trigonocarpus*, *Cardiocarpus*, etc.), trouvées dans les couches à *Sigillaires* de l'Ohio en conclut que ces graines leur ont ap-

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

« Je dois rappeler ici, dit M. Brongniart, que j'ai toujours considéré, d'après la structure de leur tige, les *Sigillaria* comme se rapportant à des types détruits de végétaux arborescents de la grande division des dicotylédones gymnospermes, contrairement à l'opinion de plusieurs paléontologistes qui les rangent parmi les cryptogames près des Lycopodiacées. Le nombre et la variété des graines que j'ai signalées confirme cette opinion. Brngt. l. c. »

partenu ; mais à ce sujet, on peut faire la même objection que celle que je signalais à propos des fructifications de cryptogames trouvées par M. Goldenberg, à savoir que ces graines n'ont pas été rencontrées en dépendance directe avec les troncs ou feuilles de Sigillaires.

De même M. Dawson admet qu'un certain nombre de Sigillaires sont des plantes Dicotylédones Gymnospermes.

Il s'exprime ainsi : (1)

« La difficulté d'arriver à une connaissance exacte de ces arbres est causée principalement par la durée inégale des différentes parties de la tige, et provient de ce que quelques parties ont ordinairement été détruites tandis que d'autres étaient en voie de minéralisation, et que les parties qui subsistent ont perdu en grande partie la forme et l'arrangement primitif. L'écorce externe était trop impénétrable pour être conservée autrement que comme charbon compacte. Les fibres de l'écorce et de l'axe ligneux sont souvent minéralisés, ou imparfaitement conservés sous forme de charbon minéral. »

« Les parties cellulaires de l'écorce et de l'axe ont ordinairement complètement disparu, cependant des tiges à peu près conservées sont assez nombreuses. Probablement le plus beau spécimen de Sigillaire décrit jusqu'ici est le *Sagillaria elegans*, si admirablement figuré par Brongniart et qui a servi pendant longtemps de type aux paléobotanistes, pour représenter la structure du genre. Malheureusement ce n'est qu'une petite tige appartenant au sous-genre *Favularia*, qui en diffère un peu ; de sorte qu'il s'en faut qu'elle donne une idée exacte de la figure typique des vraies Sigillaires, qui sont beaucoup plus communes et plus importantes, au moins dans les mines de charbon de la Nouvelle-Écosse. »

« La structure de ces dernières telle qu'elle a été observée dans les échantillons provenant des mines de South Jöggins a été, je crois,

(1) *Quarterly Journal of the geological Society* for mai 1871.

décrite pour la première fois par moi, dans mon écrit sur la structure des végétaux conservés dans la Houille (1). »

« Les échantillons signalés plus tard dans le même recueil et dans les mémoires de la société royale par M. Binney sous le nom de *Sigil. vascularis* appartiennent à des types complètement différents de celui des vraies Sigillaires.

« Dans le genre circonscrit des vraies Sigillaires (*Rhytidolepis*) les côtes sont fortement développées, excepté à la base de la tige, et sont généralement beaucoup plus larges que les cicatrices ovales ou elliptiques qu'elles portent et sont striées longitudinalement. »

« L'axe ligneux est composé de fibres à ponctuations aréolées et scalariformes (2), disposé en cylindre formé de coins de bois que séparent des rayons médullaires comme les plantes exogènes. La moelle est divisée transversalement à la manière des *Sternbergia*, et l'écorce interne renferme de grandes quantités de fibres longues apparemment très résistantes, que j'ai nommées *bast tissue*; l'écorce externe était ordinairement épaisse, formée d'un tissu cellulaire dense et presque indestructible. Le tronc, une fois vieux, perdait ses côtes et ses cicatrices régulières, à cause de son accroissement et devenait à sa surface, comme celui d'un vieil arbre exogène. »

bast = fiber dur. = fibre li.

« Cette description se rapporte aux fortes tiges des Sigillaires cannelées du type du *S. reniformis*, ou *S. Brownii*. Les nombreux troncs encore debout qui se trouvent à South-Jöggins et à Sidney, cap Breton, sont ordinairement conservés dans le sable comme des moules; la seule partie de leur substance organique subsistant encore était l'écorce extérieure se présentant à l'état de charbon compact; cependant la structure intérieure n'a pas tout à fait disparu, mais, peut être reconnue comme une couche de charbon minéral réuni, au fond du moule de pierre, à d'autres débris introduits ultérieurement. Ordinairement l'écorce s'est détachée avant de pouvoir être remplie de sédiment, et les seuls restes

(1) *Quat. Journ. of the Geolog. Societ.*, 1859.

(2) Nous exposerons plus loin les doutes que soulève cette structure.

du tronc consistent en un petit amas de matière charbonneuse provenant de l'arbre lui-même. »

« En outre de la matière charbonneuse montrant une structure organique, nous pouvons encore trouver dans l'intérieur de ces arbres dressés, un moule de sable *strié* transversalement, représentant un cylindre médullaire avec aspect de *Sternbergia*. »

« Dans un cas seulement j'ai trouvé le cylindre médullaire calcifié de manière à montrer sa structure et entouré d'un cylindre de bois également calcifié. »

« Après avoir recueilli et examiné la matière ligneuse de plus de vingt de ces arbres, j'ai trouvé qu'elle consiste en un tissu de structure uniforme et ne présentant que les différences que l'on s'attend à trouver dans des arbres alliés génériquement. »

« Les tissus observés sont des fibres ligneuses à ponctuations aréolées avec une ou 4 rangées de pores, d'un tissu de fibres pseudo-scalariformes et des cellules allongées sans figures de l'écorce, que j'ai nommées *bast tissue*. »

« Il doit être observé que la plupart des troncs dressés n'ont pas conservé leurs marques externes, avec une netteté suffisante pour permettre de déterminer l'espèce, au moyen des cicatrices foliaires; mais ils montrent dans la plupart des cas, les côtes caractéristiques, et les rangées de ponctuations et d'aréoles modifiées à la manière ordinaire dans les vieux troncs et près de la base. »

« Il résulte de mes observations sur les Sigillaires à côtes qu'elles possèdent les tissus suivants :

« *a.* Une écorce externe cellulaire épaisse, se présentant ordinairement à l'état de charbon compact, mais offrant, quand sa structure est conservée, un tissu formé de cellules parenchymateuses épaisses. »

« *b.* Une couche plus interne très épaisse, généralement disparue et convertie en charbon, qui, dans les vieux troncs, contient une grande quantité de tissu parenchymateux très dense et d'une grande durée (*bast tissue*). Ce tissu est comparable à celui de certaines Conifères

modernes et constitue une grande partie du charbon minéral des couches de houille. »

« c. Un cylindre ligneux externe composé de cellules ligneuses marquées d'une simple rangée de pores largement aréolés à la manière des Pins ou des Cycadées, ou avec 2, 3, 4 rangées de semblables pores avec des aréoles hexagonales comme les *Dadoxylon*. »

« Ce cylindre ligneux est traversé par des rayons médullaires qui sont courts et composés d'un petit nombre de cellules superposées et par des faisceaux obliques et rayonnant de tissu scalariforme se portant vers les feuilles. »

« Dans quelques Sigillaires ce cylindre extérieur était composé de vaisseaux pseudo-scalariformes semblables à ceux du *Sigillaria elegans* de Brongniart; dans d'autres, sa place a été prise par ce tissu à fibres ponctuées sus-mentionné. »

« d. Un cylindre interne de tissu pseudo-scalariforme (j'ai adopté ce nom pour désigner ce tissu par conviction qu'il n'est pas homologue avec les vaisseaux scalariformes des Fougères et autres Acrogènes, mais qu'il est une simple modification du tissu ligneux aréolé avec les pores allongés transversalement). Un tissu semblable existe dans les Cycadées, où il représente les vaisseaux spiralés qui existent dans les *Exogènes* ordinaires. »

« e. Une large moelle consistant en un cylindre creux de tissu cellulaire des bords internes duquel partent de nombreux et minces diaphragmes allant au centre de la tige. »

« Les structures ci-dessus mentionnées existent très probablement, en différentes proportions, dans diverses espèces, et même dans une seule espèce, si on la prend à différents degrés de croissance. Il est évident que dans des formes telles que le *S. elegans*, le tissu scalariforme ou pseudo-scalariforme était prédominant dans les jeunes tiges. »

« M. le professeur Williamson m'a montré des spécimens des mines du Lancashire qui sont sans aucun doute pour moi, des arbres sigillarioïdes du type du *Sigillaria vascularis* de Binney et qui au lieu

d'une moelle de *Sternbergia* sont pourvus de cellules et de vaisseaux scalariformes placés au centre de la tige, et dans lesquels les vaisseaux scalariformes traversant le bois pour se rendre dans les feuilles, sont enfermés dans une masse considérable de tissu cellulaire allongé verticalement comme des rayons médullaires. Cette plante présente des marques extérieures du type *Clathraria*. »

« M. Carruthers m'a montré aussi un échantillon à côtes externes, apparemment Sigillaire ou *Syringodendron* qui possède de longues fibres scalariformes semblables à celles des *Stigmaria*. »

« Dans le cas d'échantillons montrant simplement la structure, il faudrait bien d'autres investigations pour nous permettre de distinguer les sous-genres de Sigillaires ou, pour les séparer absolument de celle de certaines Conifères particulières d'une part et de celle de certaines Acrogènes de l'autre. De jeunes tiges de *Dadoxylon* peuvent avoir ressemblé beaucoup par leur structure, à de jeunes Sigillaires; de jeunes tiges de Sigillaires peuvent avoir ressemblé beaucoup, par leur structure à celle des *Favularia*, et depuis que j'ai montré que les branches de *Favularia* ressemblent à celles des *Clathraria* par leur cicatrices, ce dernier genre pourrait encore présenter un degré plus inférieur d'organisation interne. »

« Il y a en outre, quelques raisons de croire, comme je l'ai établi, que quelques-unes des espèces rapportées par les paléobotanistes à la division des *Clathraria* sont réellement des formes de *Lepidophloios*, qui sont des plantes cryptogames. »

« Ces différentes difficultés jointes à l'état défectueux de préservation des échantillons peuvent excuser les opinions si diverses qui ont été émises sur les affinités des Sigillaires. »

« Sur cette importante question, il n'y a plus maintenant que deux opinions différentes, les autres ayant été généralement abandonnées. »

« Quelques botanistes parmi lesquels Brongniart se tenait au premier

rang, regardent les Sigillaires comme des plantes gymnospermes alliées aux Cycadées. »

« D'autres sont disposés à les regarder comme des Cryptogames Acrogènes en rapport étroit avec les Lycopodiacées. »

« En faveur de cette dernière opinion on peut faire remarquer: 1° l'association apparente avec les Sigillaires de certains strobiles ressemblant à ceux des *Lepidophloios*; 2° les points de ressemblance entre les tissus du *Favularia elegans* et ceux des *Lepidodendrons*; 3° la ressemblance de certaines Sigillaires du type *Clathraria* avec les *Lepidophloios*. »

« En faveur de la première opinion nous pouvons mentionner: 1° la structure exogène des Sigillaires, et l'affinité évidente de leurs tissus avec ceux des Cycadées, aussi bien que l'association constante avec ces arbres, de ces genres de fruits évidemment phanérogames connus sous le nom de *Trigonocarpus* et *Cardiocarpus*. »

« D'autre part leur ressemblance avec les Lepidodendrons peut être montrée dépendre seulement de la comparaison d'une partie des tissus des Sigillaires avec ceux de ce genre, on a donc des doutes sur la question de savoir si des strobiles de *Lepidophloios* et même des tiges de ce genre n'ont pas été accidentellement mêlés avec celles des Sigillaires. »

« Il est probable que tous les botanistes qui ont étudié ces plantes s'accorderaient en ceci que, si elles ne sont pas Gymnospermes, elles présentent du moins quelques points d'affinité avec eux et peuvent être regardées en quelque sorte comme un anneau qui les joint aux Acrogènes. »

« Les Sigillaires supérieures ressemblent évidemment aux Cycadées dans la structure de leur tige; leurs feuilles longues, étroites et rigides peuvent être comparées aux simples pinnules des feuilles des Cycadées, leurs radicules sont semblables à celles des Cycadées. De plus, si leurs fruits étaient de la nature des *Cardiocarpus* ou de celle des *Trigonocarpus* ce serait une analogie nouvelle. »

« Elles diffèrent surtout des Cycadées par la division de la tige en ces

remarquables branches souterraines (*Stigmaria*), et dans le développement à la partie supérieure, dans quelques cas du moins, des ramifications de la tige. »

« La première différence peut être considérée comme une modification spéciale en relation avec leur habitation particulière, la dernière peut être interprétée comme une modification tendant à les faire descendre vers les Lycopodiacées, ou les élever vers les Conifères. »

« Mais, comme nous le savons maintenant, la ramification se faisant remarquer surtout chez les Sigillaires du type inférieur, c'est la première opinion qui peut paraître la plus correcte. »

« Il est même possible que les Sigillaires renferment des formes complexes, placées entre les Acrogènes supérieures et les Gymnospermes. »

« A ce point de vue, le type des Sigillaires à côtes se relie aux Equisétacées par les *Calamodendrons* et les Calamites, et les types des *Favularia* et *Clathraria* aux Lycopodiacées par les *Lepidophloios* et les *Lepidodendron*. »

« Dans la direction supérieure leurs affinités tendent à la fois vers les Conifères et les Cycadées. A mesure que notre connaissance de la structure des espèces individuelles de Sigillaires croîtra, nous pourrons espérer de préciser avec plus de certitude, quels sont les liens de ces affinités, il faut cependant avoir la prudence de remarquer que parmi les plantes comptées au nombre des genres ou sous-genres de Sigillaires quelques-unes pourront éventuellement se montrer, les unes comme des Gymnospermes les autres comme des plantes Cryptogames. Quelques-unes de ces dernières peuvent avoir présenté une structure de tige plus complexe que celle trouvée dans des plantes modernes de degré semblable d'organisation. »

Dans les lignes qui précèdent comme on vient de le voir M. Dawson émet l'opinion que le *Sigillaria elegans*, Br. rapporté au genre *Favularia* peut bien servir de type pour représenter la structure de quelques plantes appartenant à ce groupe, mais qu'il diffère notablement des vraies Sigillaires cannelées formant le genre *Rhytidolepis*.

Pour appuyer son opinion ce savant fait connaître la structure, qu'il pense appartenir à ce dernier genre. Voici les réflexions suggérées à M. Williamson par la description que j'ai citée plus haut :

« Dans le mémoire en question, M. Dawson décrit une Sigillaire avec une moelle de *Sternbergia*, tandis que la partie interne du cylindre vasculaire consiste en tissu scalariforme se changeant à la surface externe en tissu pseudoscalariforme réticulé et en fibres à ponctuations aréolées. »

« L'exactitude de cette description comme tige de Sigillaire a paru si peu probable à la plupart des botanistes anglais, et si peu en concordance avec les vues acceptées jusqu'ici, qu'elle a rencontré peu d'adhérents. Pour moi, la principale difficulté de l'adopter réside dans l'absence absolue dans nos dépôts anglais, dans lesquels les *Sigillaires* sont si fréquents, de quelques tiges correspondant à celle-là. Des portions d'écorce sont comme je l'ai montré suffisamment communes, en même temps que les axes vasculaires décortiqués de types *diploxyloïdes*. »

« En voyant que ces derniers approchent de si près, la tige de *Sigillaire* figurée par M. Brongniart aussi bien que dans tous ses points essentiels, celle du *Sigillaria spinulosa* décrite par MM. Renault et Grand'Eury, il m'a paru extrêmement probable que quelques-uns de ces axes diploxyloïdes appartenaient aux vraies Sigillaires. Dans aucun de ceux-ci nous n'avons trouvé trace, soit d'une moelle de *Sternbergia*, soit de fibres aréolées, dans l'intérieur de l'axe vasculaire que M. Dawson a décrit comme existant dans les exemples américains. Néanmoins nous ne devons pas conclure de cela, que ce savant est dans l'erreur soit dans sa description soit dans sa croyance que les tiges décrites sont des tiges de Sigillaires, quoique nous restions convaincus, pour notre part, que les tiges décrites sont des tiges de Cryptogames et non de Gymnospermes. Nous connaissons très bien leur écorce à côtes du Lancashire, et leur structure très remarquable est aussi identique que possible avec celle des *Lepidodendron*, tandis qu'elle est aussi différente que possible de n'importe quelle Conifère récente ou fossile. »

M. Grand'Eury (1) émet également à ce sujet les doutes suivants :

« Quant aux *Sigillaria Rhytidolepis*, M. Dawson prétend (mais on ne voit pas sur quoi il se fonde) qu'ils lui ont présenté la même structure interne que les autres, mais toutefois avec des fibres poreuses à l'extérieur du cylindre ligneux, et de plus, une moelle de *Sternbergia*, ainsi qu'une écorce épaisse formée d'une grande quantité de *bast tissue*. L'auteur ne ferait-il pas confusion avec des tiges de Conifères? »

A cette remarque de M. Grand'Eury, j'ajouterai que la structure décrite par M. Dawson se rapporte en tous points à celle que j'ai observée dans les rameaux et les tiges de *Cordaites*. On trouve en effet, dans ces dernières plantes, une moelle de *Sternbergia*, un cylindre ligneux formé, de dehors en dedans de vaisseaux, d'abord scalariformes, puis réticulés, enfin de fibres à ponctuations aréolées comme dans les *Cycadées*, séparées par des rayons médullaires simples et peu étendus en hauteur; l'écorce est épaisse et renferme des ilots associés à des lames nombreuses de tissu hypodermique.

A cela si l'on ajoute le mélange des différents débris organiques d'origine diverse, accumulés dans les moules des troncs encore debout, constaté par M. Dawson lui-même, ainsi que la présence simultanée des deux genres de graines *Cardiocarpus* et *Trigonocarpus*, dont l'un représente certainement des graines de Cordaïtes et l'autre très probablement des graines de Sigillaires, on arrive à cette conclusion que la forêt fossile signalée par M. Dawson renfermait à la fois des troncs de Sigillaires et des troncs de Cordaïtes dont les débris auraient bien pu se mélanger.

L'examen d'un fragment d'écorce du *S. Saullii* Br. appartenant au genre *Rhytidolepis*, et recueilli par M. Grand'Eury aux environs de Manchester, m'a montré une structure analogue à celle du *S. elegans*. En effet au-dessous du tissu cellulaire parenchymateux de la surface, surtout développé près des coussinets foliaires, on rencontre une couche épaisse du tissu cellulaire prosenchymateux signalé dans le *S. elegans* par M. Brongniart;

(1) *Flore carbonifère du département de la Loire*, p. 176.

les cellules de ce tissu s'allongent et épaississent leurs parois à mesure que l'on s'éloigne de la surface et forment le *bast tissue* de M. Dawson.

Dans le même fragment, mais *non en contact* avec cette écorce, j'ai rencontré un fragment de cylindre ligneux appartenant à une Sigillaire, ne différant pas sensiblement par sa structure du *S. elegans*, ou de *S. spinulosa*.

On sait que la famille des Sigillaires proprement dite comprend les quatre genres suivants :

| | | | | |
|------------------|---|--|---|---------------------|
| Écorce cannelée. | } | Genre Rhytidolepis avec les cicatrices séparées. | - | <i>S. Saullii</i> |
| | | -- Favularia — — contiguës. | - | <i>S. elegans</i> |
| Écorce lisse. | } | -- Leiodermaria — — séparées. | - | <i>S. spinulosa</i> |
| | | -- Clathraria — — contiguës. | - | |

Si le fragment de Sigillaire précédent appartient réellement comme je le crois au genre *Rhytidolepis*, on connaîtrait la structure du cylindre ligneux dans trois de ces genres représentés chacun par les *S. Saullii*, *S. elegans*, *S. spinulosa* et qui ne se différencieraient que par la structure, un peu différente de leur écorce, la distance et la forme des cicatrices foliaires.

Le genre *Clathraria* seul resterait à découvrir avec son organisation interne conservée, quelques espèces de ce groupe telles que le *S. Brardii* sont communes en empreintes à Saint-Etienne, et on peut espérer que les rognons silicifiés de cette localité fourniront un jour la solution du problème.

Mais s'il était permis de tirer quelques conséquences des faits déjà connus, on pourrait admettre sans grande témérité que les différences de structure que l'on trouvera entre le *S. Brardii* par exemple et le *S. spinulosa* seront du même ordre que celles que l'on a rencontrées entre le *S. elegans* et le *S. Saullii*; ces différences porteront principalement sur l'écorce, au-dessous des coussinets des cicatrices foliaires on devra trouver ces lames de tissu prosenchymateux (Brong.) ou *Bast tissue* (Dawson) que l'on rencontre disposées en réseau dans l'écorce du *S. spinulosa* et renfermant entre leurs mailles, des bandes de cellules subéreuses.

Ces quatre genres de Sigillaires ne paraissent donc pas présenter des

différences aussi marquées dans leur structure que M. Dawson le pense et même en admettant que les Sigillaires du groupe des *Favularia* et *Leiodermaria* fussent inférieures en organisation à celles du genre *Rhytidolepis*, si l'on parvient à établir encore plus solidement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, que les premières, sont des Dicotylédones gymnospermes faisant partie de la classe des Cycadinées, il est clair que par cela même la démonstration serait faite pour les secondes.

M. Grand'Eury partage l'opinion de M. Brongniart, sur la nature phanérogamique des Sigillaires. « Le *Sigillaria elegans*, dit-il (1), présente l'organisation vasculaire propre aux tiges de dicotylédones Gymnospermes, mais non d'une manière si évidente que le D^r Hooker n'en ait douté (2) et n'ait même placé les Sigillaires à côté des Lepidodendrons avec lesquels elles ont incontestablement des ressemblances, mais extérieures seulement. L'anatomie plus complète sous certains rapports du *Sigillaria spinulosa*, lève tous les doutes qui pouvaient exister quant à l'organisation essentiellement dicotylédone de cette espèce, type des *Leiodermaria*, et par contre coup aussi du *S. elegans*, type des *Favularia*, c'est là un point bien acquis et qui coupe court aux objections de M. Carruthers.

« L'organisation du *S. elegans* et surtout du *S. spinulosa* marque la place de ces plantes parmi les Dicotylédones; et les Cycadées sont de tous les végétaux vivants ceux dont, par leur structure, les *Sigillaires* se rapprochent le plus. »

« Je ne puis que m'associer aux conclusions de M. Dawson et Newberry quant à l'attribution probable des *Trigonocarpus* aux *Sigillaires*, j'y joindrai de plus les graines désignées sous le nom de *Polygonocarpus*. Mais pour résoudre complètement la question il faudrait trouver l'une de ces graines attachée à une feuille de *Sigillaire*, ce que laissent espérer des empreintes de graines anguleuses, un peu vagues il est vrai, que l'on découvre à la base élargie de certaines feuilles. »

Comme on le voit, les bonnes raisons ne manquent pas aux parti-

(1) *Flore carbonifère de la Loire*, p. 175, 1877.

(2) *Geological Survey*, t. II, deuxième partie, p. 435.

sans de la doctrine de M. Brongniart pour soutenir leur opinion. Mais ces raisons ne paraissent nullement convaincantes à quelques paléontologistes, et le desideratum exprimé par M. Grand'Eury pouvant rester longtemps sans être satisfait, l'accord ne se fera pas encore de sitôt, je n'en citerai comme preuve que les lignes récentes de M. Williamson, le savant et infatigable paléobotaniste de Manchester (1) :

« Malgré tout ce qui a été fait pour élucider le rapport des *Lepidodendron* et des *Sigillaria*, bien des choses restent encore obscures; voici quel semble être en ce moment l'état de la question. La première tige de *Lepidodendron* découverte, dans laquelle l'organisation intérieure a été reconnue est cette unique tige historique décrite et dessinée par Witham et nommée par lui *L. Harcourtii* (2) Le même spécimen fut plus tard décrit et dessiné par Lindley et Hutton et de nouveau par Brongniart, cette plante qui, dans mon opinion, représente seulement une modification extrême de l'organisation des *Lepidodendrons*, et à vrai dire, le plus hautement organisé, a été pendant longtemps le seul exemplaire connu dans lequel la structure entière était intacte, de sorte qu'il fut regardé spécialement par Brongniart et ceux qui acceptèrent implicitement ses conclusions comme le type du groupe entier des *Lepidodendrons*. Dans le volume qui contient la description de ce *Lepidodendron*, Witham a décrit son *Anabathra pulcherrima* qui ne diffère, comme nous le savons, des *Lepidodendrons* que parce qu'il possède une deuxième zone vasculaire exogène entourant la zone primaire des *Lepidodendrons*. Witham ne hasarde aucune opinion sur ses affinités botaniques. Brongniart ne cite pas cette plante dans ses végétaux fossiles, mais un peu plus tard il en a obtenu un échantillon dont il a fait le sujet d'une dissertation dans son mémoire classique sur le *S. elegans*. Cette dernière plante possédait quelques traits de l'*Anabathra*, mais montrait quelques différences dans la structure de son cylindre vasculaire interne qui consiste dans le

(1) *On the organisation of the fossils plants*, part. IX. — *Philosoph. transact. of the royal Society*, part II, 1878.

(2) En l'honneur de Vernon Harcourt, recteur de Rothbury, qui l'avait trouvée dans le terrain houiller inférieur de Hesley-Heat dans le Northumberland.

S. elegans en un anneau vasculaire interrompu tandis que, l'*Anabathra* en montre un continu. Puis est venue la publication de la *Flore du Monde primitif* de Corda dans laquelle l'auteur décrit son genre *Diploxyton*, forme de plante qui réunit les traits du *L. Harcourtii* et ceux du *S. elegans*. *L.* ayant le cylindre vasculaire interne continu du premier associé avec la zone exogène du dernier. Dans son tableau des genres des végétaux fossiles, p. 57, Brongniart place très justement le genre *Diploxyton* de Corda parmi ses Sigillaires et avec une égale raison l'identifie à l'*Anabathra* de Witham. D'autres publications variées de M. Dawson, Binney et de moi ont suivi celles que je viens de mentionner, puis celle de MM. Renault et Grand'Eury dont j'aurai à reparler d'une manière plus spéciale. *Le point à décider peut tenir dans une coquille de noix!* »

« Une Ecole suit M. Brongniart, et croit que le *L. Harcourtii* est le vrai type représentatif des Lépidodendrons, tandis que le *S. elegans* et le *Diploxyton* représentent les Sigillaires, qu'ils supposent non seulement n'avoir aucune affinité avec les Lépidodendrons, mais appartenir à un groupe tout à fait différent, celui des Gymnospermes. »

« Dans quelques-uns de mes premiers écrits, j'ai cité une série de faits qui me paraissent concluants, et qui m'ont conduit à rejeter cette séparation des Lépidodendrons et des Sigillaires, et j'aurais été porté à laisser ces faits et les arguments basés sur eux se maintenir ou tomber suivant leur propre valeur, mais, dans son récent volume sur le terrain houiller du centre de la France M. Grand'Eury ayant critiqué mes opinions, je suis contraint de revenir sur ce sujet. »

« Dans mon troisième mémoire (1) j'ai montré que, dans son jeune état, l'*Anabathra* est un vrai Lycopode du type du *Lepidodendron Harcourtii*, mais qu'après un certain temps, par l'addition à l'anneau vasculaire interne de vaisseaux concentriques extérieurs, il se forme l'anneau exogène externe caractéristique de la famille des Sigillaires gymnospermes de M. Brongniart. La conclusion à laquelle mène ces faits est inévitable, et les

(1) *On the organisation*, part. III, Lycopodiacees, 1872.

arguments irréfutables, à moins qu'on ne puisse montrer que je me suis mépris dans l'observation des faits ce que personne n'a encore tenté de faire, j'ai peu de doutes que cette plante que la théorie de Brongniart convertit en une Cryptogame dans son jeune âge et dans une plante phanérogame dans sa maturité ne soit réellement le *L. Veltheimianum*.

« On doit comprendre que j'ai cherché à établir l'unité organique des Lépidodendrons et des Sigillaires en faisant voir que des plantes qui sont indubitablement des Lépidodendrons acquièrent graduellement les traits internes que l'on suppose caractéristiques des Sigillaires. »

« Dans mon 2^{me} mémoire (2) j'ai montré que les écorces des *Favularia* et des vraies Sigillaires ont une structure identique avec celle des Lépidodendrons, mais ceci n'est qu'une ressemblance secondaire due à leur unité d'origine venant confirmer celle du développement de leur axe vasculaire, aussi j'ai été surpris de trouver dans l'ouvrage de M. Grand'Eury la remarque suivante : « M. Williamson dit avoir trouvé une série continue de spécimens établissant l'identité des Sigillaires avec les Lépidodendrons. En suivant son opuscule on voit que l'auteur passe à cette conclusion par des faits isolés, d'après l'analogie de l'écorce et non par des exemples complets réunissant les caractères extérieurs aux caractères intérieurs. Ses échantillons à structure interne n'ont pas une superficie plus déterminable que le *Sigillaria vascularis*. Dans un mémoire complémentaire M. Williamson avance que le genre *Diploxyton* est l'état âgé des tiges de Lépidodendrons, j'ai parfaitement remarqué chez lui une écorce écailleuse en rapport avec du bois de *Diploxyton*. Mais dans le *L. Harcourtii* ce savant a vu la structure rester simple. »

« Tout cela ne prouve qu'une chose c'est que certaines empreintes de *Lepidophloios* peuvent appartenir à des végétaux dicotylédones. »

« Je me suis assez étendu sur la question pour montrer que le paragraphe en question renferme une erreur sérieuse de l'auteur, la fidélité de mes observations ne peut être mise en doute, et la diffé-

(2) *On the organisation*, part. II, Lycopodiacées et Sigillaires, 1871

rence dans les corps vasculaires des Lépidodendrons et des Sigillaires, comme je l'ai montré, n'est simplement qu'une différence provenant de l'âge et de la croissance.

Je vais appeler l'attention sur quelques autres détails de l'organisation du *Lep. Selaginoides* (*S. vascularis* de Binney) qui se rapproche le plus du *Lepidodendron Harcourtii*. Je suppose que le nom de Sigillaire a été donné à cette plante par ce savant, parce qu'elle possède une mince couche vasculaire exogène. S'il en est ainsi il tourne purement dans un cercle, puisque, sauf cette zone vasculaire, elle ne possède pas un seul trait qui la relie aux Sigillaires, elle ne montre pas la plus faible trace de côtes longitudinales et des sillons caractéristiques des vraies Sigillaires, tandis que, comme je l'ai déjà montré, son écorce et ses feuilles font voir tous les traits qui caractérisent un vrai Lépidodendron, conclusion appuyée par M. Carruthers.

« Il n'est pas nécessaire d'entrer de nouveau dans une description détaillée de la structure de l'axe de la plante dans lequel cellules et vaisseaux sont plus ou moins entremêlés comme dans la tige des Lycopodiacées. »

« En comparant les faits ci-dessus avec ce que j'ai décrit dans mon troisième mémoire on ne peut manquer de voir que, quoique le cylindre exogène du *L. Selaginoides* soit beaucoup moins développé que dans le *Diploxyton* du Burntisland, les formes essentielles de structure sont identiques dans chacun d'eux ; ici donc nous avons deux plantes lépidodendroïdes qui possèdent, à différents degrés de développement, l'organisation vasculaire que Brongniart, et que ses disciples croient encore être le caractère distinctif des Sigillaires, et que d'après cela ils regardent comme des phanérogames gymnospermes. »

« Si l'on se rappelle l'absolue identité dans tous les autres traits des tiges de Lépidodendron et de Sigillaire, laquelle M. Grand'Eury a reconnu lui-même exister, il est moins dépourvu de raison d'admettre que quelques-unes de ces Lycopodiacées arborescentes ont été pourvues d'une couche cambiale pouvant développer une zone exogène, que de

transporter le genre *Lepidophloios* du groupe des Lycopodiacées, avec lesquelles tous les auteurs s'accordent à les réunir, dans celui tout à fait différent des gymnospermes, comme le propose M. Grand'Eury (1). »

« Ces faits indiscutables vont à l'encontre des hypothèses de M. Brongniart que M. Grand'Eury admet complètement, et pour leur échapper il me semble que ce dernier adopte une explication qui ne repose sur aucun fondement. »

« Le grand malheur c'est que le *L. Harcourtii* a été longtemps la seule tige lepidodendroïde à organisation connue ce qui fait qu'au lieu d'être interprétée comme une modification extrême du type lepidodendroïde, dont les Sigillaires représenteraient la modification opposée, elle en vint à être regardée par M. Brongniart comme la seule forme typique. »

« Toutes ces raisons tendent à confirmer mes premières conclusions, à savoir, que Lépidodendrons et Sigillaires appartiennent au même type de végétaux, qu'ils sont également des plantes cryptogamiques, mais que les Sigillaires, dans tous leurs organes végétatifs, représentent la plus parfaite modification à laquelle est parvenu le type des Lycopodiacées. »

M. Williamson a résumé (2) sous forme de diagramme le résultat de ses recherches. Dans cette figure idéale, il donne la section longitudinale d'un végétal de structure lepidodendroïde au centre ainsi qu'au sommet, et à structure de Sigillaire à la base; les couches exogènes de la partie sigillarienne s'étendent, d'après cette figure, en hauteur et en épaisseur à mesure que la vie du végétal se continue.

Les travaux considérables publiés par M. Williamson, sur les plantes fossiles nombreuses et nouvelles, dont il a révélé la structure, l'exactitude de ses descriptions et sa haute autorité scientifique donnent à ses opinions une valeur toute exceptionnelle.

(1) Remarquons en passant que telle n'a jamais été l'opinion de M. Grand'Eury; de la lecture attentive du passage complet, dont il a été question, il ressort simplement, d'après ce dernier savant, que quelques plantes à aspect extérieur de *Lepidophloios* pourraient bien être des plantes dicotylédones. Cette opinion du reste a déjà été émise par M. Dawson. (Voir plus haut p. 234 où il reconnaît que certaines empreintes du type *S. Clathraria* peuvent avoir été confondues avec celles de *Lepidophloios*.)

(2) *Phil. trans. On the organisation*, part. III, fig. 37, pl. XIV.

Par ce qui précède, on peut le regarder comme le chef autorisé de l'École opposée aux prétendues « *hypothèses* » de M. Brongniart sur les affinités des Sigillaires.

Dans les pages suivantes, nous allons chercher à résumer la structure anatomique des Lépidodendrons en choisissant pour cette étude les tiges reconnues par tous les paléontologistes comme appartenant à cette famille; les exemples que nous prendrons seront le *L. Harcourtii* même de Witham, le *Lomatophloios crassicaule* de Corda, etc., auxquels nous ajouterons quelques tiges et rameaux qui appartiennent avec certitude à la famille des Lépidodendrons.

Nous chercherons également à établir les caractères généraux et essentiels des Sigillaires en choisissant celles dont les cicatrices foliaires indiscutables ne laissent prise à aucune critique, et en nous efforçant de faire sortir de la structure même de ces tiges des renseignements sur leurs affinités botaniques, renseignements que l'on n'a pu tirer jusqu'à présent des organes de fructification, car l'hésitation est permise au paléontologiste qui se trouve d'une part, entre les affirmations de M. Goldenberg, attribuant, comme nous l'avons vu plus haut, des fructifications d'Isoètes aux Sigillaires, et celles non moins sérieuses de M. Dawson, Newberry et Grand'Eury, reconnaissant à ces végétaux la possibilité d'avoir produit des graines, telles que les *Trigonocarpus* et *Polygonocarpus*, graines dont la structure, actuellement connue dans leurs détails les plus intimes, ne laisse plus de doute sur la nature cycadéenne des arbres qui les ont portées.

Si les Sigillaires ne sont que l'état plus âgé de certains Lépidodendrons, comme le pense M. Williamson, plusieurs conséquences découleront de cette identité.

1° Toute Sigillaire étant représentée dans son très jeune âge par un axe uniquement lépidodendroïde, nous devons naturellement rencontrer de jeunes Lépidodendrons construits sur autant de types que nous aurons d'axes internes différents de Sigillaires. En effet, en admettant le *Sigillaria vascularis* de M. Binney comme type de Sigillaire nous aurions trois struc-

tures différentes pour les axes des jeunes Lépidodendrons correspondants.

a) Cylindre ligneux représenté par un cercle continu de vaisseaux scalariformes, renfermant une moelle centrale parcourue par de nombreux faisceaux vasculaires également scalariformes. (État jeune du *Sigil. vascularis*.)

b) Cylindre ligneux formé par un cercle continu de vaisseaux scalariformes entourant une moelle n'offrant aucune trace de vaisseaux. (État jeune des *Diploxylon*.) D'après M. Williamson, le *L. Harcourtii* serait le représentant de ce type.

c) Cylindre ligneux formé par une couronne discontinue de faisceaux vasculaires, scalariformes, circonscrivant une moelle dépourvue de faisceaux vasculaires. (État jeune des Sigillaires des genres *Favularia*, *Leiodermaria* et probablement *Rhytidolepis*.)

Jusqu'à présent, le second de ces types lépidodendroïdes seul aurait été rencontré.

Remarquons que les gisements silicifiés d'Autun, qui ont fourni des échantillons de *S. elegans* et *S. spinulosa*, n'ont encore présenté ni rameau, ni tige qui puisse se rapporter à aucun type quelconque de Lépidodendrons, sans toutefois attacher plus d'importance qu'il ne faut à cette remarque.

2° Si certains Lépidodendrons se transforment en Sigillaires, par le fait seul de l'âge, c'est-à-dire par l'apparition plus ou moins tardive d'un bois exogène en dehors de l'axe lépidodendroïde, on doit admettre que l'addition de couches ligneuses ne modifie pas la structure primitive, propre de cet axe, que les faisceaux vasculaires qui ont émis des cordons foliaires ont dû conserver leur disposition particulière et leur structure générale primitive. Les cordons foliaires eux-mêmes, déjà formés, et parcourant les feuilles, n'ont pas dû changer de constitution pendant l'accroissement exogène de la tige.

Nous allons examiner si ces déductions sont confirmées par les faits, et rechercher : si trois types de Lépidodendrons existent, correspondant, par la structure de leur tige, aux trois types de Sigillaires

Si l'origine des faisceaux vasculaires est la même dans les deux catégories de plantes, et surtout si la constitution du cordon foliaire est semblable.

STRUCTURE DE LA TIGE DES LÉPIDODENDRONS

De récentes découvertes montrent que les Lépidodendrons ne peuvent plus être représentés par le type unique jusqu'à présent connu, le *L. Harcourtii*, mais qu'ils se rattachent à trois formes distinctes :

- | | | |
|----|---------------|--------------|
| 1° | Lépidodendron | Rhodumnense. |
| 2° | — | Harcourtii. |
| 3° | — | Jutieri? |

Dans le premier type, les rameaux et la tige sont pourvus d'un axe ligneux formé de larges vaisseaux rayés sans aucune trace de tissu cellulaire interposé, les plus gros vaisseaux sont au centre, les plus petits à l'extérieur.

Les cordons foliaires partent toujours de faisceaux vasculaires placés à la périphérie de l'axe ligneux.

En dehors, on rencontre une écorce formée d'une couche parenchymateuse, puis d'une zone de cellules de prosenchyme, qui, dans les vieilles tiges, peut prendre un accroissement considérable, enfin d'une couche cellulaire due en grande partie aux coussinets des cicatrices foliaires.

Dans le second type les rameaux et la tige renferment un cylindre vasculaire continu entourant une moelle; du côté de cette dernière, les vaisseaux rayés qui le constituent sont larges, et deviennent plus petits vers la périphérie.

Les faisceaux vasculaires qui envoient des cordons aux feuilles sont également placés à la périphérie du cylindre ligneux; ce cylindre est entouré d'un tissu parenchymateux assez solide, suivi d'un parenchyme cortical un peu plus lâche, enfin d'une zone de cellules étroites plus allongées, disposées en séries régulières :

Dans le troisième type qui n'est pas encore décrit (1), le cylindre ligneux ne serait représenté que par une couronne de faisceaux vasculaires isolés entourant la moelle, et d'où partiraient les cordons foliaires. Dans ce type on ne trouverait ni l'axe complètement vasculaire du *L. Rhodumnense*, ni le cylindre ligneux continu du *L. Harcourtii*.

LEPIDEDENDRON RHODUMNENSE. B.R.

Premier Type. — Planche 10, fig. 1.

J'ai pu étudier la structure de jeunes rameaux, celle de tiges âgées et les fructifications appartenant à ce type, sur des échantillons trouvés par M. Grand'Eury, à Combres (Loire) dans les bancs quartzeux appartenant à l'étage du Culm.

Le diamètre des rameaux préparés est d'environ 3^{mm}, ils portent encore des feuilles disposées en spirale suivant l'ordre de 2/11 (fig. 2, pl. 10); celles-ci s'éloignent d'abord presque horizontalement, et, à une distance d'environ 2^{mm} elles se redressent parallèlement à l'axe.

Une coupe transversale faite près de leur base se montre sous la forme d'un quadrilatère à cotés légèrement concaves, plus large dans le sens transversal que dans celui de la hauteur (fig. 5), ses angles supérieurs et inférieurs sont plus arrondis que les angles latéraux. La coupe présente dans son milieu la trace d'un seul faisceau vasculaire *g*.

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 grès à anthracite de la même localité.

Dans la partie dressée de la feuille les sections transversales sont un peu différentes (fig. 1, *f'*); elles se présentent sous la forme de croissants, la face supérieure ou interne est à peine concave, tandis

(1) Je dois, à l'obligeante amitié de M. Jutier, ingénieur en chef des mines, d'avoir eu connaissance de ce nouveau type de *Lepidodendron*, et de pouvoir en donner quelques détails superficiels.

que la face inférieure 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. 1), on reconnaît aisément que la partie centrale est occupée par un cylindre *plein* entièrement vasculaire sans aucune trace de tissu cellulaire interposé.

Les vaisseaux qui le composent sont tous rayés (fig. 2 et 4 *a*) et les plus gros occupent le centre (fig. 3).

Le cylindre ligneux offre à sa périphérie onze saillies (fig. 1 et 3 *a*), déterminées par autant de faisceaux vasculaires placés à la circonférence du cylindre 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 (*e* fig. 2), pour se porter en ligne droite vers les feuilles.

Immédiatement autour du cylindre ligneux, se trouve une assise de cellules de deux ou trois rangées à parois minces, plus hautes que larges, non terminées en biseau (fig. 1, 2, 3 et 4 *b*) et qui forment la gaine protectrice du faisceau.

Plus en dehors on voit un espace vide *h* probablement rempli de tissu lacuneux, formé de cellules étoilées, analogues à celles qui constituent le parenchyme de même nature de certaines plantes marécageuses, et que j'ai retrouvées conservées en partie et occupant la même position dans des cônes de Lépido-dendron.

Cet espace vide est limité extérieurement par une couche de cellules à sections rectangulaires (*c* fig. 1 et 2) disposées en séries régulières sur deux ou trois rangs, que l'on pourrait prendre pour des cellules subéreuses si leur position était différente.

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 la partie la plus considérable de l'écorce.

La section représentée dans la figure 1 montre un contour exté-

rieur avec des proéminences variant de forme, et dues à la rencontre des coussinets foliaires sur différents points de leur hauteur; une feuille a été en partie coupée vers sa partie inférieure *f'* quelques autres *f'* tenant encore au rameau, ont été rencontrées à des points divers de la partie dressée de leur limbe.

Contrairement à ce qui existe dans la plupart des descriptions de rameaux de *Lépidodendron*, l'axe ligneux *a* occupe exactement la partie centrale, c'est qu'il a été maintenu dans cette position par les cordons foliaires (*e* fig. 2), dirigés horizontalement.

Ce n'est pas à la petitesse du rameau que l'on peut attribuer l'absence de tissu cellulaire central, car nous verrons plus loin une jeune branche de dimension semblable, mais du type du *L. Harcourtii*, qui offre un cylindre vasculaire creux entourant une moelle.

Tige. — La tige que j'ai étudiée, et dont une partie est représentée de grandeur naturelle (fig. 6), 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^{mm} et 22^{mm}.

La cavité centrale due, soit à un déchirement du tissu, soit à tout autre cause, ne renferme aucune trace de tissu cellulaire. Cette cavité est cylindrique, dans les échantillons non déformés, toujours de petite dimension et vide.

Le tissu ligneux se compose des vaisseaux scalariformes (fig. 8, *a a', l l'*) d'un diamètre considérable, 0^{mm}, 17 en *a* au centre, mais plus petit 0^{mm}, 1 en *l'* à la périphérie. Ils sont disposés 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, *a'*) adhérents au cylindre ligneux, quelques uns *a''* l'ont quitté pour se porter vers les feuilles.

L'écorce qui atteint de 12 à 15 millimètres dans l'échantillon figuré, est incomplète. On en trouve parfois des fragments d'une épaisseur bien plus grande, mais séparés 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 celle du *Sigillaria spinulosa*.

La portion de coupe transversale (fig. 9), prise à l'extérieur, se montre formée, en effet, d'un réseau cellulaire *m m*, dont les mailles sont remplies par d'autres cellules plus grandes *m' m''* à section rectangulaire et à parois minces. Dans la partie moyenne plus interne de l'écorce, les mailles du réseau sont plus serrées et les lames cellulaires qui les forment moins contournées (fig. 10). La région profonde *d* (fig. 6 et 12), ne présente plus de mailles; le tissu régulier *y* est disposé en séries rayonnantes.

Vues sur une coupe radiale, les cellules qui forment le réseau, sont allongées *m* (fig. 11) à section rectangulaire, terminées en biseau peu allongé alternant très régulièrement les unes avec les autres, et dont la longueur moyenne est de 0^{mm},4 et la largeur 0^{mm},08.

Leur coupe tangentielle est représentée figures 13 et 14 *m*, elles sont terminées en pointe aux deux extrémités; la figure 13 représente les cellules prises dans la portion interne de l'écorce en *d* (fig. 6), elles sont un peu plus longues que dans la partie où elles forment le réseau contenant les cellules *m'*.

L'apparence de zones concentriques alternativement foncées et plus claires, est due à la soudure et à l'écartement des lames cellulaires qui forment le réseau; dans les points de contact *n*, les cellules sont plus nombreuses, et sont remplies d'une matière plus colorée que dans les autres parties du réseau.

Ces cellules ont exactement la même forme que celles qui constituent le tissu désigné sous le nom de prosenchyme, par M. Brongniart, dans sa description du *S. elegans* (l. c.) *ff* (fig. 2, pl. 2). Ce sont elles qui représentent le *bast tissue* de M. Dawson; et que j'ai regardées comme une modification du tissu subéreux, dans l'étude du *S. spinulosa*.

Quelle que soit l'origine de cette partie de l'écorce, difficile à bien préciser dans des plantes fossiles, son rôle devait être important, puisqu'on la retrouve à la fois dans les Sigillaires et les Lepidodendrons avec un dévelop-

pement énorme, son rôle devait être de protéger et de soutenir l'axe ligneux. On connaît en effet 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 qu'à celle de leur axe ligneux, qu'elles devaient de pouvoir résister et rester debout.

Dans les *mêmes* fragments siliceux, on rencontre des portions de cônes plus ou moins complets, renfermant un grand nombre de sporanges : les uns contiennent d'innombrables microspores, les autres de nombreuses macrospores; les macrosporangies placés à la base des cônes, sont généralement rompus, et les macrospores se sont dispersées en formant des agglomérations de plusieurs centimètres d'épaisseur. Les sporanges sont soutenues par des bractées dont on voit une coupe transversale (fig. 15), elles sont moins robustes que celles qui se trouvent dans les cônes décrits par MM. Hooker, R. Brown et Brongniart. Peut-être ces sporanges se rattachent-ils à l'axe, au lieu d'être fixés uniquement sur une portion de la bractée, comme cela a lieu dans les cônes connus jusqu'ici.

La figure 16 représente une section transversale d'un microsporange grossi 10 fois seulement. La paroi de l'enveloppe n'est formée que d'une seule couche de cellules, et paraît plus simple que dans les microsporangies ordinaires. La déhiscence se faisait à la partie inférieure, suivant une ligne *s* parallèle à l'axe du sporange.

Les microspores encore groupées par 4 (fig. 17) *x*, ou séparées *v*, sont parfaitement distinctes et souvent renfermées dans le microsporange, dont la déhiscence n'est pas encore effectuée. Les angles sont fortement accusés, et leur dimension suivant l'axe du tétraèdre représentant la microspore, est d'environ $0^{\text{mm}},1$.

Les macrospores se présentent sous la forme de petites sphères à parois noires et coriaces, ayant à peu près $0^{\text{mm}},8$ de diamètre, surmontées (fig. 18) d'un petit canal de forme conique communiquant avec une cavité *t*. Une seule fois, sur des centaines de macrospores observées, j'ai rencontré une microspore engagée dans ce canal, peut-être n'était-ce qu'un accident, et cette observation unique ne serait pas suffisante pour que l'on pût assi-

miler cette cavité de la macrospore avec la chambre pollinique, si développée et si constante dans les graines de l'époque de la houille et dont il sera question plus loin.

Dans quelques macrospores, on distingue (fig. 19) en dedans d'une membrane cellulaire *u* plusieurs corps ovoïdes, pluricellulaires *s*, dont il est difficile de préciser la nature.

Si, par la présence de microsporanges et de macrosporanges réunis sur un même individu, 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 complète 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.

Le type de Lépidodendron dont on vient de lire la description sommaire, n'est jamais passé à celui d'une Sigillaire; car en dehors du cercle formé par les faisceaux vasculaires d'où partent les cordons foliaires, il n'y a aucune trace de production ligneuse exogène, même dans la tige, et cette dernière, comme l'indiquent le développement considérable, tout entier en direction centripète de son bois et l'épaisseur de son écorce, devait appartenir à une plante déjà âgée. Si l'on admettait que quelque Lepidodendron appartenant à ce type, ait pu, à un moment donné de son existence, se revêtir d'une couche de bois exogène, il ne représenterait nullement le *Sigillaria vascularis* de M. Binney, puisque cette dernière offre à sa partie centrale du tissu vasculaire et du tissu cellulaire entremêlés, mélange de tissu qui fait *absolument défaut* dans le *L. Rhodumnense*.

Deuxième Type.

Nous avons vu précédemment les caractères principaux qui distinguent ce type le plus anciennement connu et auquel se rattachent presque toutes les tiges de Lepidodendrons décrites jusqu'ici. Nous citerons entre autres le *L. Harcourtii*, Witham, le *Lomatophloios crassicaule*,

Corda (1), le *L. Nothum*, Unger. Ce savant déclare (2) en effet que ce *Lepidodendron* ne diffère que très peu du *L. Harcourtii* et qu'un autre, le *L. Richteri* n'en diffère pas du tout.

Il en est de même pour les différentes tiges de *Lépidodendrons* décrites par M. Binney (3), pour les tiges d'*Halonia*, d'*Ulodendron*, figurées par MM. Williamson (4) et Binney (5). La structure générale et concordante de ces différentes tiges ou rameaux a été exposée d'une manière assez complète par les auteurs qui en ont fait l'objet de leurs recherches pour qu'il soit inutile d'y revenir. Cependant certains détails de structure offrant quelque intérêt, n'ont peut-être pas été suffisamment indiqués et les faits suivants sont destinés à combler, autant que le permettait la conservation des échantillons, une partie des lacunes des précédentes descriptions.

LEPIDODENDRON HARCOURTII, *Witham*.

La figure 2 (pl. 11) représente une portion du cylindre ligneux du *L. Harcourtii*, de *Witham*, d'après une section de l'échantillon type conservée dans les collections du Muséum. 1/

Le cylindre ligneux *a* formé uniquement de vaisseaux scalariformes, offre du côté de la moelle un contour irrégulier, et son épaisseur varie suivant le point de la circonférence que l'on considère. Les éléments qui le composent diminuent de diamètre de l'intérieur à l'extérieur, et la périphérie du cylindre occupée par les vaisseaux scalariformes les plus grêles, montre une couronne de dentelures *a'* disposées assez régulièrement; ces dentelures sont produites par la présence des faisceaux vasculaires, tangents au cylindre ligneux d'où s'échappent les cordons foliaires *a''*; ceux-ci, au lieu

(1) *Beiträge zur Flora der Vorwelt* (1845).

(2) *Beiträge zur Pflanzontographia der thuringes Waldes* (1856).

(3) *Observations on the structure of plants found on the carb. strata*. *Pal. Society*, 1871. a/

(4) *On the organisation of the fossil plants of the coal Measures*. *Lycopodiacees*. *Phil. transact.*, 1871, 1872.

(5) *Loc. cit.*

de se diriger horizontalement, comme nous l'avons vu dans le *L. Rhodumnense*, parcourent une courbe assez étendue à travers l'écorce, avant d'aboutir aux cicatrices laissées par les feuilles.

La figure 2 représente une section du cordon foliaire au moment où il vient de se détacher du cylindre ligneux, et la figure 3 le montre quand il en est déjà à une certaine distance. Dans le premier cas, les éléments les plus fins se trouvent près du centre du cordon; dans le second, ils sont placés aux deux extrémités de la section de ce dernier, qui s'est sensiblement aplati.

Cette nouvelle disposition en deux groupes des éléments les plus déliés du faisceau, est rendue encore plus frappante dans la figure 4 qui représente une section transversale un peu oblique, d'un cordon foliaire quand il s'est recourbé pour traverser la zone extérieure de l'écorce.

Les vaisseaux scalariformes les plus fins et quelques cellules annelées ou spiralées sont visibles près des deux extrémités latérales du faisceau. La figure 5 prise dans la partie presque horizontale de la course de ce dernier montre également en *tr* la même particularité. Rappelons que l'épaisseur de l'anneau ligneux dans le *Lepid. Harcourtii* est d'environ 1^{mm}, que son diamètre extérieur est de 8^{mm} et que le rameau complet, avec son écorce, a environ 42^{mm} sur la plus grande, et 35^{mm}, sur la plus petite largeur.

On peut s'étonner qu'avec un développement semblable, aucune trace de production ligneuse exogène ne se soit pas encore manifestée en dehors du cercle de faisceaux vasculaires d'où partent les cordons foliaires.

Dans des rameaux de *Lépidodendron* appartenant à ce type, mais beaucoup plus petits, et dans lesquels le diamètre du cylindre ligneux n'est que de 0^{mm},5, la disposition générale des tissus, précédemment décrits, reste la même (*Voy.* fig. 6 et fig. 7). Le cylindre ligneux entoure encore une moelle centrale. Les faisceaux vasculaires *a'* placés à la périphérie de ce cylindre, envoient des cordons foliaires *a''* vers l'extérieur, et les vaisseaux scalariformes qui forment le tissu ligneux vont en diminuant de diamètre du centre à la circonférence.

On peut donc légitimement conclure que la différence dans le diamètre des rameaux de *Lépidodendron* n'apporte pas de changements dans la disposition générale des tissus que l'on trouve dans ces plantes.

LOMATOPHLOIOS CRASSICAULE, *Corda*.

La tige de *Lépidodendron* décrite par *Corda* (1) sous le nom de *Lomatophloios crassicaule*, est l'une des plus remarquables que l'on ait trouvée jusqu'à ce jour, par sa taille, par la conservation des cicatrices foliaires et par la présence de feuilles encore attachées à la tige ou en contact avec elle.

Je renvoie à la description de *Corda*, pour les détails de structure anatomique, illustrés par de nombreuses figures.

Je rappellerai seulement que la tige est aplatie. Son grand diamètre mesure 183^{mm} et son petit 30^{mm}. Dans sa grande largeur, le cylindre ligneux atteint 35^{mm}, et seulement 6^{mm} suivant son moindre diamètre.

Comme on le voit, la tige avait atteint déjà des dimensions considérables, et cependant, à l'extérieur pas plus que pour le *Lepid. Harcourtii*, il n'y a trace d'un tissu ligneux exogène, pouvant montrer que cette variété de *Lépidodendron* avait une 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*. De même que dans tous les *Lépidodendrons* dont il a été question plus haut, les éléments ligneux, formés uniquement de vaisseaux scalariformes, vont en diminuant de diamètre du centre à la circonférence (fig. 8, pl. 11). On remarque également un cercle de dentelures extérieures *a'*, formées par les faisceaux vasculaires, tangents au cylindre ligneux, et d'où partent les cordons foliaires *a'' a''*.

La section des cordons foliaires devient elliptique à une certaine distance de l'axe ligneux et présente généralement les éléments les plus déliés près des extrémités du grand diamètre de l'ellipse. Dans la coupe de plusieurs de ces faisceaux vasculaires, *Corda* lui-même a figuré (2) ce

(1) *L. c.*, pl. I, II, III et IV.

(2) *L. c.*, pl. III, fig. 8.

groupement particulier des vaisseaux rayés ou spiralés, qui est très distinct, dans les cordons bien conservés.

Si l'on fait une coupe parallèle à la longueur du cylindre ligneux, de manière à rencontrer plusieurs des faisceaux vasculaires qui se trouvent tangents à sa surface, on reconnaît facilement que ces faisceaux ne sont pas parallèles entre eux, mais qu'ils décrivent sur cette surface en se soudant et en s'écartant ensuite, un réseau à mailles allongées dans le sens de l'axe du cylindre et disposées en spirale autour de la tige : à chaque jonction de deux faisceaux un cordon foliaire se détache, s'élève presque verticalement sur un espace qui correspond à peu près à la moitié de la hauteur d'une maille du réseau, puis se recourbe pour se porter à l'extérieur vers les cicatrices foliaires.

La figure 12, en partie schématique, rend compte de la disposition des faisceaux vasculaires à la surface du cylindre ligneux et de l'origine des cordons foliaires.

La figure 9 représente une coupe faite dans une position qui correspond au point A de la figure 12. Les faisceaux sont réunis deux à deux et vont émettre les cordons foliaires *a*. *a''* est un cordon parti plus bas.

La figure 10 est prise un peu plus haut en B. Ces deux faisceaux *a* s'écartent l'un de l'autre et ont formé le cordon *a₁*.

La figure 11 se rapporte à une coupe faite un peu plus haut encore en C, et montre les deux faisceaux *a a* plus écartés et le cordon foliaire *a₁*, sur le point de se dégager.

Troisième Type.

LEPIDODENDRON JUTIERI. B. R.

Je n'ai que peu de choses à dire sur l'échantillon qui représenterait, ce troisième type, puisque son étude n'a pas encore été faite. Voici ce que j'ai cru reconnaître par l'examen de sa surface. Le rameau en question, est fendu suivant sa longueur, et la section passe en partie par l'axe. Sa

hauteur est de 105^{mm} et son diamètre à la base de 58^{mm}. A l'extrémité supérieure, il n'est plus que de 40^{mm}.

Il m'a paru dépourvu d'un cylindre ligneux, continu comme on en rencontre dans les Lépidodendrons précédents; ce dernier ne serait représenté que par une couronne de faisceaux vasculaires d'où prennent naissance 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 pénétrer 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.

L'écorce complètement parenchymateuse, est d'une épaisseur considérable.

Chaque cicatrice est munie de deux petites fossettes placées au-dessus du cordon foliaire, et d'une lacune plus considérable, creusée au dessous, vers la base du coussinet.

Il serait à désirer que l'étude complète de ce curieux échantillon fût faite promptement et vint confirmer ou rectifier la description précédente qui est trop insuffisante. Mais, de même que dans le 1^{er} et 2^e type, quoique d'un diamètre assez considérable, il ne présentait aucune production ligneuse exogène.

Je vais résumer dans le tableau suivant les caractères essentiels qui appartiennent aux tiges de Lépidodendron dont il vient d'être question.

Par leurs fructifications, les Lépidodendrons appartiennent aux Lycopodiacées hétérosporées. On peut diviser le groupe assez considérable qu'ils forment, en trois sections distinguées par les caractères anatomiques de la tige, savoir :

| | | EXEMPLES. |
|---|---|---|
| Bois formé d'éléments vasculaires, scalariformes, s'accroissant toujours en direction centripète. — Cordons foliaires nombreux, naissant toujours de la périphérie de l'axe ligneux, et présentant à une certaine distance de leur point d'origine, deux centres d'éléments plus fins. (Spiralés ?) | Cylindre ligneux vasculaire continu. | <p>Cylindre ligneux vasculaire, sans moelle incluse.—Écorce épaisse formée de tissu subéreux et prosenchymateux.</p> <p>1^{re} Section. Type L. Rhodum-nense.</p> |
| | Cylindre ligneux vasculaire discontinu. | <p>Cylindre ligneux, vasculaire, entourant une moelle centrale. — Écorce épaisse, formée de tissu parenchymateux et prosenchymateux.</p> <p>2^e Section. Type L. Harcourtii, Lomatophloios crassicaule, Halonia, etc.</p> |
| | | <p>Cylindre ligneux, formé d'un cercle discontinu de faisceaux vasculaires, entourant une moelle centrale. — Écorce épaisse parenchymateuse.</p> <p>3^e Section. Type L. Jutieri.</p> |

PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES — DIPLOXYLÉES (1).

1^{re} SECTION. — GROUPE A.

SIGILLAIRES.

Nous avons vu que le *S. elegans* Ad. Br., le *Diploxyton*, Corda et le *S. vascularis* Binney pouvaient représenter les trois types de Sigillaires dont on connaissait les tiges.

(1) Sous ce nom, je réunis toutes les plantes qui, dans le faisceau libéro-ligneux de la tige ou des feuilles, présentent un double accroissement, l'un centripète, l'autre centrifuge.

Nous avons vu également que la famille des Sigillaires proprement dite se divisait en quatre genres :

G^{re} *Rhytidolepis*, Sternb. — Écorce cannelée. — Cicatrices séparées.

G^{re} *Favularia*, Sternb. — Écorce moins nettement cannelée. — Cicatrices contiguës.

G^{re} *Leiodermaria*, Germar. — Écorce lisse. — Cicatrices séparées.

G^{re} *Clathraria*, Ad. Brngt. — Écorce lisse. — Cicatrices contiguës.

J'ai exposé plus haut (2) quelques raisons qui feraient croire que le cylindre ligneux de ces quatre genres est organisé de la même manière, et que les tiges ne différaient que par les variations de structure anatomique de leur écorce.

Cette opinion est appuyée sur la connaissance complète que l'on possède de la structure des tiges du *S. elegans*, *S. spinulosa* qui appartiennent, comme l'on sait : le 1^{er} aux *Favulariées*, le 2^{me} aux *Leiodermariées*, et par celle de quelques tiges de Sigillaires cannelées du G^{re} *Rhytidolepis*, signalées par M. Carruthers.

Le genre *Clathraria* seul n'a pas encore été étudié dans sa structure.

Quoi qu'il en soit, en nous étendant sur quelques détails anatomiques appartenant au *S. elegans* et au *S. spinulosa* dont nous avons pu recueillir des échantillons de conservation parfaite, nous pensons pouvoir mieux établir les caractères botaniques de ces deux genres et par cela même ceux de la famille des Sigillaires proprement dites. Comme l'on sait, le caractère essentiel de ces plantes est de présenter, dans l'intérieur de leur tige, un cylindre ligneux entièrement composé de vaisseaux rayés ou réticulés, disposés en séries rayonnantes, séparées par des rayons médullaires secondaires et par des faisceaux vasculaires qui de l'étui médullaire se portent vers les feuilles. En dedans du

(2) P. 238-239.

cylindre ligneux se trouve un cercle discontinu de faisceaux vasculaires, formés de vaisseaux rayés non disposés en séries rayonnantes et en contact, par leurs éléments les plus fins, avec les faisceaux principaux du cylindre ligneux extérieur (1).

— *Sigillaria elegans*. — Si l'on fait une coupe transversale dans une tige de cette espèce à une hauteur convenable, on remarque les particularités suivantes : les coins de bois *c* fig. (13, pl. 11), séparés par des rayons principaux et secondaires (2) sont bordés du côté de la moelle par des faisceaux vasculaires en forme de croissant *b b*, dans lesquels on ne distingue aucune trace de rayons, et dont les éléments scalariformes plus larges que ceux du cylindre extérieur ne sont pas disposés en séries rayonnantes. Les éléments les plus fins et spiralés se trouvent en dehors et en contact avec la partie interne du cylindre ligneux extérieur.

L'accroissement de ces faisceaux s'est fait, à l'origine, en direction centripète, mais, dans toute cette famille de Sigillaires, cet accroissement s'est arrêté promptement par la cessation de vitalité du *pro-cambium*.

Le cylindre ligneux extérieur, au contraire, grâce à la couche génératrice qui fonctionnait d'une manière continue, a pu prendre un accroissement assez considérable dans certaines espèces.

L'augmentation du cylindre ligneux dans ces Sigillaires s'est donc faite en deux directions opposées, l'une centripète, mais de courte durée, l'autre centrifuge qui a persisté pendant toute la vie de la plante.

Par l'inspection de la figure, on voit que les cordons foliaires a_1, a_2, a_3 , partent de deux en deux coins de bois, de la région commune aux deux parties de la tige. Comme les points d'origine de chacun de ces cordons se trouvent sur des spires qui correspondent à celles de l'arrangement phyllotaxique des cicatrices extérieures, la

(1) Pour les détails complémentaires de structure des tiges de Sigillaires nous renvoyons à la description classique de Brongniart du *S. elegans*. *Archives du Muséum*, t. I, et à celle du *S. spinulosa*, B. Ren. et Grand'Eury, t. XXII des *Mémoires des savants étrangers* à l'Académie.

(2) Il est bien entendu que ces rayons sont tous de formation secondaire.

coupe horizontale rencontre les cordons à des distances différentes de leur point d'émergence.

En *a'' a''* se trouvent deux cordons foliaires, alternant avec les précédents qui, après avoir traversé obliquement le cylindre ligneux exogène, se sont élevés verticalement dans la région corticale interne.

La figure 15 permet de suivre la course des cordons foliaires jusqu'à leur origine.

c est la partie exogène du cylindre ligneux, *b* la portion endogène. Le cordon foliaire *a'*, après avoir parcouru pendant un certain temps l'écorce en restant en contact avec le cylindre ligneux *c*, pénètre dans ce dernier, le parcourt obliquement et, après s'être recourbé, vient s'atténuer et disparaître entre les deux zones.

Une question intéressante à résoudre se présente à l'esprit : le faisceau vasculaire qui forme le cordon foliaire est-il composé de deux parties distinctes, l'une en relation avec les faisceaux médullaires, l'autre avec les éléments exogènes du cylindre extérieur, ou bien se termine-t-il uniquement dans l'une ou l'autre de ces parties constituantes de la tige ?

Mettenius (1), après avoir appelé l'attention sur la structure remarquable des tiges de Sigillaires, qui, par la juxtaposition de deux parties distinctes, dont l'une a un développement centripète, l'autre un développement centrifuge, rappelle dans une certaine mesure la composition des faisceaux vasculaires des pétioles de Cycadées, ajoute : « Il ne faut pas oublier pourtant que la structure des faisceaux foliaires des Sigillaires qui traversent l'écorce et se dirigent vers les feuilles, diffère complètement de celle des faisceaux vasculaires des Cycadées, en ce sens que les faisceaux foliaires des Sigillaires ne consistent qu'en un cordon vasculaire formé de cellules scalariformes d'égale largeur. »

L'étude des cordons foliaires dans le *S. elegans*, et surtout dans le *S. spinulosa*, sur lequel j'ai pu multiplier les coupes, va permettre de résoudre cette question, mais dans un sens opposé.

(1) *Beiträge zur Anatomie der Cycadeen*, p. Leipzig, 1860.

La figure 14 qui représente une section transversale d'un cordon foliaire dans sa course ascendante à travers l'écorce, montre que les éléments des plus fins existent dans l'intérieur du faisceau et sont placés près de l'angle extérieur de la section triangulaire.

Dans la figure 15, on reconnaît facilement que les faisceaux vasculaires *a'* ont une tendance marquée à se diviser longitudinalement, et cette division peut être attribuée à la différence de constitution du cordon, dans sa partie antérieure, et dans sa partie postérieure. En effet, dans la figure 16 qui est une portion plus grossie du cordon foliaire, on remarque à gauche quelques cellules *r m*, traces des rayons cellulaires qui accompagnent la partie antérieure vasculaire du cordon, tandis que celle de droite *a* en est complètement dépourvue.

Par ce qui précède, il est à peu près certain que le cordon foliaire du *Sigillaria elegans* est formé de deux parties distinctes, qui, à l'origine du cordon, aboutissent et disparaissent l'une au côté interne du cylindre exogène extérieure, l'autre du côté des faisceaux vasculaires endogènes de la moelle.

Sigillaria spinulosa. — Cette double constitution du cordon foliaire a été rendue encore plus évidente par des sections nombreuses, faites sur des tiges plus ou moins âgées. Dans la coupe longitudinale, représentée par la figure 17, et qui passe par l'un des coins de bois exogène et le faisceau vasculaire endogène qui lui correspond, on voit le cordon foliaire *a'*, après avoir parcouru le cylindre ligneux *c*, s'atténuer et disparaître dans la partie commune *d* aux deux portions du cylindre ligneux, exactement comme nous l'avons vu pour le *S. elegans*.

Sur une coupe tangentielle (fig. 18), faite dans l'épaisseur du cylindre ligneux vers l'intérieur, on aperçoit nettement le cordon foliaire coupé obliquement et formé de deux parties superposées dans un plan vertical *a b*, *a m*; l'intervalle qui les sépare renferme les éléments les plus fins.

La partie *a m* correspond aux faisceaux médullaires, et la partie *a b* au cylindre ligneux extérieur.

La figure 19 représentant une coupe tangentielle faite vers la périphérie, montre la même disposition, peut-être encore plus évidente que dans la coupe précédente. Il n'y a donc pas à douter que dans toute l'épaisseur du cylindre ligneux, le cordon foliaire ne soit formé de deux parties distinctes soudées par leurs éléments les plus déliés.

Dans la portion ascendante du cordon qui traverse l'écorce, (fig. 20) la distinction des deux parties du faisceau est difficile, et on pourrait douter de leur existence si, dans l'écorce, on ne les retrouvait beaucoup plus prononcées.

En effet, sur la figure 1 (pl. 12) qui représente une section verticale tangentielle coupant le cordon foliaire dans la couche prosenchymateuse de l'écorce, la partie inférieure du cordon *b* se montre recourbée en arc et formée de lames rayonnantes, séparées par des rayons médullaires; en *c*, on reconnaît une couche cambiale.

La partie supérieure *a* du cordon est formée par des cellules rayées, disposées sans ordre, qui correspondent à la partie centripète du faisceau.

Cette double constitution est rendu encore plus évidente par la figure 2 qui en montre une coupe verticale radiale; en *a* et en *b*, sont les deux portions du cordon foliaire séparées par les éléments plus fins *d* composés de cellules allongées, quelques-unes rayées ou spiralées, l'état de conservation de l'échantillon ne permettant pas de préciser exactement leur nature.

Quelques fragments de feuilles, que je crois pouvoir rapporter à des Sigillaires à cause de leur forme extérieure, montrent (fig. 6) le cordon foliaire, occupant la partie médiane du limbe, et composé de deux arcs vasculaires superposés *a b*, le parenchyme de la feuille n'a pas été conservé, l'épiderme est bien visible, et on peut distinguer à sa surface (fig. 7 *st*) des stomates nombreux, disposés d'une façon très régulière.

La figure 8, qui représente la section transversale d'une autre feuille de Sigillaire, laisse voir le cordon foliaire, également composé

de deux arcs vasculaires, superposés *a* et *b*; l'arc supérieur, formé des plus gros éléments, correspond à la partie du cordon foliaire qui aboutit aux faisceaux vasculaires médullaires.

D'après ce qui précède, nous pouvons donc conclure que les cordons foliaires des Sigillaires observés dans le *S. elegans* et *S. spinulosa*, sont formés de deux parties distinctes, depuis leur origine dans l'intérieur de la tige, jusque dans leur course à travers le limbe des feuilles, et que ces deux portions distinctes, en contact par leurs éléments spiralés, ont des modes d'accroissement différents, l'un centripète, l'autre centrifuge. Nous reviendrons plus loin sur quelques conséquences de cette observation importante.

Nous avons vu précédemment que dans le *Lomatophloios crassicaule*, un cordon foliaire prenait naissance au point de soudure de deux faisceaux vasculaires, tangents extérieurement au cylindre ligneux. Dans les Sigillaires, l'origine d'un cordon foliaire est toute différente, puisque les faisceaux vasculaires médullaires, chez lesquels l'accroissement est centripète, sont isolés et disposés parallèlement les uns aux autres et toujours en contact avec un coin de bois correspondant, mais à développement centrifuge. Jamais deux faisceaux médullaires ne se soudent pour émettre la portion inférieure du cordon foliaire, dont les deux parties se perdent, comme nous l'avons vu, dans la partie commune, au bois endogène et au bois exogène (1).

Dans les mêmes gisements silicifiés où l'on rencontre le *S. spinulosa*, on trouve assez fréquemment des fragments de *Stigmaria*, qui, à l'encontre de la plupart des *Stigmaria* décrits jusqu'ici, ne présentent aucune trace de moelle dans l'intérieur du cylindre ligneux, et peuvent dès lors être considérés comme de véritables racines, ayant appartenu au *S. spinulosa*, la seule Sigillaire trouvée dans leur

(1) La figure schématique 21, pl. 11, permet de se rendre compte de la marche des faisceaux foliaires dans la tige des Sigillaires: *b* sont les faisceaux médullaires endogènes disposés parallèlement entre eux, *c* les faisceaux de bois exogènes correspondants, *a' a''* les cordons foliaires qui partent de la région commune aux faisceaux, *r m* les rayons médullaires du bois.

voisinage. J'en ai donné ailleurs la description (1). En dépendance avec l'un de ces fragments, j'ai rencontré une jeune racine dont la section est représentée figure 3. Au centre, on peut remarquer un axe vasculaire, endogène en forme de triangle *a*, entouré par un cylindre ligneux *c*, formé de fibres rayées figure 4 *a'*, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires *m*, cette constitution rappelle celle des jeunes racines de Cycadées, et ne peut être confondue avec celle offerte par les tiges de *Sphenophyllum*, comme certains auteurs l'ont avancé. En dehors du cylindre ligneux de formation secondaire *c*, on voit une série de faisceaux vasculaires *d* en forme de coins, dont la pointe est tournée vers le centre, et qui se portaient à l'extérieur vers les radicelles nombreuses qui partaient de la surface.

DIPLOXYLON. CORDA

On ne rencontre pas dans les gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne, qui appartiennent, comme l'on sait, au terrain houiller supérieur, d'échantillons qui puissent se rapporter soit au *Diploxyton*, soit au *Sigillaria vascularis*; je n'ai pu, par conséquent, étudier ces deux formes de tiges autant qu'il est nécessaire pour bien établir leurs relations botaniques.

Les détails suivants ont été observés sur une coupe transversale et sur une coupe longitudinale de l'*Anabathra pulcherrima* de Witham conservées dans les collections du Muséum.

Les coins de bois ne sont point distincts (fig. 10 *b*, pl. 12), ils forment un cylindre continu dans lequel on ne peut reconnaître aucune des séparations cellulaires si visibles dans le *S. elegans*, les fibres ligneuses sont rayées *b* (fig. 11), disposées en séries rayonnantes et séparées

(1) Étude sur le *Sigillaria spinulosa*. (l. c.)

par des rayons médullaires *m*. Ceux-ci sont formés de un ou deux rangs de cellules en épaisseur (fig 12), et plus allongés que dans le *S. elegans*.

En dedans du cylindre ligneux se trouve une zone continue *a*, de vaisseaux scalariformes en contact immédiat avec le cylindre extérieur, dont les éléments les plus petits sont placés en dehors, les plus gros, au contraire, vers l'intérieur *c*. Cette deuxième zone ligneuse a évidemment un accroissement centripète, elle ne présente aucune trace de rayons médullaires, et doit être considérée comme représentant dans les Diploxyton les faisceaux vasculaires, isolés, des Sigillaires, qui, ici, se sont accrus suffisamment pour se rejoindre et former un cercle continu, entourant une moelle *m* dans laquelle, jusqu'à présent, on n'a pas constaté de faisceaux vasculaires.

M. Williamson a démontré (1) que les cordons foliaires prenaient naissance dans l'intervalle compris entre les deux zones ligneuses, qui renferme les éléments scalariformes les plus fins : « Mais, dans cette région, dit-il, il y a une perturbation notable dans le parallélisme des petits vaisseaux barrés contigus, de sorte qu'il n'est pas facile de remonter à l'origine de ceux d'entre eux qui contribuent à former le faisceau foliaire ; mais, quelle que soit leur origine, quelques-uns concourent à la constitution de ce faisceau. Nulle part on ne voit les vaisseaux intérieurs importants de l'étui médullaire concourir à former ces faisceaux, et je suis actuellement disposé à croire que ceux qui s'y portent relèvent de l'intérieur de la zone ligneuse plutôt que de l'extérieur du cylindre médullaire ; » mais, en note, il ajoute : « Des recherches ultérieures parmi les plantes du Burntisland m'ont mis à même d'éclaircir ce point obscur et de préciser que ces vaisseaux relèvent de la surface *extérieure* du cylindre médullaire. »

M. Williamson n'aurait-il pas raison d'admettre à la fois les deux opinions qui ne sont nullement contradictoires, comme je l'ai

(1) *On the organisation of the fossils plants*, part. II, Lycopodiaceæ, 1871, p. 237; ce *Mémoire* renferme des détails très étendus sur les Diploxyton, auxquels je renvoie le lecteur.

démontré plus haut en étudiant la structure du faisceau vasculaire dans le *S. elegans* et le *S. spinulosa*. Je crois que l'étude des faisceaux foliaires du *Diploxyton* dans des échantillons suffisamment bien conservés, amènera à reconnaître dans chacun de ces types, deux régions ligneuses distinctes, l'une ayant un accroissement centripète, l'autre un accroissement centrifuge répondant à leur *double origine probable*.

SIGILLARIA VASCULARIS, Bin.

La figure 13, planche 12, représente une section de *S. vascularis*, Binney. La constitution générale de cette tige est à peu près la même que celle d'un *Diploxyton*. En effet on voit à l'extérieur un cylindre ligneux *b* continu formé de fibres scalariformes disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires, comme l'a démontré M. Williamson (1); à l'intérieur de ce cylindre ligneux exogène se trouve, comme dans les *Diploxyton*, une zone *a* continue formée de vaisseaux scalariformes dont les éléments les plus petits se trouvent en contact avec le cylindre ligneux extérieur; cette zone s'est formée en direction centripète; elle n'est pas limitée du côté du centre par une ligne régulière et circulaire comme dans les *Diploxyton*, mais envoie des prolongements vasculaires dans l'intérieur de la moelle, qui est elle-même traversée par des groupes isolés, plus ou moins grands de vaisseaux scalariformes, et se trouve ainsi réduite à de minces lames de cellules intercalées.

Le *S. vascularis* présente donc, du côté de la moelle, ce développement vasculaire, mais encore plus marqué, que nous avons rencontré dans le *Diploxyton*, toutefois la différence entre les deux tiges n'est pas tellement accentuée, qu'on ne puisse les placer dans deux genres voisins.

M. Williamson n'a pas réussi à suivre les cordons foliaires jusqu'à leur origine. « Je ne saurais, dit-il, me prononcer positivement

(1) L. c.

sur le lieu de leur naissance; mais j'en ai assez vu pour confirmer ce que j'ai déjà avancé, qu'il suffit de retirer la portion vasculaire centrale de la plante pour la changer en *Diploxylon* authentique; l'identité des deux plantes au point de vue du type structural est aussi exacte qu'elle peut l'être dans les autres détails de la tige. »

SIGILLARIOPSIS DECAISNEI, B. R.

Nous avons vu plus haut (1) l'opinion de M. Dawson sur la structure des Sigillaires du genre *Rhytidolepis*, et à ce sujet nous avons exposé les doutes manifestés par M. Williamson, M. Grand Eury, etc.

Cependant j'ai rencontré dans les environs d'Autun une jeune tige encore entourée de ses feuilles dont la section est représentée (figure 15, planche 12) et qui offre quelque peu la structure signalée par M. Dawson; toutefois, cette jeune tige, ou ce rameau, n'avait pas une écorce cannelée, mais bien plutôt une écorce lisse comme l'indiquent quelques parties conservées de sa surface extérieure *ec*. Les saillies superficielles que j'ai constatées sur d'autres spécimens étaient dues aux coussinets foliaires; du reste on n'a jamais rencontré dans ces gisements de représentants du genre *Rhytidolepis*. On sait que ce dernier genre appartient à des couches d'âge plus ancien.

Au centre, se trouve un anneau ligneux légèrement aplati, son grand diamètre est de 8^{mm} et son petit de 5^{mm} environ; il est formé de coins ligneux *b* (fig. 16) dont les éléments sont disposés en séries rayonnantes. Du côté de la moelle se trouvent des faisceaux vasculaires mal conservés, mais qui, par leur position et leur mode d'accroissement centripète, rappellent ceux du *S. elegans*.

Les fibres qui composent le cylindre ligneux sont en grande partie rayées *b* (fig. 17), celles de l'extérieur poreuses *b'*, mais en petit nombre. Les faisceaux médullaires se montrent formés de vaisseaux rayés

(1) L. c. p. 232.

et réticulés, *a* et *a'*. Entre les faisceaux médullaires et le cylindre ligneux extérieur, on distingue des trachées déroulées *tr.* *ponctuées*

L'échantillon n'était pas assez bien conservé pour que l'on pût en étudier tous les détails, cependant quelques-unes des feuilles qui entouraient le rameau, ont offert dans leur structure quelques particularités intéressantes, sur lesquelles j'appellerai l'attention.

Feuilles. — La figure 15 montre qu'elles étaient épaisses, à limbe peu développé transversalement, convexes en dessous vers le milieu de leur longueur (fig. 18), triangulaires au sommet (fig. 19).

Dans la partie la plus large de la feuille on distingue deux faisceaux vasculaires, qui se réduisent à un seul vers la pointe (fig. 19 *a*).

Sur la figure 2 (pl. 13), représentant une portion de la feuille plus grossie, on reconnaît que le cordon foliaire est formé de deux parties superposées; l'une *a* qui offre une section triangulaire, est composée d'éléments de grandeurs différentes, les plus petits sont tournés vers la face inférieure de la feuille; cette partie du cordon foliaire, qui a son origine dans l'intérieur du bois, est en relation avec un faisceau médullaire de la tige et s'est accrue en direction centripète par rapport à cette dernière; l'autre *b*, plus en dehors, apparaît sous la forme d'un arc composé de vaisseaux rayés et ponctués représentant la portion du cordon afférente au cylindre ligneux exogène de la tige, les deux parties du cordon sont entourées par des cellules à parois ponctuées *g* disposées sur un ou deux rangs et que l'on peut considérer comme formant la gaine protectrice du faisceau.

A droite et à gauche du double faisceau vasculaire on remarque (fig. 1 et 2 *l*) un groupe de cellules à parois poreuses, qui sont probablement en relation avec les deux arcs caractéristiques qui bordent latéralement le faisceau vasculaire des cicatrices foliaires visibles sur les écorces des Sigillaires (1).

(1) On sait que ces lacunes latérales qui accompagnent le faisceau vasculaire dans sa course à travers la partie prosenchymateuse et subéreuse de l'écorce des Sigillaires, sont parcourues par une série de cellules ponctuées disposées bout à bout en lignes parallèles, et non par des faisceaux vasculaires, comme on l'a souvent avancé.

Le parenchyme de la feuille est limité par une couche de cellules hypodermiques disposées en festons réguliers *h*, qui contribuent par leur présence à donner la rigidité que l'on reconnaît en général aux feuilles des *Sigillaires*.

Dans la coupe longitudinale représentée figure 3 (pl. 13) on se rend facilement compte de la nature et de la disposition des différentes parties que je viens d'indiquer. La portion supérieure de la feuille est placée à gauche de la figure, en *h* on voit les cellules hypodermiques contre lesquelles s'appuie un tissu *p* formé de cellules en palissade.

En *f* est la gaine protectrice du faisceau dont les cellules, à section longitudinale allongée, ont leurs parois ponctuées; on les voit plus grossies (fig. 4). Puis viennent les vaisseaux ponctués et rayés *a' a* de la partie centripète du cordon foliaire, les trachées *tr* et les éléments rayés et ponctués qui composent la partie inférieure ou centrifuge du faisceau.

La figure 1 (pl. 13) représente la coupe transversale d'une feuille dans la partie où il n'y a qu'un seul faisceau vasculaire, sa constitution est la même que celle décrite plus haut.

Le genre *Sigillariopsis* établit un passage entre les *Sigillaires* appartenant aux genres *Favularia*, *Leiodermaria* et les Cordaïtes. En effet les feuilles, comme il vient d'être dit, présentent dans l'épaisseur de leur parenchyme deux faisceaux vasculaires juxtaposés qui se réduisent à un seul vers l'extrémité, tandis que les feuilles de *Sigillaires* n'en ont qu'un seul médian. Les Cordaïtes, de leur côté en présentent, comme nous le verrons, un nombre considérable.

De plus les *Sigillaires* des genres *Favularia* et *Leiodermaria* n'ont aucune trace de fibres ponctuées dans l'épaisseur de leur cylindre ligneux, les Cordaïtes au contraire en sont abondamment pourvus.

2^e SECTION. — GROUPE B.

POROXYLÉES.

Les *Sigillaires* sont encore reliées aux Cordaïtes par deux autres genres que j'ai réunis en un groupe, sous le nom de *Poroxylées*.

Ces végétaux sont caractérisés par un cylindre ligneux formé de fibres à *punctuations aréolées*, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons cellulaires très développés en hauteur. Le diamètre des fibres ligneuses est considérable, il atteint 0^{mm},077 et est intermédiaire entre celui des fibres du *S. spinulosa* qui est de 0^{mm},08 et celui des fibres du *S. elegans* qui mesure 0^{mm},06.

Leurs faces latérales sont marquées de *punctuations aréolées* nombreuses, disposées en quinconce sur 4 ou 5 rangées verticales, et dont il ne reste souvent comme indice, qu'un réseau régulier à mailles hexagonales.

Chaque coin ligneux est accompagné du côté de la moelle par un faisceau médullaire, analogue à celui qui termine chacun des coins de bois du *S. elegans*, et du *S. spinulosa*.

Les *Poroxyllées* tiennent donc d'une part aux *Sigillaires* par la constitution double, de leur cylindre ligneux et la grosseur de leurs fibres, et aux Cordaïtes de l'autre, par les *punctuations aréolées* qui couvrent les surfaces latérales de ces fibres, ainsi que par la structure de leur écorce.

La description de deux espèces appartenant à ce groupe fera du reste plus clairement ressortir les liens qui le rattachent à ces deux familles.

POROXYLON BOYSSETI, B. R.

La figure 5 (pl. 13) représente la section transversale, d'un jeune rameau appartenant à ce type.

Il se compose d'une moelle centrale *m* ou tissu conjonctif, entouré d'un cercle ligneux, formé de deux portions distinctes.

1° Une partie externe *b* (fig. 5 et 6), constituée par des fibres ligneuses à *punctuations aréolées* (fig. 7), disposées en quinconce sur 4 à 6 rangs ; dans les échantillons bien conservés le pore central est elliptique, le plus souvent, le pore s'est élargi de façon à ne laisser que le contour des *punctuations* qui par leur pression mutuelle a pris une forme polygonale et se présente alors sous la forme d'un réseau à mailles hexagonales.

Les fibres ligneuses ne portent pas de ponctuations sur les faces d'avant et d'arrière (fig. 10), elles sont séparées par des rayons médullaires très allongés *r m*, (fig. 10 et 7), composés de 1 ou 2 rangs de cellules en épaisseur.

Chaque coin de bois est accompagné du côté de la moelle par un faisceau vasculaire *a* (fig. 6), rappelant celui des Sigillaires, mais moins développé, les éléments qui le constituent sont rayés *a'* (fig. 7)(1), disposés sans ordre, et sans rayons médullaires, les vaisseaux rayés les plus petits sont à l'extérieur, par conséquent l'accroissement a été centripète. Le tissu conjonctif *m* qui les entoure est allongé suivant l'axe du rameau.

En dehors du cylindre ligneux (fig. 6 et 8, *c*) se trouvent des cellules à minces parois allongées que l'on peut considérer comme des cellules cambiformes; plus à l'extérieur les premières couches corticales sont parcourues par des canaux à gomme assez nombreux *c g*, disposés en cercle (fig. 5), tout autour du cylindre ligneux.

La portion plus extérieure de l'écorce est formée d'un tissu cellulaire parenchymateux *p* (fig. 8 et 9), dont les éléments à parois légèrement épaissies ont une section longitudinale rectangulaire

Le tissu s'allonge peu à peu en allant vers la périphérie, et la surface du rameau est occupée par une couche hypodermique *h* (fig. 5 et 6), qui envoie des prolongements sous formes de lames plus ou moins étendues dans le parenchyme sous-jacent.

J'ai rencontré des feuilles charnues, à limbe moins dilaté que celui des feuilles de *Cordaites* parcourues par un petit nombre (5 à 8) de nervures, qui pourraient se rapporter à ce *Poroxyton*; mais comme leur attribution n'est pas certaine, je ne fais que les signaler en ce moment.

Toutefois dans les mêmes échantillons qui renferment les rameaux précédents, on rencontre des fragments de pétioles dont la structure présente une telle analogie avec ces rameaux que l'on ne peut guère douter de leur dépendance.

(1) On y rencontre aussi quelquefois des vaisseaux ponctués et réticulés en petit nombre.

La figure 11 montre la coupe transversale de l'un de ces pétioles.

Au centre on voit la partie ligneuse du pétiole sous forme d'un arc dont la concavité est tournée vers la face supérieure. De même que dans le rameau qui vient d'être décrit, le bois se montre formé de deux parties.

En dessus on trouve la portion centripète assez développée (fig. 12, *a*), sous forme de bandes plus ou moins contournées et renfermant dans leur intervalle du tissu cellulaire conjonctif *m'*, la partie la plus externe de ces bandes, celle qui touche au bois exogène, est formée de vaisseaux scalari-formes *a'* (fig. 2, pl. 14), tandis que celle qui se contourne en arc et qui est la plus intérieure est composée de vaisseaux ponctués *a* (fig. 2, pl. 14).

Cette première partie du faisceau ligneux correspond donc aux faisceaux vasculaires médullaires à accroissement centripète des rameaux précédemment décrits.

La 2^e partie *b* (fig. 12, pl. 14), se compose d'abord de fibres rayées, puis de fibres ponctuées, séparées par des rayons médullaires, et correspond à la partie ligneuse exogène du rameau.

En dehors de la couche de cellules cambiformes *c*, se trouve une zone de parenchyme, dont les cellules sont un peu allongées, à parois minces, et au milieu duquel on voit de nombreux canaux à gomme *cg* dont la course est quelquefois sinueuse.

Le parenchyme cortical *p*. (fig. 11, pl. 13) formé de cellules à section longitudinale rectangulaire *p*. (fig. 1, pl. 14) est traversé par quelques canaux à gomme *cg*. Il est limité extérieurement par une couche de tissu hypodermique ou libriforme envoyant dans son intérieur des prolongements disposés assez régulièrement tout autour du pétiole.

Il est facile de remarquer sur la coupe transversale du pétiole (fig. 12, pl. 13) que le faisceau ligneux se trouve divisé en quatre parties par trois bandes cellulaires *m*, les deux branches latérales sont plus considérables que celles du milieu, il est permis de supposer que cette division déjà apparente dans le pétiole, est le commencement de la division vasculaire donnant naissance aux nervures qui parcourent le limbe de la feuille. S'il en était ainsi nous aurions sous les yeux une feuille pétiolée dont les

nervures seraient plus nombreuses que celles des Sigillaires et des Sigillariopsis, et se rapprocheraient encore davantage de celles des Cordaïtes.

Sous le rapport de la structure générale de la tige, ce *Poroxyton* est dans le groupe des Poroxyloées, ce que le *S. elegans* représente dans la famille des Sigillariées.

Une autre espèce appartenant à ce même groupe de *Poroxyloées* va nous servir d'exemple pour faire connaître un deuxième type.

POROXYLON DUCHARTREI, B. R.

La figure 4 (pl. 14) représente une coupe transversale d'un jeune rameau dont le cylindre ligneux est assez bien conservé. Cette partie de la tige se compose de fibres ligneuses disposées en série rayonnantes séparées par des rayons médullaires *rm* très développés entre les coins de bois, et par des rayons plus petits dans ces coins eux-mêmes. Ces fibres ligneuses sont ponctuées, mais les ponctuations ne sont représentées que par les contours hexagonaux des aréoles disposées en quinconce sur quatre ou cinq rangs. Leur diamètre est de 0^{mm},05 à 0^{mm},06.

Du côté de la moelle les coins de bois sont terminés par quelques vaisseaux rayés ou spiralés, *b'*, *tr* (fig. 8).

Les rayons médullaires *rm* (fig. 4) qui séparent les coins ligneux sont composés de plusieurs rangées de cellules en épaisseur *rm* (fig. 6), mais le plus souvent ces rayons ont été détruits (fig. 4).

En dedans de ce cylindre ligneux exogène, et en contact avec lui, se trouvent, d'abord quelques vaisseaux scalariformes, puis des vaisseaux ponctués, diversement groupés dans toute l'étendue de la moelle; cette dernière est formée par des cellules à sections rectangulaires plus hautes que larges *m* (fig. 8). Le diamètre des vaisseaux ponctués est considérable et atteint 0^{mm},15 au centre. Aussi compte-t-on sur leurs parois cinq à huit rangées de ponctuations disposées régulièrement, et repré-

sentées le plus souvent, par le réseau hexagonal résultant des aréoles qui se touchent par leurs bords.

Généralement l'écorce a disparu; je ne l'ai rencontrée en effet que dans quelques échantillons, et la figure 7 n'en représente seulement qu'une portion. En *p* se trouve un parenchyme assez lâche, limité extérieurement par une couche de tissu hypodermique qui envoie des prolongements dans son épaisseur.

Nous avons donc encore dans ce *Poroxylon* un cylindre ligneux ordinaire exogène ou à accroissement centrifuge, et des faisceaux médullaires nombreux à accroissement centripète, dont les uns sont en contact avec le cylindre ligneux extérieur, les autres au contraire dispersés dans le tissu de la moelle.

Nous avons vu que le *Poroxylon Boysseti* pouvait à certains égards représenter dans les *Poroxylées*, le type offert dans les Sigillaires par le *S. elegans*. De même le *Poroxylon Duchartrei* pourrait être assimilé dans le même groupe des *Poroxylées* à la forme de tige que l'on trouve dans le *S. vascularis* parmi les Sigillaires.

Sous le nom d'*Heterangium Grievii* M. Williamson (1) a décrit un jeune rameau offrant quelque analogie avec celui que je viens de signaler en dernier lieu sous le nom de *Poroxylon Duchartrei*. Ce savant le compare à l'*Heterangium paradoxum* de Corda dont voici la description textuelle. « Les fragments que j'ai figuré étaient dispersés dans des rognons de Sphérosidérite et dépassaient souvent 6 centimètres de longueur et 3 de largeur. Ils étaient noirs sur la coupe transversale; et au microscope j'ai pu voir que le tissu était formé de grands et de petits vaisseaux, ces derniers disposés d'une manière variée autour des grands, dont le diamètre était de 10 à 30 fois plus considérable. »

« Les grands vaisseaux rarement isolés, forment au milieu des petits, des groupes diversement recourbés.

(2) *On the organisation of the fossil plants of the coal measures*, part. IV, 1872.— Dans une note additionnelle, M. Williamson dit : que ses récentes recherches ont rendu extrêmement probable que l'*Heterangium Grievii* est une vraie fougère.

« Sur une coupe longitudinale les grands et les petits vaisseaux se montrent avec des parois munies de pores disposés en spirale.

« Avec un fort grossissement on voit que la paroi consiste en petites mailles rhomboïdales contiguës placées en spirale et dont le milieu est occupé par une ouverture ovale disposée obliquement. »

Dans la plante de Corda il n'y a pas de tissu cellulaire interposé entre les grands et petits vaisseaux; et si ses observations sont exactes il est difficile de faire un complet rapprochement entre l'*Heterangium paradoxum*, et le végétal décrit par M. Williamson, la partie vasculaire centrale de ce dernier étant entremêlée d'une notable quantité de tissu cellulaire. Si l'*Heterangium Grievii* de M. Williamson représente réellement la tige d'une fougère, l'analogie que j'ai indiquée plus haut entre cette plante et le *Poroxyton Duchartrei* serait moins grande que je ne l'ai supposé, puisque d'après la structure anatomique reconnue dans la tige de ce dernier, il viendrait se placer dans l'Ordre des Cycadinées, entre les Sigillaires et les Cordaïtes.

Voici du reste, le tableau qui résume les résultats exposés en détail, dans les pages qui précèdent:

DIPLOXYLÉES

TABLEAU COMPARÉ DE LA STRUCTURE DES TIGES DE SIGILLAIRES ET DE POROXYLÉES

| | | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|---|---------------------------|
| Corps ligneux et cordons foliaires formés de deux parties distinctes juxtaposées, l'une ayant un accroissement centrifuge (exogène), l'autre un accroissement centripète ou endogène. | Bois exogène formé de fibres rayées seulement. | Feuilles nombreuses autour de la tige. | Cylindre ligneux endogène continu. | Faisceaux vasculaires dispersés dans la moelle. | Sigillaria vascularis. |
| | | | | Sans faisceaux vasculaires dans la moelle. | Diploxyton cycadoideum. |
| | | | Cylindre ligneux endogène discontinu. | | Sigillaria elegans. |
| | Bois exogène formé de fibres rayées et de fibres ponctuées. | Feuilles nombreuses autour de la tige. | | | Sigillariopsis Decaisnei. |
| | | | Cylindre ligneux endogène continu. | Faisceaux vasculaires dispersés dans la moelle. | Poroxyton Duchartrei. |
| | | Feuilles en petit nombre autour de la tige. | | Sans faisceaux vasculaires dans la moelle. | Poroxyton ? |
| | | Cylindre ligneux endogène discontinu. | | Poroxyton Boysseti. | |

COMPARAISON DE LA STRUCTURE DES TIGES DE LÉPIDODENDRONS
ET DE SIGILLAIRES.

Dans le tableau qui précède se trouvent réunies des plantes qui, toutes, ont un axe ligneux composé de deux parties distinctes : l'une à accroissement centripète, l'autre à accroissement centrifuge, cette analogie de structure m'a fait admettre pour le *Diploxyton*, et le *Sigillaria vascularis*, la même composition dans leurs cordons foliaires, que celle que j'ai signalée dans le *S. elegans*, le *S. spinulosa*, et dans les pétioles et les feuilles des *Poroxylées* ; j'ai l'espérance que les paléontologistes qui ont la bonne fortune de posséder des échantillons bien conservés de *Diploxyton* et de *Sigillaria vascularis*, voudront bien soumettre cette hypothèse à une vérification rigoureuse.

Parmi les plantes de notre époque, les Cycadées seules présentent cette double constitution du faisceau vasculaire, et encore, n'est-ce que dans les feuilles et leur pétiole. Mettenius (1) a constaté en effet que les faisceaux ligneux de la tige des Cycadées étaient simples et formés du centre à la circonférence d'éléments spiralés ou annelés, scalariformes, puis ponctués, tandis que vers le point d'attache de la feuille sur la tige, dans la partie dilatée du pétiole, le cordon foliaire de simple qu'il était, dans la tige, devient double, c'est-à-dire qu'à partir des éléments spiralés entremêlés de cellules à parois minces, une portion du faisceau forme ses organes élémentaires en direction centripète tournée vers la partie supérieure du pétiole, l'autre en direction centrifuge, par conséquent dans la même direction, que la partie ligneuse du faisceau a accompli jusque-là son développement dans l'intérieur de la tige. La première consiste en cellules ou vaisseaux scalariformes, serrés les uns contre les autres, disposés sans ordre et augmentant de diamètre à partir des éléments spiralés. La seconde moins développée à partir de cet endroit, conserve toutefois la même structure que dans la tige, en ce sens que ses fibres ligneuses scalariformes sont

ä/ (1) *Beiträge zur Anatomie der Cycadeen*, 1860, Leipzig.

ordonnées en séries régulières, séparées par des rayons médullaires, et ne sont pourvues que sur les parois parallèles à ceux-ci, d'ouvertures en forme de fente.

Dans la portion supérieure de la feuille des Cycadées, la partie centrifuge du cordon foliaire perd peu à peu de son importance, et s'atténue de plus en plus; tandis que la partie centripète, la dernière apparue, conserve une prépondérance marquée. Dans les tiges et les feuilles de toutes les autres plantes phanérogames, le développement des éléments des faisceaux ligneux est centrifuge. Il en est autrement dans les tiges de fougères actuelles, la lignification des cellules scalariformes a lieu en direction centripète ou en direction tangentielle. Jamais il n'y a de séparation des cellules scalariformes en deux parties s'accroissant en dedans et en dehors à partir des cellules spiralées, elles ne montrent jamais non plus, un arrangement en séries régulières séparées par des rayons médullaires, comme cela se présente dans la partie centrifuge du cordon foliaire des Cycadées.

La comparaison avec les fougères est d'autant moins à faire que précisément dans la feuille de ces plantes, c'est le développement centrifuge qui prédomine. Il a même lieu dans cette direction, lorsque le faisceau vasculaire de la tige se lignifie dans une direction opposée.

La constitution du faisceau vasculaire dans la tige, et celle du cordon foliaire étant bien établies dans la famille des Sigillariées et des Poroxylés, ne resterait-on pas plus fidèlement dans la voie indiquée par la nature, en reconnaissant: que les Cycadées actuelles qui possèdent dans la structure du cordon foliaire cette analogie si frappante avec certaines plantes houillères, n'en sont que les représentants amoindris et en voie de décadence; plutôt que de doter certaines Cryptogames, d'une zone génératrice fonctionnant d'une manière continue, ce qui est incompatible avec toutes les observations actuellement connues sur les plantes de cet embranchement.

Du reste même en dépouillant les Sigillaires et les Poroxylés de leur zone exogène, ce qui devrait donner d'après M. Williamson un axe purement Lepidodendroïde, cet axe ne serait pas celui d'un Lépidodendron. Nous avons vu en effet que dans le *Lomatophloios crassicaule*, l'origine des

cordons foliaires était complètement différente de celle que présentait les *S. elegans* et *S. spinulosa*. Dans le premier, les cordons foliaires naissent au point de contact de *deux* faisceaux vasculaires périphériques, tandis que dans les Sigillaires, un cordon foliaire part toujours de la face externe *d'un seul* faisceau médullaire.

De plus, le *L. Harcourtii* nous a montré deux centres de cellules spiralées placés sur les côtés de la section transversale elliptique du cordon foliaire, quand elle est faite à une certaine distance de son point d'origine, tandis que le faisceau vasculaire d'une Sigillaire, supposé dépourvu de sa partie centrifuge, aurait ses éléments spiralés en un seul point et à l'extérieur.

Nous croyons donc avec M. Van Tieghem (1) que les Cycadées de la flore carbonifère possédaient dans leur complet développement cette organisation singulière du faisceau libéro-ligneux, que les Cycadées de la flore actuelle ont perdue dans leur tige, mais ont conservée dans leurs feuilles.

La nécessité d'admettre l'existence d'un *Prototype* réunissant les caractères actuellement incompatibles des Lycopodiacées et des Dicotylédones gymnospermes, n'est donc pas démontrée, et ce que nous voyons encore maintenant dans les Cycadées suffit, pour expliquer la structure anormale en apparence, d'un grand nombre de tiges du terrain houiller.

2^e SECTION. — GROUPE A.

CYCADOXYLÉES.

Jusqu'ici nous nous sommes occupés de quelques-unes des plantes carbonifères qui, dans leur tige et dans leurs feuilles possédaient un faisceau libéro-ligneux, composé de deux parties distinctes, l'une à accroissement centripète, l'autre à accroissement centrifuge; dans les descriptions qui vont suivre il ne sera question, au contraire, que de végétaux qui ont perdu dans leur tige cette double organisation tout en la conservant dans leurs feuilles.

Parmi ces végétaux, il y en a pour lesquels il n'a pas été possible pour le moment, de rapporter sûrement, les organes foliaires, mais dont la struc-

(1) *Annales sciences nat.*, 5^e série, t. XVI, 1872.

ture de la tige manifestement cycadéenne ne permet pas de douter qu'ils ne fassent partie de la classe des Cycadinées. Il y en a d'autres au contraire pour lesquels la dépendance des feuilles est absolument certaine.

Nous allons nous occuper des premiers que l'on peut comprendre sous le nom provisoire de *Cycadoxylées* et qui se composent des genres *Colpoxylon* Ad. Br. *Medullosa stellata* Cotta, et *Cycadoxylon*, B. R.

Je ne décrirai ici que ce dernier genre.

CYCADOXYLON FREMYI, B. R.

Le jeune rameau sur lequel est établi ce genre a été trouvé dans les gisements silicifiés d'Autun.

La figure 9 (pl. 14) montre une section transversale d'une petite portion de la tige.

Le cylindre ligneux *b* est formé d'un cercle de lames séparées par de larges rayons médullaires *rm*, souvent ces bandes ligneuses paraissent avoir une origine commune (pl. 14, fig. 10) *o* et se séparent ensuite en laissant entre elles un intervalle plus ou moins large occupé par le tissu conjonctif. En *c* (fig. 9) on voit une zone cambiale qui détermine l'accroissement en diamètre du cylindre ligneux.

Ce qu'il y a de particulier dans ce rameau, c'est l'existence au milieu de la large moelle, circonscrite plus ou moins complètement par le cylindre ligneux extérieur, de productions ligneuses de même nature que lui. Ce bois se montre en bandes séparées ou disposées en cercles *b'* plus ou moins complets.

Cette réunion de bandes ligneuses, multiples, rappelle l'organisation de la tige de certaines Cycadées (*Cycas revoluta*, *Dion edule*, etc.).

Les fibres qui constituent ces différentes productions ligneuses sont ponctuées (fig. 11) et les aréoles en se touchant par leurs bords forment un réseau hexagonal; le pore central ayant disparu par la destruction de la membrane de l'aréole.

Les fibres sont nettement ponctuées sur leurs faces de contact, mais moins distinctement cependant du côté où elles sont contiguës aux cellules des rayons médullaires. Ceux-ci sont très développés en hauteur et composés d'un nombre considérable d'assises cellulaires (fig. 12).

Sur une coupe tangentielle les fibres ligneuses présentent de curieux exemples de contournements *f'* (fig. 12), bien plus apparents encore si la coupe correspond à l'intervalle de deux coins ligneux (fig. 13 *f'*).

Ces fibres forment des anses, des anastomoses nombreuses, au milieu du tissu conjonctif dans lequel elles semblent se terminer quelquefois brusquement (fig. 14 *o*).

L'écorce épaisse est composée d'un parenchyme assez mal conservé au milieu duquel on distingue de nombreux canaux à gomme *c* (fig. 3); à la périphérie, se trouvent des cellules nombreuses à parois poreuses allongées dans le sens de la circonférence comme le montre la figure 15; quelquefois placées bout à bout et formant une espèce de ceinture autour de la tige, au milieu d'elles on voit des canaux à gomme *c g*. Sur une coupe radiale, fig. 16 (*l*), leur section est circulaire ou elliptique.

L'ensemble de la structure de ce rameau rappelle beaucoup celle des jeunes tiges de Cycadées, dont il devrait cependant différer par un plus petit nombre de feuilles, car dans les coupes figurées, il n'est pas possible de distinguer de faisceaux vasculaires parcourant l'écorce pour se porter vers ces appendices.

Quoi qu'il en soit les tiges comprises sous le nom de *Cycadoxylon* peuvent être considérées comme représentant les plus anciennes tiges connues, ayant appartenu, avec quelque apparence de certitude, à la famille actuelle des Cycadées.

2^{me} SECTION — GROUPE B.

CORDAÏTÉES.

Depuis longtemps déjà, certaines parties détachées des troncs de *Cordaïtes* étaient connues, mais sous des noms divers, désignant autant de genres différents; ce n'est que depuis quelques années, et grâce surtout aux travaux de M. Grand'Eury, que l'on a pu se reconnaître au milieu de tous ces débris.

Leur moelle isolée, signalée par Artis (1825), et désignée par lui sous le nom de *Sternbergia*, fut étudiée de nouveau (1), un peu plus tard, par Sternberg (1831), qui changea le nom de *Sternbergia* en celui d'*Artisia*, par la raison qu'il existait déjà un genre *Sternbergia* dans la classification des plantes vivantes.

Ce savant les a rapprochées de certaines Euphorbiacées à cause de quelques ressemblances extérieures de forme.

Dans son prodrome (1828) M. Brongniart incline à penser, toutefois avec quelques doutes, que ce pourrait être des Liliacées; mais dans son tableau des genres de végétaux fossiles (1849), il croit qu'on a confondu sous ce nom des moelles de différentes plantes, et que les *Artisia* figurés par Sternberg n'appartiennent nullement aux *Lomatophloïos*, comme l'avait avancé Corda (1845) (2), qui leur trouvait une certaine ressemblance avec la moelle cloisonnée de l'*Euphorbia nerüfolia*.

Lindley et Hutton en 1837 ont décrit le *Sternbergia approximata* (3), d'après un magnifique échantillon, sans oser cependant se prononcer sur ses affinités botaniques.

M. Dawes, dès 1846, avait avancé que les *Artisia* n'étaient rien autre chose que des moelles volumineuses offrant des diaphragmes

(1) *Fossil Flora der Vorwelt*, tab. 53.

(2) *Beiträge zur Flora der Vorwelt*, tab. 5.

(3) *Fossil Flora der Great Brit.* vol. III, t. CCXXIV et CCXXV.

transversaux, et rappelant, sous un plus grand volume, les moelles de quelques Juglandées, Jasminées, Euphorbiacées, etc.

M. Dawson pense, comme nous l'avons vu, que des moelles cloisonnées ou *Sternbergia* se rencontrent dans certaines Sigillaires, du genre *Rhytidolepis*.

En 1862, M. Goldenberg, dans sa *Flora sarapontana fossilis*, attribue une moelle semblable au *Diploxyton cycadoideum*.

Geinitz (1) (1862) déclare avoir trouvé des moelles d'*Artisia* mêlées à des Cordaïtes.

Pour Unger, ce sont des moelles de *Lomatophloios* qu'il place dans l'ordre des Lycopodiacées.

Actuellement il n'y a plus aucun doute sur l'origine des *Artisia*. Ce sont bien des moelles de végétaux; il résulte également de la plupart des observations faites, par les auteurs précédemment cités et par ceux qui ont eu occasion de trouver du bois autour de ces moelles diaphragmatiques, que ces plantes appartiennent toutes à des plantes dicotylédones.

L'observation de Corda, qui a rencontré autour d'une moelle semblable du bois formé uniquement de vaisseaux scalariformes, s'explique par ce fait que dans les Cordaïtes, comme nous le verrons, la partie interne du bois des jeunes rameaux est uniquement composée de fibres rayées, et par conséquent, cette observation qui a décidé MM. Unger et Schimper à regarder ces moelles comme appartenant à des Lycopodiacées, n'est donc pas suffisamment concluante.

Le savant qui a précisé le plus nettement le rapport des *Artisia* avec des bois de dicotylédones, est M. Grand'Eury (2); il a prouvé en effet que cette forme de moelle, très commune à Saint-Étienne, était entourée par un bois de Conifère recouvert d'une écorce à surface caractéristique de *Cordaicladus*; il a reconnu également que le bois décrit par M. Göppert sous le nom d'*Araucarites Brandlingi*, possédait une moelle

(1) *Dyas*, p. 150, t. XXXIV.

(2) *Flore carbonifère du départ. de la Loire*, p. 249

diaphragmatique d'*Artisia*, et grâce à des échantillons carbonatés que ce savant a adressés au Muséum, j'ai constaté, sur des préparations tirées de ces échantillons, une dépendance absolue entre la moelle cloisonnée et le bois de cet *Araucarites*.

Tous les *Artisia* trouvés à Saint-Étienne semblent se rapporter aux Cordaïtes; mais doit-on en conclure que toutes ces plantes possédaient une moelle semblable? nous ne le pensons pas, car des bois qui se rapportent aux Cordaïtes et que l'on rencontre fréquemment dans les gisements d'Autun, ne possèdent que des moelles peu développées et sans traces de diaphragmes.

Les *Artisia* doivent être considérées comme une forme de moelle qui ne peut servir à caractériser ni genre ni famille, et provenant simplement des conditions de vie où étaient obligées de se développer les espèces de Cordaïtes dans lesquelles on observe cette disposition particulière.

Isolés, les *Artisia* sont des corps prismatiques, à côtés variables en nombre, marqués de sillons transversaux, étroits, rapprochés, s'anastomosant quelquefois les uns avec les autres; ces sillons sont les traces laissées par les bandes médullaires transversales qui séparaient le cylindre médullaire en autant de loges complètement vides.

La figure 2, planche 15, représente une coupe transversale d'un jeune rameau de Cordaïte grossi dix fois; on voit nettement les cloisons transversales *a*, qui se sont produites par le déchirement à des intervalles presque réguliers de la partie centrale de la moelle; ces cloisons sont formées par des cellules plus allongées dans le sens transversal qu'en hauteur, et leurs parois ne présentent aucune trace de perforations.

Dans sa portion périphérique, voisine du cylindre ligneux, la moelle n'est pas divisée en diaphragmes, les cellules de cette région sont plus hautes que larges, leurs parois se montrent percées de ponctuations irrégulières *b* (figures 3 et 4). La vie y a persisté plus longtemps que vers le centre, et elles ont pu suivre le développement en longueur du rameau, sans se séparer sous forme de lames.

Bois. — Le bois des Cordaïtes, connu sous le nom de *Dadoxylon*

Endl., d'*Araucarites*, Göpp., est composé de fibres ligneuses dont les faces latérales portent des punctuations aréolées, disposées en plusieurs rangées, comme cela arrive dans les *Araucaria*, ce qui lui a valu d'être désigné sous le nom d'*Araucarites*.

Lindley, Hutton et Wilham ont décrit (1) un bois de Conifère, sous le nom de *Pinites Brandlingii*, qui n'est autre chose qu'un bois de Cordaïte.

M. Göppert a fait connaître l'*Araucarites Tchihatscheffianus* en 1845, puis l'*Araucarites Brandlingii* en 1850 (2). Il compare le premier de ces bois à l'*Araucarites Cunninghamsi* en se fondant sur l'analogie que présentent les punctuations plurisériées de l'espèce vivante et de l'espèce fossile, mais ce caractère n'est pas suffisant; d'autres genres de Conifères présentent en effet plusieurs rangées de punctuations aréolées sur les faces latérales. Le bois des Cordaïtes a été également décrit par M. Williamson (3) et par M. Dawson (4). Malgré ces descriptions, les échantillons que j'ai examinés, étant d'une très bonne conservation, je crois devoir insister sur certains détails de structure restés incomplets ou qui ont été jusqu'ici négligés.

La figure 1 représente une coupe transversale d'une portion d'un jeune rameau de Cordaïte montrant le bois et l'écorce en passant entre deux diaphragmes médullaires. En *b*, on voit la portion de la moelle continue, adhérente au cylindre ligneux, qui apparaît comme formé de deux parties distinctes, l'une plus interne enveloppant la moelle, et indiquée par une teinte plus foncée, l'autre plus extérieure généralement bien plus développée.

La première est formée dans sa région la plus centrale, de vaisseaux annelés et spiralés *c* (fig. 4), puis, plus extérieurement, de fibres rayées et réticulées *c'*, séparées par des rayons médullaires; l'épaisseur de cette première zone varie suivant les échantillons et

(1) L. c. vol. I.

(2) *Monog. des Conif. fos.*, tab. 39, 40, 41.

(3) *On the organisation of the ferns and gymnospermous stems and seeds*, (part. VIII).

(4) *Report on the fossil plants of Canada* (1873).

peut être formée en épaisseur de quinze à vingt rangées de fibres; c'est de sa partie interne, située du côté de la moelle, que partent les faisceaux vasculaires qui se dirigent vers les feuilles *ff* (fig. 1).

Cette origine des cordons foliaires, la présence des vaisseaux spiralés vers l'intérieur, et celle de rayons médullaires empêchent toute assimilation de cette partie du cylindre ligneux, entourant la moelle et terminant les coins de bois, avec le cylindre ligneux, interne et centripète des Poroxyloées et des Sigillaires.

Les fibres rayées de cette zone passent graduellement, par l'écartement des raies de leurs parois, à la forme de fibres ponctuées qui caractérisent la deuxième zone ligneuse. Cette dernière, d'une épaisseur considérable dans les gros troncs, est toujours formée de fibres à ponctuations aréolées, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires *é* (fig. 4) (1).

Les aréoles sont en contact *dd'*, et leur contour prend une forme hexagonale par leur pression mutuelle. Leur centre est marqué d'un pore, en forme de fente inclinée relativement à la longueur de la fibre, les bords de la fente, plus ou moins écartés, peuvent figurer une ellipse ou un cercle. Dans les échantillons de mauvaise conservation, les pores occupent toute la surface des aréoles qui, alors, ne se distinguent plus que par le réseau hexagonal formé par leurs bords. Sur les échantillons bien conservés, on voit que les ponctuations sont disposées en quinconce sur deux ou trois rangées rectilignes. Lorsque deux fibres ligneuses, contiguës par leur face latérale, n'ont pas été dérangées, et que leurs parois sont intactes, le pore paraît formé de deux ellipses aplaties qui se croisent sous un angle plus ou moins ouvert *a* (fig. 5), l'une des ellipses pour une position donnée du microscope est toujours mieux visible que l'autre, ce qui prouve qu'elles appartiennent à deux parois différentes et superposées. Certaines espèces de Cordaïtes ne présentent pas cette particularité, soit parce que la fente

(1) Il va sans dire, que tous ces rayons médullaires sont d'origine secondaire, j'ai conservé l'expression de *rayon médullaire* pour la commodité de la description.

a une obliquité moins favorable, soit parce que le pore se rapproche trop de la forme d'un cercle.

Les parois des cellules des rayons médullaires, en contact avec les fibres ligneuses, sont percées d'ouvertures variables en nombre, en forme et en grandeur, ainsi que le montre la figure 5 é.

En coupe tangentielle, le bois apparaît, formé de fibres ligneuses, ne présentant aucune trace de perforations sur les faces d'avant et d'arrière.

Les rayons médullaires qui les séparent sont formés de deux rangées de cellules *e* (fig. 6) quand ils correspondent aux rayons principaux (1) et d'une seule, si ce sont des rayons secondaires *é* (2). On compte de 4 à 16 rangées de cellules superposées, dans la hauteur du rayon.

Dans les coupes radiales du bois, un peu étendues en largeur, il est facile de remarquer des couches alternantes de fibres de diamètre différent, et variant de 0^{mm},025 à 0^{mm},04; les parois de ces fibres portent deux à quatre rangées de punctuations. Comme ces couches sont concentriques et composées en épaisseur de 5 ou 6 fibres, elles indiquent des périodes d'activité différentes dans la végétation.

Écorce. — Dans les jeunes rameaux, comme il est facile de le voir (figure 1, planche 15), l'écorce se montre formée de dedans en dehors d'une couche de parenchyme *g*, en contact avec la zone génératrice, ou avec le tissu ligneux de nouvelle formation *d'*, (fig. 7). Dans son intérieur se trouvent des lacunes *l* contenant une matière plus foncée, qui peut être de la résine ou de la gomme.

Plus extérieurement, on voit une couche formée de cellules à sections rectangulaires *h*, douée, comme nous le verrons plus loin, d'une très grande vitalité.

En dehors, se trouve une couche épaisse de cellules parenchy-

(1) Ceux qui séparent les coins de bois.

(2) Ceux qui séparent les fibres ligneuses dans les coins de bois.

mateuses *i*, irrégulières, au milieu de laquelle on remarque des canaux à gomme *l*, et des îlots de tissu hypodermique ou libriforme se présentant tantôt en groupes arrondis, tantôt sous forme de lames parallèles qui s'avancent plus ou moins profondément dans la couche de parenchyme cortical; ces îlots ou ces bandes s'élèvent de haut en bas, presque parallèlement les uns aux autres, sans former de réseau, rarement ils s'anastomosent, mais souvent, soit à leur intérieur, soit sur leurs bords, on constate la présence de canaux à gomme.

Ces bandes fibreuses produisent à la surface des rameaux, peut-être même des tiges, des saillies longitudinales qui lui donnent un aspect cannelé, lorsque le tissu parenchymateux intercalaire s'est desséché.

Telle est la constitution de l'écorce des jeunes rameaux de Cordaïtes; mais dans les tiges âgées, cette écorce prend un accroissement considérable dû au développement extraordinaire de quelques-unes de ses parties ainsi qu'à la formation de tissu ligneux dans son épaisseur.

Voici les détails fournis par M. Grand'Eury sur la structure des écorces de troncs de Cordaïtes, qu'il a pu observer sur place (l. c., p. 254):

« Les enveloppes charbonneuses des grandes tiges de Cordaïtes sont extraordinairement épaisses et compactes; par leur masse, elles ont pris une part notable dans la composition de la houille, où leur cassure brillante peut, jusqu'à un certain point, les faire reconnaître. Elles sont mutilées, mais ne paraissent pas avoir éprouvé de destruction comme le bois, et ne sont pas crevassées. »

« Ces écorces ont peut-être joué dans la vie des végétaux qui nous occupent un rôle physiologique important, qui leur vaut une certaine valeur taxonomique. » Elles ne sont cependant pas toujours si complètement transformées en houille, que l'on ne puisse pas constater la texture fibreuse, serrée et dense de certaines de leurs parties. »

« Une tendance marquée des tissus à se diviser en lames tangentielles, par exfoliation, par plaques différemment fossilisées, prouve

(1) Ceux qui séparent les fibres ligneux dans les coins de bois.

la disposition concentrique de certaines de ces couches. Le microscope n'y découvre que du prosenchyme, et ce tissu disposé en couches est, autant que la conservation permet de s'en rendre compte, pénétré de tissu cellulaire, plus ou moins abondant, très fin, muriforme, allongé dans le sens horizontal et tangentiel, et que, dans la présomption qu'il a été destiné à une circulation périphérique, je désignerai par *Circumvecteur*. Mais ce qui est encore ici bien significatif, c'est que si les fibres corticales laissent apercevoir quelque structure pariétale, c'est plutôt sur leurs faces tangentielles pour favoriser sans doute une circulation entre elles, et en même temps une circulation radiale. »

Le tissu cellulaire interposé est plus particulièrement disposé par zones concentriques. »

Si l'excellent observateur qui a écrit ces lignes n'a pas résolu complètement le problème, cela tient uniquement à l'état de conservation, rarement satisfaisant, de cette partie du tronc des Cordaïtes. Jusqu'à présent, pour les gros troncs, l'écorce a été rencontrée, soit à l'état de houille et, dans ce cas, l'observation de la structure devient d'une difficulté extrême, sinon impossible, soit à l'état de portions moitié minéralisées, moitié transformées en houille; il est alors possible de résoudre une partie seulement des questions que soulève l'organisation de ces écorces curieuses. Cependant, grâce aux échantillons de choix recueillis par M. Grand'Eury, j'ai pu, au moyen de quelques préparations assez heureuses, jeter quelque lumière sur cette question.

Sur une coupe transversale d'un fragment d'écorce adhérente encore à du bois de Cordaïtes et minéralisé par du carbonate de fer et de chaux, il m'a été possible de reconnaître une série de bandes concentriques alternativement plus ou moins foncées, séparées du bois par une couche épaisse de parenchyme.

Les couches noires ont une cassure brillante et présentent l'aspect et les propriétés de la houille, tandis que les couches grises à cassure terne sont au contraire minéralisées.

Sur la figure 8, on voit le bois *d*, la couche de parenchyme *r* et les couches alternatives *s*, *t*, *s t*.

Si l'on fait une coupe tangentielle un peu oblique, intéressant deux zones successives, on remarque que ces couches concentriques sont formées des mêmes éléments, mais répartis en proportions différentes.

Dans la zone minéralisée *t* (fig. 9), on observe des fibres ligneuses, ponctuées, séparées par des lames cellulaires; celles-ci, sont composées de une ou de deux rangées de cellules en épaisseur et de 4 à 16 cellules en hauteur. Les fibres ligneuses, exactement de même nature que celles qui forment le cylindre ligneux interne offrent à leur surface *antérieure et postérieure* deux ou trois rangées de punctuations aréolées.

La région la plus foncée *s* renferme également quelque fibres ligneuses ponctuées, mais ce qui prédomine surtout, ce sont les lames cellulaires concentriques, formées d'éléments muriformes, *circumvecteurs* de M. Grand'Eury.

Cette région est complètement transformée en houille; à cause de sa structure cellulaire, elle n'a pu être minéralisée aussi facilement que les zones voisines *t*, plus perméables, de sorte que les cellules, plus ou moins comprimées, qui la forment, se sont remplies postérieurement de la substance même de la houille. Ces cellules ont leurs parois rétractées et rendues distinctes seulement par un peu plus de transparence.

Sur la coupe radiale (fig. 10) qui rencontre perpendiculairement, quelques zones concentriques, on peut se rendre compte de la proportion des lames cellulaires dans les parties minéralisées, ainsi que dans celles qui ont été plus tard transformées en houille.

Les zones concentriques, alternativement brillantes et ternes sur leur cassure transversale, sont formées de couches ligneuses successives, dans lesquelles prédominent plus ou moins, des lames cellulaires, dirigées horizontalement et dans le sens de la circonférence. Malheureusement il ne m'a pas été possible de reconnaître si ces zones concentriques formaient des cercles complets autour de la tige, ou bien si elles ne

s'étendaient d'une manière continue que sur une portion plus ou moins grande de la circonférence corticale.

Dans quelques échantillons, cette production ligneuse, au lieu d'affecter la forme de cercles concentriques, se montre sous l'aspect d'îlots isolés les uns des autres, dans le parenchyme cortical.

Si l'on fait une coupe verticale, tangentielle dans une région plus profonde de l'écorce *r* (fig. 8) on trouve que près du bois, elle est formée de cellules irrégulières (fig. 11), à parois non poreuses, mais, du côté de la première couche ligneuse corticale *s*, ces cellules sont mélangées de grandes cellules contournées diversement, et dont les parois sont munies de perforations. Ce sont vraisemblablement des portions de fibres ligneuses, échappées de la zone *s*, qui ont pénétré plus ou moins dans la couche cellulaire *r*.

Je n'ai pas été assez heureux pour retrouver dans les échantillons d'écorces âgées, la partie correspondante à la zone extérieure des jeunes rameaux caractérisée par la présence de lames de tissu hypodermique, qui peut-être se détachait de bonne heure.

Racines. — Au milieu des mêmes fragments silicifiés qui renferment les rameaux et les feuilles de Cordaïtes on trouve souvent des débris de racines, dont la structure offre une analogie suffisamment grande avec celle des tiges de ces plantes, pour qu'on puisse les regarder comme ayant appartenu à ces dernières.

La figure 13, planche 15, montre une section transversale de l'une de ces racines. Le cylindre ligneux *d* est formé de fibres ligneuses, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires. Sur les faces latérales de ces fibres se trouvent des ponctuations placées sur deux ou trois rangées longitudinales. Mais comme cela arrive fréquemment pour les échantillons fossilisés, ces ponctuations ne sont plus indiquées que par le réseau à mailles hexagonales, formé par les bords des aréoles pressées les unes contre les autres (fig. 16). En *e*, se voient les rayons médullaires. Le diamètre des fibres varie de 0^{mm},03 à 0^{mm},05, il est donc un peu plus consi-

dérable que celui des fibres ligneuses de la tige, caractère qui concorde avec ce que l'on observe en général chez les plantes vivantes, quand on compare les dimensions relatives des fibres de la tige avec celles de la racine dans un même végétal.

La figure 15 représente la portion centrale du cylindre ligneux sans aucune trace de moelle.

La partie de la racine la plus développée est l'écorce (fig. 13 et 14). Deux couches très distinctes entrent dans sa composition : l'une plus interne est formée de cellules polyédriques assez régulières (fig. 13 et 17); l'autre se compose de cellules à sections rectangulaires, disposées en lignes rayonnantes et qui peuvent être considérées comme des cellules subéreuses. La couche génératrice est indiquée par la bande plus foncée *h*. Dans les échantillons silicifiés, en effet, les parties encore vivantes et remplies de matières plus ou moins riches en carbone, se distinguent généralement du reste du tissu environnant par une coloration plus foncée, due probablement au protoplasma qu'elles renfermaient en proportion plus grande. La figure 17 ne laisse guère de doute sur la nature subéreuse de la partie extérieure de l'écorce, qui formait autour de l'axe ligneux de la racine une enveloppe sinueuse et contournée.

Feuilles. — D'après M. Grand'Eury, qui a exhumé, pour ainsi dire, et fait renaître dans toutes leurs parties, les plantes dont se compose la famille des Cordaïtes, on voit que les feuilles de ces végétaux étaient simples, sessiles, symétriques, entières, quelquefois divisées comme celles de certaines Monocotylédones plutôt que lobées, généralement lancéolées, obtuses, spatulées, obovales, ou elliptiques, ordinairement très grandes, de nature coriace, parcourues dans toute leur longueur par des nervures fines, égales ou presque égales et parallèles, divergeant cependant un peu vers le bord où elles s'atténuent, en se dédoublant quelquefois, mais de loin en loin.

Ces feuilles sont extrêmement abondantes, surtout dans le terrain houiller supérieur où on les trouve en si grandes masses dans quelques bassins houillers du centre de la France, qu'elles y caractérisent un étage par leur prédominance.

Cependant comme les végétaux dont elles provenaient étaient à peine connus, il y avait toute une étude à entreprendre de ces débris qui, par leur abondance, ont fait un apport considérable aux couches de combustible.

En les observant sur place, M. Grand'Eury a pu coordonner la plupart d'entre eux et faire connaître leur forme et leur structure.

Les feuilles de Cordaïtes sont de dimensions très différentes ; il y en a de 12 centimètres, jusqu'à un mètre de longueur, sur une largeur qui peut atteindre 20 centimètres.

Leur nervation n'offre pas de grandes ressources pour la spécification des empreintes, car ce caractère est d'ailleurs susceptible de varier d'une partie à l'autre de la même feuille ; ainsi les nervures sont plus épaisses, plus serrées et plus inégales au milieu et vers la base, qu'aux bords.

D'un autre côté, il y a des Cordaïtes qui, avec une nervation en apparence identique, paraissent appartenir à des espèces différentes ; il est donc nécessaire de tenir compte à la fois de la forme et de la nervation ; mais les feuilles sont pour la plupart, si grandes qu'on les a rarement complètes, et dans la majorité des cas, on en est réduit à la nervation.

Dans ce travail, il ne sera question que des Cordaïtes proprement dits. J'aborderai plus tard l'étude des *Dory-cordaïtes* et celle des *Poa-cordaïtes*, les éléments que je possède sur ces deux dernières familles n'étant anatomique) est mont rend pas assez complets.

Nous venons de voir que les feuilles de Cordaïtes sont obtuses, spatulées, et qu'elles se distinguent sur les empreintes, surtout par des rides transversales, existant entre les nervures. Nous verrons que la structure anatomique rend parfaitement compte de cette particularité.

On sait que les premières feuilles de Cordaïtes ont été signalées par Sternberg ; ce savant en a figuré en 1820 un très bel échantillon (1), mais il le regardait comme une feuille divisée, disposée en éventail. Dans sa classification, il la place parmi les Palmiers et lui donne le nom de *Flabellaria borassifolia*.

(1) *Fossil Flora der Vorwelt*, t. I, p. 31, pl. 18.

En 1845, Corda a décrit (1) un rameau terminé par une touffe de feuilles identiques, par leur forme et leur nervation, au *Flabellaria* de Sternberg. Les figures 2 et 3 de Corda, qui montrent quelques détails de structure à la surface des feuilles, s'accordent assez bien avec ce que j'ai observé. Mais dans la constitution du bois de ce rameau, ce savant n'a signalé que les vaisseaux scalariformes qui entourent la moelle, sans parler des fibres ponctuées qui existaient probablement au dehors du cylindre ligneux de ce fossile qu'il range parmi les *Flabellariées*.

Unger (2), se fondant sur la nature du bois entièrement composé de vaisseaux scalariformes et sur l'absence (?) des rayons médullaires, place ce rameau et ses feuilles à la suite du *Lomatophloios crassicaule*, dans l'ordre des Lycopodiacées et lui donne le nom de *Cordaïtes borassifolius*. De son côté, dans son tableau des genres de végétaux fossiles, Brongniart, qui désigne le *Flabellaria* de Sternberg sous le nom de *Pycnophyllum borassifolium*, le considère comme tout à fait distinct d'une feuille de Palmier, et le rapproche des feuilles de *Nöggerathia*, type voisin des Cycadées et des Conifères.

M. Grand'Eury (l. c.) a pu rattacher d'une manière certaine ces feuilles à des rameaux qu'il a désigné sous le nom de *Cordaïcladus*, lesquels rameaux ont été trouvés en dépendance avec les troncs de Cordaïtes, dont j'ai rappelé plus haut la structure.

Le nombre de feuilles de Cordaïtes que l'on trouve à l'état silicifié dans les magmas quartzeux de Saint-Etienne est considérable. Elles se présentent soit mélangées à d'autres débris de Cordaïtes (bourgeons, graines, rameaux, etc.), soit superposées parallèlement les unes aux autres, en couches de plusieurs centimètres d'épaisseur, affectant ainsi exactement la même disposition que celles qui se rencontrent transformées en houille et constituent à elles seules, des couches épaisses dans certaines parties du bassin de Saint-Etienne.

Des préparations faites dans de la houille, paraissant à l'extérieur,

(1) *Beitrage zur Flora der Vorwelt*, tab. 34, fig. 1.

(2) *Genera et species*, p. 257, 1850.

uniquement formée de feuilles de Cordaïtes, ne laissent voir de ces feuilles, que les cuticules des faces supérieures et inférieures, sous la forme de lignes plus transparentes, parallèles, et ayant conservé le moulage très net des cellules épidermiques sous-jacentes, la distance de deux cuticules est d'environ $0^{\text{mm}},07$, tandis que dans les feuilles silicifiées cette distance est de $0^{\text{mm}},3$ à $0^{\text{mm}},4$ en moyenne. Les feuilles ont donc subi en se transformant en houille, une réduction considérable en épaisseur, puisque celle-ci n'est plus guère que le $\frac{1}{5}$ ou le $\frac{1}{6}$ environ de l'épaisseur primitive; aussi le parenchyme de la feuille, contracté, écrasé, injecté de la matière ayant formé la houille et transformé lui-même en cette matière, ne se laisse-t-il distinguer que très rarement et dans le cas seulement où les cellules plus ou moins déformées, n'ont pas été complètement remplies.

C. TENUISTRIATUS? Gr.

Si les feuilles que l'on rencontre dans la houille ne sont pas conservées de façon à ce que l'on puisse en étudier la structure, il n'en est pas de même de celles qui se trouvent dans la silice. J'en ai reconnu une assez grande variété; mais je ne décrirai en ce moment que celles qui m'ont paru avoir quelques rapports avec les espèces qui ont été figurées ou signalées. La figure 1, pl. 16, représente une coupe transversale d'un jeune bourgeon foliaire, long de 4 à 5 centimètres et de 6 à 7 millimètres de diamètre, composé de trois feuilles, les deux plus externes ont le même mode d'enroulement, celle du centre s'enroule en sens contraire des premières. Les renflements nombreux que l'on aperçoit sur la coupe transversale, correspondent aux nervures qui parcourent le parenchyme de la feuille. La figure 2 représente une coupe transversale d'une partie plus grossie de l'une des feuilles de ce bourgeon.

L'épiderme de la face supérieure de la feuille se prolonge en forme de papilles *e* et recouvre une couche de deux ou trois rangs de cellules en palissade *p* dont l'intérieur est rempli de silice colorée.

Au centre de chaque nervure on observe un faisceau vasculaire *a*,

composé, en dessus, de vaisseaux ponctués et scalariformes dont la pointe, tournée du côté de la face inférieure de la feuille, est occupée par une ou deux trachées. A une petite distance du faisceau, on rencontre une gaine formée de cellules volumineuses *d*, prismatiques, dont les parois sont poreuses, quelques-unes de ces cellules *d* sont plus fortement colorées, comme si elles avaient contenu quelque substance gommeuse. Le plus souvent, le tissu existant entre le faisceau et sa gaine, n'a pas été conservé.

Au-dessus et au-dessous du faisceau se trouvent deux bandes de tissu hypodermique *h h'* qui accompagnent le faisceau dans toute sa longueur, et concourent avec lui à former le relief de la nervure.

La face inférieure se trouve limitée par une couche de cellules arrondies *g*, dont le contenu est de couleur foncée, ainsi que par un épiderme à cellules rectangulaires. Entre cette couche et celle qui renferme les cellules en palissade, et dans l'intervalle des nervures, on distingue un parenchyme peu serré, formé de cellules allongées transversalement *f*, qui sera décrit plus en détail. Ce tissu lacuneux a cédé à une compression extérieure, de sorte que les faces de la feuille s'étant rapprochées entre les nervures, celles-ci ont pris un relief plus marqué que lorsque le bourgeon était encore vivant. La distance entre deux nervures est d'environ 0^{mm},6.

On comprend facilement la difficulté que l'on éprouve lorsque l'on veut identifier les espèces de feuilles, dont on ne connaît que les empreintes, avec celles que l'on rencontre à l'état silicifié et dont il est assez rare qu'on puisse connaître exactement la surface.

Peut-être celle dont je viens de donner la description se rapporte-t-elle à l'espèce *tenuistriatus* dont la diagnose, est d'après M. Grand'Eury, : feuilles coriaces, à très fines nervures, égales et serrées, ressortant nettes sur une surface plus unie.

C. ANGULOSOSTRIATUS? Gr.

La figure 3 représente la coupe transversale d'une portion de feuille très épaisse, charnue, qui, par sa consistance et par la disposition de ses nervures, complètement noyées dans l'épaisseur de la feuille, rappelle les feuilles du *C. angulosostriatus*. On sait que ces dernières ont laissé une couche épaisse de houille, et qu'elles ont pu atteindre un mètre de longueur sur 15 centimètres de largeur. Dans l'échantillon silicifié, les nervures sont distantes de 0^{mm},6 entre les bandes hypodermiques *h h*, qui accompagnent les faisceaux vasculaires; il s'en trouve trois autres plus petites *i* à la face supérieure et à la face inférieure; mais les nervures secondaires auxquelles elles auraient pu donner naissance sur les empreintes ne peuvent s'apercevoir dissimulées qu'elles sont dans la couche de houille laissée par le parenchyme.

a est le faisceau vasculaire formé de gros vaisseaux ponctués et rayés dont la pointe, tournée vers la face inférieure de la feuille, est occupée par des vaisseaux spiralés *ts*.

Au-dessous du faisceau, en *b* se trouvent des cellules ponctuées, représentant la portion centrifuge du cordon foliaire.

En *d*, on voit un anneau complet de cellules prismatiques, à parois poreuses, disposées sur plusieurs rangs, et qui forment la gaine du faisceau.

La partie supérieure de la feuille est occupée par une couche épaisse de cellules polyédriques *p*, remplies de silice colorée, non disposées en palissade, mais qui se distinguent de celles de la face inférieure, en ce qu'elles sont plus serrées, plus nombreuses et plus foncées.

Le parenchyme lacuneux *f* est presque complètement détruit.

Malgré l'aplatissement qui est indiqué, par l'obliquité du plan médian des nervures, sur les faces supérieure et inférieure, l'épaisseur de cette feuille dépasse encore 1 millimètre.

C. RHOMBINERVIS? Gr.

Dans la coupe transversale, représentée (fig. 4), qui se rapporte au *C. rhombinervis* Gr., les nervures sont également espacées et à une distance de 0,mm4, les bandes hypodermiques présentent une section triangulaire et produisent des reliefs accusés à la surface de la feuille. Le faisceau vasculaire est formé en dessus de vaisseaux ponctués et rayés, ainsi que de trachées vers la pointe, tournée du côté de la face inférieure de la feuille; il est entouré d'une gaine de cellules allongées à parois poreuses. Cette feuille ainsi que la suivante sont assez communes dans les silex de Saint-Etienne.

C. LINGULATUS? Gr.

La figure 5 représente la section d'une feuille plus épaisse que la précédente et dont les nervures placées à 0mm,6 s'accordent avec celle du *Cordaites lingulatus*; la couche de cellules en palissade est bien caractérisée à la face supérieure; les bandes hypodermiques qui accompagnent le faisceau vasculaire, ont dû former sur les empreintes laissées par ces feuilles, des nervures fines et égales.

Comme dans les précédentes, le faisceau vasculaire a sa pointe occupée par les trachées et tournée, vers la face inférieure de la feuille; mais, en dehors, se voit nettement un arc *b* de vaisseaux ponctués, disposé sur un seul rang, représentant les restes de la partie exogène du cordon foliaire.

C. PRINCIPALIS? Germ.

La feuille représentée en coupe transversale (fig. 6), est beaucoup plus rare que celles que je viens de signaler. Elle se distingue par trois ou quatre petites bandes de tissu hypodermique *h*", placées entre les bandes principales qui accompagnent les faisceaux vasculaires; à la face inférieure

de la feuille, il n'y a qu'une seule bande d'hypoderme h'' entre deux nervures, mais elle est plus considérable.

L'empreinte de feuille de Cordaïte qui se rapproche le plus de celle-ci est le *Cordaites principalis*, Germar; celle-ci se distingue, comme l'on sait, par de fines nervures existant entre de plus fortes. Dans les empreintes de cette espèce et dans les feuilles silicifiées, les reliefs qui correspondent aux faisceaux vasculaires sont distants de $0^{\text{mm}},45$ environ.

En dehors du faisceau vasculaire a , se voit l'arc vasculaire b qui entoure sa partie inférieure, et se compose de vaisseaux ponctués.

C. CRASSUS. B. R.

Dans la figure 7, pl. 16 les bandes d'hypoderme qui correspondent au faisceau vasculaire a , sont très peu marquées; la feuille étant épaisse et charnue, les empreintes ne doivent présenter que des reliefs assez peu accusés; la distance des faisceaux vasculaires est de $0^{\text{mm}},07$; entre eux, se trouvent des bandes hypodermiques h'' , qui pénètrent profondément dans le parenchyme, concurremment avec les faisceaux vasculaires, ces bandes ont dû former sur les empreintes des reliefs dès lors distants les uns des autres de $0^{\text{mm}},35$ seulement. Dans l'impossibilité de rapporter avec certitude la structure de cette feuille à quelque empreinte déjà signalée je la désignerai sous le nom de *C. crassus*.

Dans cette feuille, le faisceau vasculaire a est séparé de la gaine d , par un tissu cellulaire, très délicat et assez bien conservé; sa pointe n'est pas entourée par un arc vasculaire extérieur, comme nous l'avons vu pour quelques espèces de Cordaïtes. Le parenchyme situé entre les nervures est moins lacuneux que dans celles-ci, et un assez grand nombre des cellules qui le composent se trouvent remplies d'une matière colorée.

Nous allons suivre maintenant la disposition et la nature des tissus qui les constituent, sur des coupes longitudinales de feuilles de Cordaïtes.

La figure 8 représente une coupe longitudinale, perpendiculaire au limbe, mais dirigée un peu obliquement par rapport à un des faisceaux

vasculaires. En *e p* est l'épiderme de la face supérieure recouvrant une couche de cellules en palissade *p*, dont l'intérieur est rempli de silice colorée et de granulations. La figure 10 montre une coupe transversale, parallèle au limbe, exécutée dans ce tissu.

Au bas de la figure, on voit une portion de la bande hypodermique *h* qui accompagne le faisceau vasculaire dans toute sa longueur.

En *d* sont les cellules à sections longitudinales, rectangulaires et à parois poreuses, qui forment la gaine du cordon foliaire.

Le faisceau vasculaire est composé de deux ou trois gros vaisseaux ponctués *v*, et de un ou deux vaisseaux rayés *a*, qui sont accompagnés de quelques trachées *tr*. Celles-ci sont placées, comme nous le savons, vers la pointe du faisceau tournée du côté de la face inférieure de la feuille. On voit en *b* les fins vaisseaux ponctués, qui entourent cette pointe sous la forme d'un arc, et que nous croyons représenter les restes de la portion centrifuge du cordon foliaire.

En *d* se trouve la partie inférieure de la gaine du faisceau, en *p'* le parenchyme lâche de la feuille, limité par l'épiderme *e'p'*, dans lequel on constate la présence d'un assez grand nombre de stomates (fig. 11 *bis*) disposés en quinconce, sur cinq à six lignes parallèles aux nervures, et au nombre de 150 environ par millimètre carré.

Sur une coupe longitudinale, parallèle au plan de la feuille, on note les détails suivants (fig. 9).

En *a a* sont des vaisseaux ponctués qui appartiennent à deux faisceaux voisins.

La gaine des faisceaux se voit en *d*, les cellules qui la forment ont leurs parois poreuses; quelques-unes sont vides, d'autres sont remplies de silice brune et granuleuse. Entre cette gaine et le faisceau, l'intervalle est occupé par des cellules allongées à minces parois *c*.

Le parenchyme placé entre deux nervures présente de nombreux méats *l*, limités par des bandes cellulaires *m*, dirigées perpendiculairement au limbe et à deux nervures voisines. Quelquefois ces lames, au lieu d'être

simples et parallèles, comme cela est indiqué dans la figure 9, se divisent et s'anastomosent entre elles.

Nous avons vu plus haut que les empreintes laissées par les feuilles de Cordaïtes, étaient marquées de rides transversales entre les nervures, c'est à la présence de ces cloisons cellulaires, limitant les méats, qu'est dû cet aspect particulier, le tissu moins résistant du reste de la feuille s'étant affaissé plus ou moins entre les cloisons qui ressortent alors en relief.

D'autres feuilles, pouvant se rattacher aux Cordaïtes, seront vraisemblablement rencontrées dans les silex de Saint-Etienne et constitueront des espèces, peut-être même des genres nouveaux; mais pour le moment mon but est seulement d'appeler l'attention sur la structure remarquable de ces organes appendiculaires, suffisamment nette, pour qu'on puisse la comparer à celle de certaines plantes vivantes, appartenant par exemple à la classe des Cycadées.

Si l'on fait des coupes variées dans des folioles de Zamiées, on reconnaîtra une analogie quelquefois très grande, entre les différentes parties qui constituent ces feuilles, et celles dont je viens de donner la description. Il ne faut pas s'attendre toutefois à une identité absolue de structure, entre des organes similaires, il est vrai, mais appartenant à des familles différentes d'une même classe. Je reviendrai plus loin sur ce sujet.

Inflorescences des Cordaïtes. — La première inflorescence de ce genre a été figurée par Lindley et Hutton (1), sous le nom d'*Antholithes Pitcairnia*. Mais les auteurs déclarent que les différentes parties de la fructification sont tellement confondues que ce serait une vaine tentative que d'essayer de les décrire: « Cependant, disent-ils, on peut y voir l'apparence d'un calyce qui semble avoir renfermé des pétales beaucoup plus longs que lui; leur conservation peut être attribuée à la densité et à la solidité de leur structure primitive; cette particularité nous a porté à les désigner sous un nom qui indique qu'ils pourraient appartenir à une tribu,

(1) L. c., p. 5, pl. 82.

vivant encore de Broméliacées, et en particulier, du genre *Pitcairnia*, auquel ils ressemblent plus qu'à toute autre. »

Jusqu'à ces derniers temps, en effet, ces fossiles sont restés parmi les empreintes problématiques. Mais, grâce aux recherches de MM. Goldenberg, Dawson, Carruthers et Grand'Eury, nous savons actuellement que ce sont les inflorescences à l'état jeune de certains carpolithes tels que les *Cardiocarpus*, *Rhabdocarpus*, etc., et qu'elles appartiennent aux Cordaïtes, arbres qui ont joué un si grand rôle dans les temps houillers.

« On a essayé, dit M. Schimper (1), de faire des distinctions spécifiques entre les différentes formes d'Antholithes, mais tous ces fossiles se ressemblent tellement et leurs détails sont en général si peu distincts, qu'il me semble hasardé de fonder des espèces avec les matériaux que nous possédons. La seule chose possible peut-être c'est de distinguer entre l'inflorescence mâle et l'inflorescence femelle ».

Cependant M. Grand'Eury est parvenu à établir que certaines *Cordaianthus* mâles se distinguent sûrement et nettement les uns des autres, et admet ainsi les quatre espèces suivantes: *Cord. gemmifer*, — *C. circumdatus*, — *C. glomeratus*, — *C. foliosus*.

De plus, ce savant dit à propos de certaines inflorescences silicifiées qu'il a découvertes dans les galets de la Péronnière: « On trouve des chatons au milieu desquels on verrait assez bien des anthères biloculaires, ouvertes en long fixées à l'extrémité de filets.

De nombreuses préparations faites dans des bourgeons à fleurs de Cordaïtes, m'ont fait reconnaître six espèces de *Cordaianthus* mâles, je n'en décrirai ici que trois; leur présence fréquente avec certaines des feuilles étudiées précédemment, et avec les graines connues sous le nom de *Sarcotaxus* Ad. Br., me ferait croire à une certaine dépendance entre ces divers organes.

(1) *Traité de pal. végét.*, vol. III.

CORDAIANTHUS PENJONI B. R.

La figure 13, planche 16, représente la coupe longitudinale d'un jeune cône mâle dont la longueur est d'environ, 1 centimètre il renferme un certain nombre de fleurs *e e*, *é é*, disposées en spirale le long de la surface extérieure. Ces fleurs sont d'une grande simplicité, elles se composent uniquement de quelques étamines, disséminées par groupe de deux ou trois, ou isolées au milieu de bractées stériles.

Chaque étamine est formée d'un filet *c*, sorte de bractée, légèrement modifiée, en filet surmonté de trois ou quatre anthères *e é* (fig. 14). Ces anthères sont soudées à leur base *d*, mais il n'est pas rare de les trouver désarticulées et isolées de leur support.

Leurs parois sont formées par une couche de cellules à sections rectangulaires, un peu plus hautes que larges. Leur déhiscence se faisait longitudinalement par la séparation de la loge en deux valves; l'inspection de la figure 15 qui montre au centre deux étamines, dont les loges encore pleines de grains de pollen ont été coupées transversalement, nous permet de reconnaître facilement ce mode de déhiscence.

Sur cinq des étamines occupant la partie centrale de la fleur trois ont leurs anthères vides *e*; quelques grains de pollen *p*, échappés des anthères, se remarquent entre les bractées. Les deux autres *é* montrent leurs loges au nombre de 6, divisées chacune en deux lames recourbées en arc et dans la concavité de ces lames, encore rapprochées, un nombre considérable de grains de pollen.

A la base de chaque loge aboutit un mince cordon vasculaire *d* (fig. 14), provenant du faisceau qui parcourt le filet, mais cette petite branche ne s'élève pas dans les loges et s'arrête près du point d'articulation.

Les trois coupes représentées par les figures 12, 13 et 15, se rapportent vraisemblablement à la même espèce.

Dans la figure 15, les bractées stériles, il est vrai, sont moins

épaisses que celles du bourgeon représenté dans la figure 12, mais cela tient à la plus grande jeunesse du premier, chez lequel on trouve les anthères encore pleines de grains de pollen, tandis que le 2^{me} avait atteint son complet développement, puisque toutes les loges sont ouvertes et leur pollen disséminé.

Cette espèce est caractérisée par un nombre assez considérable de fleurs disposées en spirale sur toute la longueur du cône, comme les bractées stériles dont elles ne sont qu'une modification. On distingue en outre sur le prolongement de l'axe *p*, terminé en plateau un cercle d'étamines de différents âges, les plus internes étant les plus courtes et par conséquent les plus jeunes.

CORDAIANTHUS SUBGLOMERATUS Gr.

Cette espèce se présente sous la forme de petits bourgeons globuleux de 2 à 3 millimètres de longueur, composés d'un petit nombre de bractées épaisses, obovales, disposées en spirale sur un axe très court. Le plus souvent, on les rencontre encore attachés en grand nombre au rameau sur lequel ils ont pris naissance. La figure 1, 2/ planche 17, montre une coupe transversale d'un de ces rameaux, et en même temps cinq bourgeons qui ont été rencontrés par la section.

Dans la figure 2, 3/ on voit l'un de ces bourgeons grossi, la coupe est un peu oblique par rapport à l'axe; au centre, on distingue deux étamines dont les filets très courts sont surmontés de trois ou quatre loges. Le nombre des étamines devait être plus grand, car quelques débris d'anthères ont encore été rencontrés par la coupe. On peut remarquer, de plus, que les bractées recourbées en dessus, recouvraient complètement les étamines.

CORDIANTHUS SAPORTANUS. B. R.

Les inflorescences qui constituent cette espèce se rencontrent isolées, sous la forme de cônes très courts sur lesquels se trouvent disposées les bractées stériles qui composent l'involucre floral (fig. 2, pl. 17).

Leur dimension, inférieure à celle de la première espèce, dépasse de 2 à 3 fois celle de la deuxième, et atteint 7 millimètres environ.

Au centre, on remarque un groupe de quatre loges soudées à leur base; le filet qui soutenait ces loges n'a pas été conservé dans la préparation. Au-dessus de ce groupe s'en trouvait un deuxième é dont il ne reste que quelques traces.

Les anthères n'avaient pas encore effectué leur déhiscence, car toutes les loges sont pleines de grains de pollen, et à leur base, on distingue les filets vasculaires qui viennent y aboutir.

De même que dans le *Cordaianthus subglomeratus*, les étamines étaient toutes réunies au centre du cône. Ces deux espèces diffèrent donc par là de celle que j'ai décrite en premier lieu.

Ces trois formes ne sont pas les seules que j'ai rencontrées; mais ce sont les plus fréquentes, et par conséquent les mieux connues; elles suffisent pour montrer que les fleurs mâles des Cordaïtes étaient d'une assez grande simplicité. Au milieu de bractées stériles s'élevaient une ou plusieurs bractées fertiles dont le filet, à peine modifié, portait au sommet trois ou quatre loges renfermant le pollen.

Aussitôt leurs fonctions terminées, ces étamines se détachaient et tombaient au milieu de débris de feuilles, de rameaux et de graines de Cordaïtes, avec lesquels on les trouve actuellement associées dans la silice.

Pollen. — Les grains de pollen disséminés dans les magmas quartzeux, sont en nombre considérable, et paraissent avoir été répandus à cette époque, en profusion aussi grande que la poussière fécondante de nos Conifères actuelles.

A part quelques pollens exceptionnels dont il sera question ailleurs, les grains se présentent ordinairement sous la forme d'un ellipsoïde de révolution, dont le grand axe est deux fois plus grand que le petit. Ils ne diffèrent entre eux que par la grosseur. Dans les Cordaïtes, lorsque le grain est encore contenu dans l'anthère, les dimensions respectives du grand et du petit axe sont $0^{\text{mm}},9$ et $0^{\text{mm}},5$. La surface extérieure de l'exine paraît finement réticulée ; cet aspect provient d'un épaissement de la paroi interne qui s'est fait suivant les mailles d'un réseau ; on se rend facilement compte de cet épaissement sur les figures 4 et 5 où l'on voit que la surface de l'exine est lisse à l'extérieur et finement dentelée vers l'intérieur ; ces deux dernières figures représentent sous un grossissement de 140, *d*, deux grains de pollen qui n'avaient pas encore quitté l'anthère.

La figure 6, au contraire, montre avec le même grossissement un grain échappé de l'anthère et qui a pénétré dans l'intérieur du canal qui surmonte la chambre pollinique d'une graine (fig. 5) ; ses dimensions linéaires sont $0^{\text{mm}},12$ et $0^{\text{mm}},7$ pour les grand et petit axes. Il y a donc accroissement d'un tiers environ.

Les figures 7, 8, 9, 10 se rapportent à des grains de pollen de même forme que les précédents, mais appartenant non plus à des Cordaïtes, mais vraisemblablement à des *Arthropitys*. Ils sont plus volumineux que les premiers ; les grand et petit axe atteignent respectivement $0^{\text{mm}},17$, $0^{\text{mm}},1$. On les rencontre dans presque toutes les graines de *Stephanospermum akenioides* Ad. Br., dont ils occupent, en nombre plus ou moins considérable la chambre pollinique ; l'exine de ces graines porte à l'extérieur quelques pointes (fig. 8 et 9) disposées irrégulièrement. Si les *Sarcotaxus* Ad. Br. accompagnent généralement les feuilles et les rameaux de Cordaïtes, le *Stephanospermum akenioides* se trouve le plus souvent associés à des bois et des rameaux d'*Arthropitys*, par conséquent, il y a quelque probabilité pour que le pollen en question appartienne à quelques plantes de ce genre.

Quoi qu'il en soit, dans ces deux espèces de grains, et dans d'autres qui seront décrites plus tard, l'intine offre une particularité du plus grand

intérêt. Dans ceux qui ne sont pas encore libres, l'intine se présente sous la forme d'une petite sphère, occupant seulement une portion de la cavité de l'exine. Souvent on ne distingue qu'une enveloppe sphérique continue, mais souvent aussi, même avant que les grains soient sortis de l'anthere, on voit dans l'intérieur de l'intine une division cellulaire plus ou moins avancée (fig. 4 et 5), division qui s'accuse davantage dans les grains à l'état de liberté (fig. 5), et surtout dans ceux qui ont séjourné pendant quelque temps dans la chambre pollinique d'un ovule de *Stephanospermum* (fig. 7, 8, 19). Dans ces derniers, l'intine remplit complètement la capacité de l'exine. Il semble donc que les grains de pollen, lors de leur sortie de l'anthere, n'étaient pas encore aptes à effectuer la fécondation; et qu'ils avaient besoin d'un séjour plus ou moins prolongé dans l'intérieur de la chambre pollinique, et que la division cellulaire, commencée dans l'anthere, s'achevait et amenait la maturité du grain.

Dans le pollen vivant, on a constaté l'existence de nucléus qui rappelle dans une certaine mesure ce qui se passait autrefois; la différence porte sur ce que, les nucléus des végétaux de notre époque ne s'entourent pas d'une membrane, tandis que ceux des plantes qui nous occupent s'entouraient d'une enveloppe (1).

La chambre pollinique observée dans toutes les graines silicifiées d'Autun et de Saint-Etienne, avait donc un rôle dont l'importance est indiquée par la constance même avec laquelle elle se rencontre. Elle offrait un abri aux grains de pollen qui pouvaient continuer à s'y développer et attendre, après cette sorte d'incubation, le moment favorable à la fécondation de l'ovule.

Fleurs femelles des Cordaïtes. — M. Grand'Eury (l. c.), p. 230, s'exprime ainsi sur les inflorescences femelles des Cordaïtes : « Ce sont des épis portant à l'aisselle d'écailles foliacées des rudiments de graines

(1) On sait pourtant que les grains de pollen de certaines Cupressinées et Abiétinées présentent dans l'intine une division remarquable, de quatre cellules d'après M. Schacht, trois selon M. Hofmeister, et deux seulement d'après M. Strasburger, serais-ce un exemple d'atavisme?

obtuses ou aiguës, épaulées par des saillies latérales de l'axe ; ces petites graines étaient solitaires, on ne peut en douter.

« Tantôt ces jeunes graines étaient espacées et fixées sans bractées sur un axe court, comme sur une grappe, tantôt elles étaient solitaires à l'aisselle d'une seule bractée.

Il est à remarquer que les inflorescences femelles restaient attachées aux branches plus longtemps que les feuilles, comme si les graines eussent exigé une plus longue période de végétation que ces dernières, pour mûrir et se détacher.

Les épis femelles ne sont pas très communs. Les espèces citées sont :

Le Cordaianthus subvolkmanni.

— *nobilis.*

— *subgermarius.*

— *prolificus.*

— *dubius.*

Malheureusement ces différents *Cordaianthus* décrits ou figurés par M. Grand'Eury sont beaucoup trop développés, et renferment des graines trop avancées, pour qu'il soit possible de les identifier avec les inflorescences femelles que je vais indiquer.

On trouve assez fréquemment en effet, de très petits cônes renfermant des graines; celles-ci sont dissimulées par les écailles qui les recouvrent complètement. A l'extérieur, rien n'indique leur présence; ce n'est que par une grande habitude que l'on peut reconnaître les cônes femelles de certains cônes mâles, qui ont exactement le même aspect et les mêmes dimensions; mais en général une forme un peu moins globuleuse, quelques extrémités d'anthères qui dépassent les bractées sont les seuls indices qui distinguent certaines inflorescences mâles, de celles qui renferment des graines.

Le plus souvent, ce n'est qu'après une coupe convenablement dirigée qu'on acquiert la certitude d'avoir affaire soit à l'une, soit à l'autre de ces inflorescences.

J'ai rencontré un certain nombre d'inflorescences renfermant des graines, mais il ne sera question ici que de celles qui se rapportent le plus

intimement aux Cordaïtes, et qui ont été trouvées au milieu de feuilles rameaux, appartenant à ces plantes, et détachées accidentellement avant leur développement.

CORDAIANTHUS WILLIAMSONI. B. R.

Nous venons de voir qu'il y avait très peu de différence extérieure entre certains cônes mâles et certains cônes femelles. On peut s'en assurer en comparant les coupes transversales, représentées dans les figures (12 et 15, pl. 16) et (13, pl. 17), dont les deux premières montrent des étamines situées entre les bractées, tandis que la dernière laisse voir quatre graines disposées au milieu d'elles. Cependant cette ressemblance ne peut se rencontrer que lorsque les cônes femelles sont très jeunes, car ceux-ci sont susceptibles d'un développement continu bien plus considérable, et qui les différencient de plus en plus des cônes mâles dont la croissance s'arrête promptement, et lorsqu'ils ont accompli leurs fonctions.

Déjà, dans le *Cordaianthus* représenté figure 11, l'axe plus vigoureux, d'un diamètre plus grand, montre que son rôle est loin d'être terminé; ses bractées sont plus épaisses et plus coriaces, leur longueur atteint 10 à 12 millimètres sur une largeur de 1^{mm},5 à 2 millimètres; elles sont parcourues par un faisceau vasculaire médian.

Dans tous les cônes de Cordaïtes que j'ai étudiés, les jeunes graines se rencontrent solitaires à l'extrémité de petits axes secondaires très courts *d* (fig. 11), entourés eux-mêmes de quelques bractéoles. Leur nombre varie suivant l'espèce de Cordaïte et suivant la portion de l'axe du cône que l'on examine.

La coupe longitudinale, représentée figure 11, pl. 17 et qui est en partie tangentielle à l'axe du cône, montre à droite et à gauche deux graines dont l'une *c* est rencontrée suivant un plan vertical, perpendiculaire au plan principal; cette graine a été détachée accidentellement, en laissant une portion de son enveloppe extérieure adhérente au support *d*.

La graine de droite est seulement entamée dans son enveloppe

externe; en *f* se voient de nombreuses lamelles dépendant de l'épiderme destinées peut-être à retenir les grains de pollen.

La graine de gauche est représentée plus grossie *d* (fig. 12) et séparée de l'axe très court qui la supportait; elle en a été détachée en abandonnant une portion de son tégument externe; ce tégument, assez fortement coloré, est l'enveloppe de la graine qui prend en premier lieu le plus d'accroissement, c'est lui que l'on retrouve dans la figure 13 et qui indique la présence des quatre graines disposées autour de l'axe. Les cellules qui composent ce tégument, sont polyédriques; leurs parois transparentes sont peu distinctes, tandis que leur contenu est de couleur foncée.

Le deuxième tégument *e* adhérent au premier, dans toute la partie supérieure de la graine, ne consiste tout d'abord qu'en une couche mince qui le tapisse intérieurement et qui peut-être n'en est qu'une dépendance; en vieillissant, cette couche prend de l'épaisseur et les cellules qui la composent s'incrudent et forment alors l'enveloppe la plus résistante de la graine mûre *e* (fig. 18); l'enveloppe extérieure *c* restant molle et charnue, s'est très souvent détachée ou s'est trouvée profondément altérée par la macération plus ou moins prolongée que tous ces organes ont subi pendant leur silicification.

On voit que la partie inférieure de la graine (fig. 12) est traversée par le faisceau chalazien *ch*, qui, en arrivant à la base du nucelle, se divise en trois parties: l'une s'étale en forme de coupe au-dessous du nucelle *v* (fig. 18); les deux autres s'élèvent latéralement entre les deux téguments *vl* (fig. 14 et 16), en suivant le plan principal de la graine jusque près du micropyle. Cette distribution des faisceaux vasculaires dans la graine des Cordaïtes, rappelle exactement celle des graines de *Cycas* avec cette différence pourtant que dans ces derniers, les deux branches latérales s'échappent du faisceau central, avant que ce dernier ne soit arrivé sous la base du nucelle, et n'offrent pas, dès lors, la décurrence que l'on remarque dans les graines fossiles *vl* (fig. 18).

La portion du faisceau vasculaire, étalée en forme de coupe à la base du nucelle, se divise en ramifications qui s'élèvent jusqu'au tiers de

sa hauteur. Ce dernier n'apparaît plus dans la figure 12 que sous la forme d'une membrane desséchée *n* de 7 millimètres de hauteur dont le contenu a disparu. Son sommet est surmonté d'une espèce de cône *g* de 0^{mm},5 de longueur; les cellules qui le forment, encore distinctes, entourent un canal qui conduisait à la chambre pollinique. Dans quelques espèces, ce canal est assez développé en longueur pour s'engager dans l'ouverture micro-pylaire des téguments *m* pendant l'état jeune de la graine.

CORDAIANTHUS GRAND'EURYI. B. R.

Cette espèce représentée (fig. 14), est l'une des plus intéressantes qui ait été étudiée, à cause des détails importants qu'elle a permis de constater. Le cône sur lequel était insérée la jeune graine n'a pas été conservé dans la préparation, de même qu'une autre graine opposée à la première laquelle a été également sacrifiée. Mais dans cette espèce, le nucelle est adhérent au fond de la cavité formée par les téguments, au lieu d'en être plus ou moins éloigné comme nous l'avons vu dans le cas précédent. Le canal pollinique *g* est aussi moins développé.

La préparation, assez heureuse, passe par la section principale d'une jeune graine surprise par la pétrification au moment même de la pollinisation.

Le diamètre transversal de son tégument externe est de 3 millimètres, sa hauteur était de 6 millimètres quand il était complet; le nucelle dressé au fond de la cavité, mesure 1^{mm},5 en hauteur et 0^{mm},7 en largeur; de sa base partent les deux faisceaux vasculaires *vl* qui, après s'être recourbés montent à droite et à gauche dans le plan principal de la graine.

A la partie supérieure du nucelle, on voit la chambre pollinique *cp* constante dans toutes les jeunes graines de Cordaïtes, mais moins développée que celle que M. Brongniart a signalée dans les graines fossiles, dont l'enveloppe est organisée symétriquement autour de l'axe (fig. 19, pl. 17).

Dans son intérieur, on distingue nettement deux grains de pollen *p* bien conservés, et dans le canal pollinique, à peine long de 0^{mm},3, on

distingue deux autres grains, l'un à la suite de l'autre, en voie de pénétrer dans cette cavité. Le tissu du canal semble s'élargir sur le passage des grains (fig. 15); il est probable, en effet, que leur introduction dans la chambre pollinique était déterminée, comme elle l'est de nos jours par une gouttelette liquide qui, en se desséchant et en se retirant dans la chambre pollinique, y entraînait les grains tombés. Ce canal pollinique est formé de cellules dont la grande dimension est perpendiculaire à l'axe du canal; vers l'extrémité supérieure, elles sont, au contraire, comprimées et déplacées de dehors en dedans, par le passage du grain. Les deux grains qui pénètrent dans l'ovule offrent distinctement cette division cellulaire de l'intine, que j'ai indiquée plus haut.

CORDIANTHUS LACATII. B. R.

Sur une coupe tangentielle (fig. 16), faite dans une graine de Cordaïte, mais encore plus jeune et appartenant à une espèce différente, peut-être même à un genre différent (*Rhabdocarpus*), le nucelle remplit complètement la cavité formée par les téguments et comme la coupe passe sensiblement par le plan principal de la graine, elle rencontre les deux faisceaux latéraux *vl*, caractéristiques des *Cordaicarpus*.

Le nucelle est surmonté du canal pollinique *g* qui s'engage en partie dans l'ouverture micropylaire des téguments *m*, le canal qui doit plus tard exister à son centre n'est pas encore formé, cependant, on reconnaît une orientation particulière dans les cellules intérieures, qui, par leur écartement ou leur résorption, lui donneront naissance. Ici la chambre pollinique n'est pas encore creusée au sommet du nucelle, mais cela tient à l'état peu avancé de cet organe.

Aucune des jeunes graines trouvées fixées aux *Cordaianthus* que j'ai étudiés, ne présentait de traces, de corpuscules ni de sac embryonnaire, organes que j'ai rencontrés au contraire bien caractérisés dans des graines détachées, et ainsi plus avancées; on peut en conclure que chez les Cor-

daïtes, de même que chez les Gymnospermes actuelles, ces parties essentielles de la graine n'apparaissent que tardivement dans le nucelle.

Les figures 17 et 18, montrent, la première, de grandeur naturelle la deuxième grossie trois fois, l'état définitif de la jeune graine représentée (fig. 14) et désignée par M. Brongniart sous le nom de *Sarcotaxus avellanus*.

Le nucelle, la chambre pollinique et le canal se trouvent réduits dans la graine mûre au petit mamelon spacé *n*.

La base de l'albumen est enveloppée par les faisceaux de la chalazé *v* étalés en forme de coupe.

Le tégument interne *e*, à peine visible dans la figure 14, a pris un développement considérable; les cellules qui le forment sont incrustées et constituent actuellement l'enveloppe la plus résistante de la graine. Quant au tégument externe *c*, de consistance charnue, il a été le plus souvent profondément altéré par la macération. Les faisceaux vasculaires, latéraux et récurrents *vl*, s'élèvent entre les deux téguments presque jusqu'à la hauteur du micropyle en suivant le plan principal de la graine.

Les espèces de *cordaianthus* auxquelles se rapportent les figures 11 et 14, portaient des inflorescences distiques. Comme les fragments que l'on rencontre dans les silex de Saint-Etienne sont généralement de petite dimension, il est donc impossible de savoir si ces inflorescences atteignaient la longueur de celles figurées, soit par M. Grand'Eury, soit par Lindley et Hutton, ni de se faire une idée juste du nombre de graines qu'elles pouvaient porter.

CORDAIANTHUS ZEILLERI B. R.

La figure 13 se rapporte évidemment à une quatrième espèce dans laquelle les graines étaient disposées en spirale autour de l'axe et que je désignerai sous le nom de *C. Zeilleri*; la coupe intéresse quatre de ces dernières, et passe au-dessus de l'extrémité du rameau qui les portait,

car, au centre du cercle formé par l'ensemble de ces graines, on ne distingue que quelques bractées *b'*.

Le tégument externe *c* seul est fortement développé et sinueux, l'interne n'est pas encore formé ou a disparu; cependant on voit, à la face interne de l'enveloppe *c*, et sur les côtés, les faisceaux vasculaires *vl*, caractéristiques des graines de Cordaïtes.

Affinités botaniques des Cordaïtes.

M. Brongniart (1) a, comme l'on sait, divisé les graines trouvées dans les gisements silicifiés de Saint-Etienne en deux groupes principaux : le premier renfermant les graines à symétrie binaire plus ou moins comprimées et bicarénées; le deuxième comprenant les graines à symétrie rayonnante autour de l'axe, à trois, six, huit divisions ou à section circulaire.

Dans le premier groupe, il a placé les genres *Cardiocarpus*, *Rhabdocarpus*, *Diplostesta*, *Sarcotaxus*, *Taxospermum*, etc.; dans le second, les genres *Stephanospermum*, *Trigonacarpus*, *Polylophospermum*, *Codonospermum*, etc.

D'après cet illustre paléontologiste, les graines du premier groupe paraîtraient se rapprocher des Taxinées, et pourraient établir une corrélation avec les genres de Taxinées actuelles.

Les *Cardiocarpus* répondraient aux Ginkgo, les *Rhabdocarpus* aux *Torreya*, etc.

Comme on le voit, les *Cardiocarpus*, *Sarcotaxus*, etc., étant admis comme des graines de Cordaïtes, il n'y aurait pas de doute à avoir sur la position que ces plantes doivent occuper dans la classification botanique; elles feraient partie de la classe des Gymnospermes et devraient être rangées parmi les Conifères.

M. Grand'Eury (2), de son côté, s'exprime ainsi : « Il y a des feuilles de Cordaïtes qui, par la forme, la nature coriace et la nervation, ressem-

(1) Comptes rendus de l'Institut, 10 août 1874.

(2) Flore carbonifère du département de la Loire, p. 270.

blent beaucoup à celles des *Dammara* de la tribu des *Taxinées*. Les *Cordaïtes* sont monocarpés, c'est-à-dire que les fleurs femelles, quoique disposées en épis, comme les fleurs mâles, sont solitaires dans un même involucre, les graines indépendantes des squames extérieures participent du caractère extérieur des *Taxinées*. »

« Les racines ne sont jamais pivotantes, la ramification est irrégulière, mais elle l'est également chez le *Taxus* et le *Ginkgo*.

« Tout s'accorde pour rattacher les *Cordaïtes* aux *Conifères*; mais est-ce à dire pour cela qu'ils rentrent dans le cadre d'un groupe existant?

« La combinaison des caractères leur est propre, et ces caractères sont la plupart assez particuliers, de manière que les *Cordaïtes*, avec leur bois composé de rayons, avec la structure singulière de leur écorce si développée, avec des rameaux naissants à distance des feuilles, constituent, peut-être en raison surtout de leurs inflorescences spéciales, un prototype de *Conifère* disparu, très remarquable, qui a joué, par la masse du moins, le plus grand rôle dans la végétation carbonifère. »

« Nous ne savons pas, dit M. Schimper, si les *Cordaïtes* appartiennent aux *Conifères* ou aux *Cycadées*, ou s'ils représentent un type intermédiaire entre eux, type qui n'a plus d'analogue dans l'époque actuelle; cette dernière supposition est la plus probable, car nous n'avons actuellement ni une *Gymnosperme*, ni une *Angiosperme* qui, de loin ou de près, puisse être comparée aux *Cordaïtes* ni par les feuilles, ni par les fleurs, ni par les fruits.

MM. Dawson et Lesquereux, à la suite de leurs recherches, regardent également les *Cordaïtes* comme des *Gymnospermes*. Mais ces végétaux doivent-ils être placés parmi les *Conifères* ou se rapprochent-ils davantage des *Cycadées*, ou bien encore constituent-ils un groupe indépendant, distinct, formant une nouvelle famille dans la classe des *Gymnospermes*, comme le pense M. Schimper? C'est ce que nous allons rechercher en nous basant sur les études anatomiques qui précèdent, malgré leur état incomplet.

(2) *Traité de pal. végétale*, 1874.

Nous avons vu que la moelle de Cordaïtes, connus sous le nom d'*Artisia* avait dans la majeure partie des cas un diamètre considérable, puisque M. Grand'Eury a donné, en effet, aux collections du Muséum des échantillons qui mesuraient 25 à 30 centimètres de circonférence.

Le bois est formé, comme nous le savons, de deux régions distinctes : l'une, plus centrale, composée de fibres spiralées, rayées et réticulées; l'autre, plus extérieure, offre des fibres à ponctuations aréolées, disposées en deux ou trois rangées sur les faces latérales.

Cette constitution de la moelle et du bois des Cordaïtes les rapproche davantage des Cycadées que des Conifères.

Le cloisonnement de la moelle, chez les Cordaïtes, est une conséquence de leur mode de croissance rapide en hauteur, bien supérieure à celle des Cycadées de nos jours.

Que l'on suppose le cylindre ligneux de nos Cycadées plus compacte, moins riche en rayons médullaires, ce bois ne différera guère du cylindre ligneux des Cordaïtes; une lame radiale ligneuse de Cycadée se compose, en effet, comme l'on sait, de fibres allongées, spiralées ou annelées à l'intérieur du cylindre, réticulées ou scalariformes plus au dehors, et poreuses à la périphérie, avec plusieurs rangées de ponctuations aréolées, alternant sur les faces latérales des fibres, exactement comme dans les Cordaïtes.

En dehors du cylindre ligneux, nous avons vu l'écorce des Cordaïtes atteindre, dans les vieilles tiges, une épaisseur considérable et, au milieu du parenchyme cortical, des productions ligneuses, épaisses, disposées tantôt sous la forme de lames concentriques, tantôt sous la forme de bandes isolées dans le tissu.

Dans les Cycadées, l'écorce atteint également une très grande épaisseur, et chez certaines d'entre elles (*Cycas*, *Encéphalartos*, etc.) par exemple, après une période de temps variable, dans l'épaisseur du parenchyme en dehors du liber, il se forme une zone ligneuse, semblable à celle du bois intérieur, mais dans laquelle il n'existe plus de vaisseaux rayés ou spiralés; le même fait peut se reproduire au

bout d'une nouvelle série d'années, et ainsi se forment des zones alternatives de bois et de liber, toujours assez peu nombreuses, mais dont Rheede et Miquel ont pu compter jusqu'à 7 ou 8 dans le tronc d'un vieux Cycas (1).

Je n'ai pu constater si la partie ligneuse corticale des Cordaïtes avait la même origine que celle de l'écorce des Cycadées, mais il est permis d'en douter, si l'on se rappelle que la première offre ses ponctuations sur les faces antéro-postérieures des fibres, tandis que la seconde les présente sur les faces latérales comme le bois ordinaire.

Quoi qu'il en soit, par leur moelle, leur bois et leur écorce, les Cordaïtes sont plus voisins des Cycadées que d'aucune Conifère connue.

La forme des feuilles des Cordaïtes est complètement différente de celle des Cycadées : dans cette dernière famille, comme on sait, elles sont pennées ou bipennées; de plus, dans les Cycas, les folioles ont une nervure médiane, dont les feuilles de Cordaïtes sont absolument dépourvues; mais si l'on se borne à comparer une foliole de Zamîée à une feuille de Cordaïte, l'analogie est manifeste, et une foliole d'*Encephalartos* représente assez exactement une feuille de ce dernier groupe, aussi bien par la disposition des nervures qui parcourent le limbe que par la structure anatomique de l'ensemble des parties.

Le cordon foliaire dans les Cycadées est formé de deux parties distinctes : l'une est composée d'éléments rayés, ayant un accroissement centripète, et disposé sans ordre; l'autre, d'éléments rayés et ponctués, se développant de dedans et dehors et disposé en séries rayonnantes.

Les cellules spiralées se trouvent entre les deux parties du fais-

(1) Consulter à ce sujet MM. Duchartre, *Éléments de botanique*, p. 197. Mettenius, *Beiträge zur anatomie der Cycadeen*, 1860, p. 565. Lestiboudois, *comptes rendus*, t. L, p. 651, t. LXXV, p. 567, 1872. Miquel, *Linnaea*, t. XVII, 1844. H. Mohl, *ueber bau der Cycadeen. Abhand. k. b. Acad. zur, München*, 1832.

ceau. La partie centrifuge s'atténue considérablement vers l'extrémité terminale du cordon et n'est plus représentée que par deux ou trois cellules poreuses, et quelques assises de cellules cambiformes.

Cette constitution du faisceau est précisément celle que nous avons reconnue dans les cordons foliaires des Cordaïtes; la partie centrifuge, il est vrai, est généralement très peu développée, mais cela peut tenir à un caractère appartenant en propre à ces feuilles, et aussi à ce que les éléments de la zone cambiale ont été presque toujours détruits pendant la pétrification.

Dans les Cycadées actuelles, le cordon foliaire est tantôt accompagné d'une gaine protectrice, tantôt il en est dépourvu. Dans les feuilles de Cordaïtes, précédemment décrites, sa présence paraît constante; l'état de conservation n'a pas permis de reconnaître s'il y avait des cellules grillagées, bien difficiles à distinguer, des cellules à parois poreuses, si fréquentes dans les fossiles.

Le tissu hypodermique forme à la face supérieure des feuilles de Cycadées une couche continue, tandis que dans celles de Cordaïtes, il se présente sous la forme de bandes séparées, accompagnant toujours, au-dessus et au-dessous, le cordon foliaire, se dédoublant aussi quand le cordon se divise lui-même en deux branches, et dans quelques espèces nous avons vu que des bandes secondaires pouvaient exister en nombre variable entre les premières. C'est à la présence de ces bandes ainsi séparées qu'est due, la facilité avec laquelle ces feuilles se déchiraient en long, et l'aspect fissuré qu'elles présentent souvent à l'état d'empreinte.

Les canaux à gomme sont fréquents dans les feuilles des Cycadées. Dans toutes les feuilles de Cordaïtes que j'ai étudiées ces canaux manquent; quelquefois, on rencontre des cellules superposées, remplies d'une matière foncée, mais elles ne forment pas de conduit continu, et on ne peut affirmer que la substance qu'elles renfermaient ait été soit de la gomme, soit de la résine.

Quoi qu'il en soit des différences que je viens de signaler, les

analogies entre les feuilles de Cordaïtes et celles des Cycadées, portant sur des caractères de premier ordre, on peut admettre que les rapports existant entre ces deux groupes de plantes, et que nous avons signalés à propos de leur bois et de leur écorce, se sont affirmés encore davantage par l'étude comparée des feuilles.

Les fleurs des Cycadées sont dioïques apérianthées.

On ne sait pas encore si les fleurs unisexuées des Cordaïtes étaient monoïques ou dioïques; la présence simultanée des cônes mâles et des cônes femelles dans les mêmes fragments pourrait peut-être faire supposer qu'elles étaient monoïques. Mais la disposition des fleurs femelles dans les régimes de ces dernières plantes, est tout à fait différente, comme nous l'avons vu, de celle qu'affectent les fleurs femelles, plongées dans le tissu des feuilles charnues des *Cycas* ou des strobiles des *Zamiées*.

Dans les Cycadées vivantes, le pollen formé de très petits grains, ayant 0,^{mm}03 de diamètre, unicellulaires, est contenu dans des anthères placées à la face inférieure de bractées disposées en forme de cônes; dans les Cordaïtes, au contraire, les grains volumineux atteignant 0^{mm},12 et pluricellulaires, sont renfermés dans trois ou quatre loges supportées par un filet, et les fleurs mâles sont séparées et distinctes à la surface des cônes.

Les graines des Cordaïtes sont orthotropes, avec nucelle dressé dont le sommet correspond au micropyle; ce nucelle est toujours surmonté d'une chambre pollinique; à sa base, comme on se le rappelle, le faisceau chalazien se divise, d'une part, en deux branches latérales qui montent dans le plan principal de la graine, à travers les téguments, jusque vers le micropyle, d'autre part, s'épanouit en forme de cupule vasculaire, dont les ramifications atteignent le tiers de la hauteur du nucelle. Les deux téguments qui protègent la graine sont, l'un dur et coriace, l'autre, plus externe, épais et charnu. Les graines de *Cycas* offrent également un nucelle dressé avec chambre pollinique, des branches vasculaires, dont deux s'élèvent latéralement dans les téguments, et la troisième s'étale en forme de coupe à la base du nucelle. On y rencontre aussi les deux téguments protecteurs : l'un dur, l'autre charnu.

Comme on le voit, s'il y a des différences dans la disposition des organes reproducteurs des Cycadées et des Cordaïtes, il y a dans leur constitution des analogies frappantes qui conduisent encore à rapprocher ces deux groupes.

La conclusion que nous pouvons tirer de l'étude sommaire qui précède sur la structure anatomique de ces plantes fossiles, c'est que, par les traits fondamentaux de leurs organes végétatifs et reproducteurs, les Cordaïtes appartiennent à l'ordre des Cycadées, dans lequel ils forment une famille distincte. Les tiges que nous avons comprises sous le nom des *Cycadoxylon*, serviront probablement de lien entre la famille des Cycadées actuelles et celle des Cordaïtes; cette dernière, au contraire, est reliée aux Conifères vivantes par les Dory-Cordaïtes et les Poa-Cordaïtes. En effet, le bois des Poa-Cordaïtes, que nous connaissons, ne diffère pas sensiblement du bois de certaines Taxinées; l'étude de leurs feuilles et de leurs graines permettra de décider si ces plantes se rattachent complètement aux Conifères, ou bien si elles n'en ont de commun que le bois, se rapprochant des Cordaïtes, au contraire, par la structure de leur graine et de leur feuillage.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Dans les pages qui précèdent, j'ai essayé de démontrer que l'existence de *certaines* Prototypes végétaux, regardés comme réunissant les caractères de deux classes ou de deux embranchements, ne devait être admise qu'avec la plus grande réserve.

En rappelant la structure des *Calamites*, des *Asterophyllites* et celle des *Sphenophyllum*, j'ai fait remarquer que si on adoptait l'opinion de M. Stur, à savoir : que des tiges de *Calamites*, ont pu porter, en même temps, des rameaux d'*Astérophyllites* et des rameaux de *Sphénophyllum*, ce serait reconnaître qu'une tige d'*Equisétacée* serait capable de porter à la fois, d'une part, des rameaux et des fructifications d'*Equisétacée*, et de l'autre, des

rameaux et des fructifications de Rhizocarpées. Peu de botanistes admettront la possibilité d'une telle association.

L'étude plus complète de la structure des *Stenzelia elegans*, *Myelopteris radiata*, etc., qui sont simplement des pétioles de fougères de la famille des Marattiées, fait tomber l'hypothèse de M. Göppert qui regardait ces fossiles comme représentant tout à la fois, à l'époque houillère, l'embranchement des Cryptogames et celui des Phanérogames réunis dans un même individu.

L'anatomie du cylindre ligneux et des cordons foliaires, des Lépidodendrons, faite sur le *L. rhodumnense*, le *Lomatophloios crassicule*, le *L. Harcourtii*, a montré que dans ces plantes le bois, toujours simple, avait un accroissement centripète, que les cordons foliaires naissaient au point de contact de deux des faisceaux vasculaires disposés en cercle à la périphérie du cylindre ligneux, de plus, qu'un cordon foliaire, lorsque ses éléments spiralés étaient encore visibles, présentait ces derniers en deux points distincts, placés à droite et à gauche de la section faite à une distance suffisamment grande du point d'origine du cordon.

Le bois des Lépidodendrons est toujours peu considérable, comparativement à l'écorce ; cette dernière seule pouvait, en s'accroissant, augmenter le diamètre de la tige.

Le bois des Sigillaires et des Poroxyllées est, au contraire, formé de deux zones distinctes, l'une à accroissement : centripète, prenant plus ou moins de développement suivant les familles, et disposée sans ordre ; l'autre, offrant un accroissement centrifuge, dont les éléments sont ordonnés en séries rayonnantes, séparées par des lames cellulaires. Le cylindre ligneux exogène, ainsi que, l'écorce concourent par leur accroissement continu et simultané à l'augmentation du diamètre de la tige.

Les cordons foliaires, observés dans le *S. elegans* et le *S. spinulosa*, sont formés de deux parties différentes : l'une dont l'accroissement est centripète, l'autre chez lequel le développement est centrifuge, réunies, par leurs éléments spiralés, dans un plan vertical passant par l'axe de

la tige. Leur origine est toute différente de celle que nous avons constatée pour les cordons foliaires des Lépidodendrons.

En dépouillant une Sigillaire de toute sa partie ligneuse exogène, on ne retrouverait pas une tige de Lépidodendron, comme cela devrait être, si, d'après la manière de voir de M. Williamson, les Sigillaires représentaient l'état adulte de ces derniers.

L'existence d'un groupe de plantes offrant à leur partie centrale la structure des Lépidodendrons, et à leur périphérie celle des Gymnospermes, n'est pas suffisamment établie pour qu'on doive admettre que certaines Lycopodiacées de l'époque houillère aient possédé, contrairement à tout ce qui existe maintenant, une zone génératrice fonctionnant exactement comme celle des Dicotylédones gymnospermes; d'autant plus qu'il suffit de reconnaître que les Cycadées de la Flore carbonifère ont dû posséder dans leur complet développement, l'organisation des faisceaux ligneux que les Cycadées actuelles ont conservée seulement dans leurs feuilles, pour se rendre compte de toutes les apparences lépidodendroïdes signalées dans les Sigillaires et les Poroxyloées.

J'ai démontré I^o que le genre *Sigillariopsis* constituait un groupe intermédiaire entre les Sigillaires représentés par les genres *Favularia*, *Leiodermaria* et les Cordaïtes; I^o que les Poroxyloées semblent former, par la disposition de leur bois endogène, une série parallèle à celle qui est représentée par les *Sigillaria*, les *Diploxylon* et le *S. vascularis*, mais qu'elles s'en distinguent, par leur bois exogène, formé uniquement de fibres ponctuées, et par la rareté de leurs feuilles.

Les Cordaïtes, par le développement de leur moelle, la constitution de leur bois et celle de leur écorce, se rapprochent davantage des Cycadées actuelles que des Conifères: Si le mode de groupement des fleurs mâles et des fleurs femelles est quelque peu différent et rappelle, dans une certaine mesure, l'organisation des fleurs mâles des Gnétacées, et la disposition des bourgeons femelles de quelques Taxinées, la structure des feuilles et des graines offre, au contraire, la plus grande analogie avec celle des mêmes organes, considérés dans les Cycadées, ce qui

nous porte à ranger les Cordaïtes comme famille indépendante, dans la classe des Cycadinées; cependant nous offrant déjà dans son mode d'inflorescence, quelques signes précurseurs de l'apparition des Conifères.

Les *Poa-Cordaïtes* dont les feuilles sont linéaires, beaucoup plus étroites que celles des vrais Cordaïtes, et dont le bois ne diffère pas sensiblement de celui de quelques Taxinées, relieront plus étroitement cette famille à celle des Conifères.

Les Cordaïtes ont fourni dans leur pollen un exemple remarquable de division cellulaire de l'intine, exagération de ce que l'on rencontre actuellement dans le pollen de quelques Abiétinées.

Cette division, beaucoup plus marquée dans quelques pollens appartenant à d'autres plantes gymnospermes, telles que les *Arthropitys*, *Calamodendron*, etc., et qui s'accomplissait en grande partie dans l'intérieur de la chambre pollinique, explique l'importance physiologique de cette cavité de la partie supérieure du nucelle, que l'on retrouve dans toutes les graines silicifiées d'Autun et de Saint-Etienne.

| | |
|---|-----|
| Poroxyton Duchartrei B. R. | 276 |
| Tableau de la structure comparée des tiges des Sigillaires et des Poroxytées. | 279 |
| Comparaison de la structure des tiges de Lepidodendrons et de Sigillaires. | 280 |
| 2 ^{me} Section. — Groupe A. — Cycadoxytées | 282 |
| Cycadoxyton Freymi B. R. | 283 |
| Groupe B. — Cordaïtées. | 285 |
| Moelle des Cordaïtes. | 285 |
| Bois. | 288 |
| Écorce. | 290 |
| Racines. | 294 |
| Feuilles | 295 |
| Fleurs des Cordaïtes. | 304 |
| Cordaïanthus Penjoni B. R. | 306 |
| Cordaïanthus Saportanus B. R. | 308 |
| Pollen. | 308 |
| Fleurs femelles. | 311 |
| Cordaïanthus Williamsons B. R. | 312 |
| Cordaïanthus Grand'Euryi B. R. | 314 |
| Cordaïanthus Lacattii, B. R. | 315 |
| Cordaïanthus Zeilleri B. R. | 317 |
| Affinités botaniques des Cordaïtes. | 317 |
| Conclusions générales. | 323 |

PLANCHES

- Planches 10 Lépidodendron Rhodumnense B. R.
 11 Lépidodendrons et Sigillaires.
 12 Sigillaires Sigillariopsis B. R.
 13 Poroxyton Boysseti B. R.
 14 Poroxyton Duchartrei, Cycadoxyton Freymi B. R.
 15 Rameaux, écorce, racines de Cordaïtes.
 16 Feuilles, fleurs mâles de Cordaïtes.
 17 Fleurs mâles et fleurs femelles de Cordaïtes.
-

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 10.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Lepidodendron Rhodumnense*, grossie 10 fois.

Au centre *a*, se trouve un axe entièrement vasculaire, formé de vaisseaux scalariformes; à la périphérie, on voit onze petites saillies *a'* produites par les faisceaux vasculaires qui envoient des cordons aux feuilles.

b. Gaine protectrice qui environne l'axe ligneux.

h. Espace situé entre l'axe et l'écorce, occupé par un tissu lacuneux, presque toujours détruit.

c. Couche interne de l'écorce, formée de cellules à sections rectangulaires, disposées régulièrement. C'est probablement cette couche qui, dans les vieilles tiges, prend l'accroissement considérable qui sera décrit plus loin.

d. Couche externe fibreuse, composée de cellules allongées, à parois épaisses et résistantes. Cette partie de l'écorce offrait une grande solidité.

e. Faisceau vasculaire parcourant l'écorce presque horizontalement et se dirigeant vers une feuille.

f. Feuille dont la base a été rencontrée par la section transversale.

En *g*, on voit la trace du faisceau vasculaire unique, qui la parcourait suivant sa longueur.

f' f'. Sections transversales de feuilles placées en spirale le long du rameau, et coupées à différentes hauteurs.

Fig. 2. — Coupe longitudinale du même rameau, grossie 10 fois.

a. Axe ligneux, complètement vasculaire, formé de vaisseaux scalariformes. Les plus gros occupent la partie centrale.

b. Gaine protectrice du faisceau.

c. Couche cellulaire formant la partie conservée la plus interne de l'écorce.

h. Espace occupé probablement par un parenchyme lacuneux, étoilé, que l'on trouve quelquefois conservé dans certaines parties de la plante, telles que l'axe des cônes qui portent les fructifications.

d. Couche externe de l'écorce formée de cellules prosenchymateuses.

e. Faisceaux vasculaires, allant de la circonférence de l'axe ligneux vers les feuilles, en suivant une direction presque horizontale. C'est à cette particularité qu'est dû le maintien de l'axe ligneux au centre de la tige, malgré la disparition du tissu qui le séparait de l'écorce.

f. Section longitudinale de quelques feuilles encore attachées au rameau.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une portion de l'axe ligneux grossie 120 fois.

a. Partie centrale de l'axe ligneux, composée de gros vaisseaux scalariformes. Ceux de la périphérie ont un diamètre plus petit.

a'. Section transversale, des faisceaux vasculaires au nombre de onze, qui sont placés à la circonférence du cylindre ligneux, et d'où partent les cordons qui vont aux feuilles.

b. Gaine protectrice, entourant le cylindre ligneux.

Fig. 4. — Coupe longitudinale, montrant en *a* les vaisseaux scalariformes, qui forment le cylindre ligneux sans aucune trace de tissu cellulaire interposé.

a'. L'un des faisceaux vasculaires placés à la circonférence du cylindre ligneux. Ce faisceau est formé de vaisseaux scalariformes de petit diamètre, et envoie un cordon vasculaire *f* vers une feuille.

b. Gaine protectrice du cordon foliaire.

Fig. 5. — Section transversale d'une feuille très près de son point d'insertion. Sa forme, jusqu'à un certain point, rappelle celle du *Lepidodendron Tetragonum*. Au centre *g*, on voit la trace laissée par le passage du faisceau vasculaire.

Fig. 6. — Coupe transversale d'une portion de tige de *Lepidodendron Rhodumnense* en grandeur naturelle.

a. Axe ligneux, complètement formé de vaisseaux scalariformes allant en diminuant de diamètre du centre à la circonférence. A l'extérieur, on remarque les saillies *a'*, formées par les faisceaux vasculaires qui émettent des cordons foliaires.

d, d', d''. Couches concentriques de tissu prosenchymateux et subéreux, formant la partie la plus considérable de l'écorce. La portion la plus externe avait disparu.

Fig. 7. — Portion de l'axe ligneux, prise à la périphérie, et coupée transversalement, grossie 35 fois.

a. Cylindre ligneux, formé de gros vaisseaux scalariformes.

a' a'. Faisceaux vasculaires, placés en grand nombre à la périphérie, et d'où partent les cordons foliaires.

Fig. 8. — Coupe longitudinale d'une portion de la même tige, même grossissement.

o. Lacune ou déchirure centrale, sans aucune trace de tissu cellulaire.

a, a. Partie centrale du cylindre ligneux.

De *l* à *l'*, les vaisseaux scalariformes vont en diminuant de diamètre.

Fig. 9. — Coupe transversale d'une partie de l'écorce prise en *d''* (figure 6) montrant le réseau *m* formé par les anastomoses des lames de tissu prosenchymateux, et les mailles de ce réseau remplies par un tissu lâche, composé de cellules allongées, prismatiques, dont le grand axe est dirigé perpendiculairement au plan des lames. Là où les anastomoses de ces dernières s'effectuent, les cellules sont plus incrustées et plus noires *n*; il en résulte l'aspect de lames concentriques, alternativement plus ou moins foncées, offert par la figure 6 de *d* à *d'''*.

Fig. 10. — Coupe transversale d'une partie plus interne de l'écorce. Les mailles *m'* formées par le réseau prosenchymateux *m*, sont moins larges, mais plus allongées dans le sens du rayon, que dans le cas précédent.

Fig. 11. — $\frac{35}{1}$ Coupe radiale et longitudinale, passant par les lames *m, m* et une maille du réseau *m'*. Les cellules de ce réseau sont, comme on voit, polygonales sur une section perpendiculaire à leur grand axe.

Les cellules *m*, allongées dans le sens longitudinal sont disposées avec ordre, par séries radiales, et ne diffèrent en rien de celles qui forment la partie correspondante de l'écorce du *Sigillaria Spinulosa*.

Fig. 12. — Coupe transversale de l'écorce prise en *d* (figure 6). Dans cette partie profonde de l'écorce, le tissu prosenchymateux ne forme plus de réseau.

Fig. 13. — Coupe tangentielle, prise dans cette dernière partie de l'écorce.

Fig. 14. — Coupe tangentielle faite dans la région *d''*, *d'''* de l'écorce.

m. Lames prosenchymateuses *m'* cellules polyédriques, allongées transversalement qui remplissent les mailles du réseau.

Fig. 15. — Coupe transversale d'une bractée supportant les microsporangés, grossie $\frac{20}{1}$.

Fig. 16. — Coupe transversale d'un microsporangé, dirigée perpendiculairement au grand axe de ce dernier, grossie $\frac{10}{1}$.

i. Enveloppe du microsporangé.

s. Partie inférieure de l'enveloppe du microsporangé où s'effectuait la déhiscence.

mi. Microspores.

Fig. 17. — En *x*, on voit un groupe de trois microspores. La quatrième qui, avec celles-ci, forme la tétrade n'a pas été figurée.

En *v*, une microspore isolée, grossie $\frac{100}{1}$.

Fig. 18. — Microspore grossie 20 fois. *r*, enveloppe épaisse et résistante de la macrospore.

t. Cavité surmontée d'un petit canal, permettant l'entrée des microspores? Quelques macrospores ont laissé voir des microspores qui avaient pénétré en *t*. *x*, Microspore vue avec le même grossissement.

u. Tissu intérieur de la macrospore quelquefois conservé.

Fig. 19. — Portion de macrospore grossie 100 fois.

r. Enveloppe dure et coriace de la macrospore.

u. Membrane cellulaire plus interne.

s. Cellules-mères à différents états de développement devant donner naissance à une ou plusieurs macrospores?

PLANCHE 11.

Fig. 1. — Coupe transversale d'une portion du cylindre ligneux du *Lepidodendron Harcourtii*, grossie $\frac{20}{1}$.

a. Cylindre ligneux, limitant une moelle centrale, non figurée, et formé de vaisseaux scalariformes.

a'. Faisceaux vasculaires, disposés en cercle à la périphérie du cylindre ligneux, et envoyant des cordons vasculaires *a''* vers les feuilles.

a''. Faisceaux vasculaires se dirigeant vers les feuilles.

Fig. 2. — Coupe transversale d'un cordon foliaire pris très près de l'axe ligneux, les éléments les plus fins du faisceau paraissent confinés au centre en *tr*. Gros. $\frac{100}{1}$.

Fig. 3. — Coupe transversale d'un cordon foliaire. Pris à une certaine distance de l'axe ligneux, il s'est aplati transversalement, et les éléments les plus déliés *tr*, *tr.*, paraissent former deux groupes à droite et à gauche du faisceau.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un cordon foliaire, coupé un peu obliquement, et pris dans le parenchyme cortical, gros. $\frac{100}{1}$.

a. Partie médiane du faisceau formée de gros vaisseaux scalariformes à droite et à gauche. En *tr*, *tr.* on voit des éléments plus fins, rayés et annelés. *m* Parenchyme cortical.

Fig. 5. — Coupe longitudinale du même faisceau, grossie $\frac{100}{1}$.

a. Vaisseaux scalariformes de la partie médiane.

tr, tr. Éléments annelés ou spiralés des parties latérales.

Fig. 6. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Lepidodendron* recueilli aux environs de Manchester, gros. $\frac{10}{1}$.

a'. Cylindre ligneux, entourant une moelle centrale. Son diamètre ne dépasse pas $\frac{1}{2}$ millimètre.

a'. Faisceaux vasculaires, disposés à la périphérie et envoyant des cordons foliaires *a'* vers les feuilles.

d. Ecorce fibreuse, résistante, traversée par les faisceaux foliaires.

f. Feuilles rencontrées par la section.

Fig. 7. — Portion du cylindre ligneux du même, les éléments les plus fins sont à l'extérieur, gros. $\frac{100}{1}$.

a'. Faisceaux disposés à la périphérie du cylindre ligneux et envoyant des cordons vasculaires *a''* aux feuilles.

a'''. Coupe transversale d'un cordon foliaire prise dans l'épaisseur de l'écorce.

m. Parenchyme cortical.

Fig. 8. — *Lomatophloios crassicaule*. Corda, gros. $\frac{100}{1}$.

a. Portion du cylindre ligneux, formé de vaisseaux scalariformes.

a'. Faisceaux vasculaires, placés à la périphérie du cylindre ligneux et émettant les cordons foliaires *a''*, *a''*.

Fig. 9, 10 et 11. — Trois coupes transversales, faites à des hauteurs différentes du parcours d'un cordon foliaire.

Fig. 9. — *a.* Cylindre ligneux *a'* *a'* faisceaux vasculaires; tangents au cylindre ligneux, et cordons foliaires, non encore séparés *a''* un cordon foliaire, qui a pris naissance à une certaine distance au-dessous.

Fig. 10. Section faite un peu plus haut que la précédente. L'un des faisceaux *a'* s'est séparé en deux branches *a'_1* *a'_1* et dans l'intervalle, on voit le cordon foliaire *a*, qui s'est formé; dans la figure 11, ce dernier devient encore plus distinct et va se séparer de l'axe ligneux.

La figure 12, en partie schématique, montre en A, B et C les trois hauteurs auxquelles correspondent les coupes précédentes.

a. Cylindre ligneux.

A. Faisceau vasculaire extérieur du cylindre ligneux, résultant de la soudure de deux faisceaux voisins. Un peu plus haut, ils se séparent et abandonnent le cordon foliaire *a''*, qui lui-même s'écarte de l'axe ligneux pour se porter dans les feuilles.

Fig. 13. — Coupe transversale d'une portion du cylindre ligneux du *Sigillaria elegans*, gros. $\frac{20}{1}$.

c, c. Coins de bois, en contact immédiat d côté de l'axe avec les faisceaux médullaires *b, b.* ceux-ci ont, comme on sait, un accroissement limité, en direction centripète; les coins ligneux, au contraire, ont un accroissement illimité, mais en direction centrifuge.

a'_1 *a''_2*, *a'''_3*. Trois cordons foliaires coupés à des hauteurs différentes de leur parcours et qui prennent naissance dans la région commune aux coins ligneux et aux faisceaux médullaires.

a'' *a''*. Section transversale, triangulaire, de cordons foliaires, dégagés du cylindre ligneux.

Fig. 14. — Section transversale d'un cordon foliaire, montant dans l'écorce. Les éléments les plus fins *tr* sont réunis vers la partie extérieure du faisceau, gros $\frac{50}{4}$.

m. Parenchyme cortical qui affecte une disposition rayonnante autour du faisceau.

Fig. 15. — Coupe longitudinale, radiale, faite au milieu d'un coin ligneux du *Sigillaria elegans*, gros. $\frac{20}{4}$.

c. Fibres ligneuses dont les faces latérales sont rayées.

rm. Rayons médullaires.

b. Faisceau vasculaire médullaire, à accroissement centripète.

a', a'. Cordons foliaires qui prennent naissance dans la région *d* commune, au cylindre ligneux et aux faisceaux médullaires. C'est dans cette région que l'on rencontre des éléments les plus déliés et spiralés. Le faisceau foliaire se renfle en montant dans le parenchyme cortical et à une certaine tendance à se dédoubler *u*.

Fig. 16. — Portion du faisceau foliaire, prise en *u* (figure 15). On voit qu'il est formé de deux parties celle de droite *a* est uniquement formée de vaisseaux ou de fibres rayées, celle de gauche renferme quelques cellules *rm* mélangées aux fibres rayées et qui sont les traces de rayons médullaires.

Fig. 17. — Coupe longitudinale, radiale, faite dans la région moyenne d'un coin de bois du *Sigillaria spinulosa*, gros. $\frac{40}{4}$.

m. Moelle.

b. Faisceaux, vasculaires médullaires.

c. Fibres ligneuses du bois, dont les parois latérales sont rayées.

a'. Un cordon foliaire qui a son origine dont la partie commune, au bois et au faisceau médullaire.

Fig. 18. Coupe tangentielle, faite dans le bois du *Sigillaria spinulosa* et rencontrant obliquement un faisceau foliaire, gros. $\frac{35}{4}$.

c. Fibres ligneuses, vues par leurs faces antérieures et postérieures.

rm. Rayons médullaires principaux.

r'm'. Rayons médullaires secondaires.

am. Partie supérieure du cordon foliaire qui va se souder au faisceau vasculaire de la moelle.

ab. Partie inférieure du même cordon et qui est en rapport avec le cylindre ligneux.

Fig. 19. — Coupe tangentielle, faite plus extérieurement que la précédente dans le bois du *Sigillaria spinulosa*, gros. $\frac{35}{4}$.

rm. Rayons médullaires principaux.

am. Portion du cordon foliaire, se soudant avec un faisceau médullaire.

ab. Portion du cordon foliaire en contact avec le cylindre ligneux. Dans la partie commune, on remarque les éléments les plus fins du faisceau *tr*.

Fig. 20. — Coupe transversale d'un cordon foliaire, faite dans son parcours à travers la couche parenchymateuse de l'écorce du *Sigillaria spinulosa*, gros. $\frac{40}{4}$.

tr. Éléments les plus fins du faisceau.

Fig. 21. — Figure schématique, indiquant l'origine des cordons foliaires.

b. Faisceaux vasculaires de la moelle. Quatre, sur cinq coins ligneux ont été enlevés pour mettre en évidence ces faisceaux médullaires.

a'. Cordons foliaires qui partent de la région commune aux coins de bois et aux faisceaux médullaires, empruntant des éléments à ces deux régions du cylindre ligneux.

- a''*. Traces extérieures des cordons foliaires.
rm. Rayons médullaires primaires.
c. Coins ligneux en même nombre que les faisceaux vasculaires médullaires.

PLANCHE 12.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un faisceau vasculaire, se dirigeant vers une feuille. La section qui renferme ce faisceau est tangentielle et prise dans l'épaisseur de la partie prosenchymateuse de l'écorce du *Sigillaria spinulosa*, gros. $\frac{35}{1}$.

- a*. Vaisseaux disposés sans ordre, et qui forment la partie centripète du cordon foliaire.
b. Vaisseaux rayés qui composent la partie extérieure ou centrifuge du même. Ils sont disposés en séries rayonnantes.
d. Région intermédiaire formée de cellules à parois minces, au milieu desquelles on distingue quelques fins éléments rayés ou spiralés.
e. Cellules cambiformes.
f. Cellules allongées, formant la gaine du faisceau.
g. Coupe tangentielle des cellules prosenchymateuses de la partie profonde de l'écorce.

Fig. 2. — Coupe longitudinale, radiale, d'un faisceau vasculaire, se rendant à une feuille.

- a*. Partie supérieure ou centripète du cordon foliaire.
b. Partie inférieure ou centrifuge.
d. Région intermédiaire occupée par des cellules à parois minces au milieu desquelles on distingue quelques cellules rayées ou spiralées.
e. Cellules cambiformes de la partie inférieure du faisceau.
f. Cellules allongées de la gaine protectrice.
g. Coupe radiale des cellules prosenchymateuses de l'écorce.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une petite racine de *Sigillaire* qui était en dépendance avec un fragment de *Stigmaria*, gros. $\frac{40}{1}$.

- a*. Partie vasculaire centrale, en forme d'étoile à trois rayons légèrement déformée et constituant le bois primaire de la racine.
c. Bois secondaire disposé en séries rayonnantes, séparées par des rayons cellulaires.
m. Rayons cellulaires.
d. Faisceaux vasculaires en forme de coins. Les éléments les plus petits sont tournés vers la pointe qui regarde le centre de la racine; ces nombreux faisceaux vasculaires se portaient vers les radicules.

Fig. 4. — Coupe longitudinale, faite dans le bois secondaire de la racine, gros. 35 fois.

- a*. Fibres rayées composant le bois secondaire.
m. Rayons cellulaires.

Fig. 5. — Coupe tangentielle, faite également dans le bois secondaire, gros. $\frac{35}{1}$.

- a*. Fibres rayées sur toutes leurs faces composant le bois.
m. Rayons cellulaires assez peu élevés en hauteur et composés de deux ou trois rangs de cellules en épaisseur.

d. L'un des faisceaux traversant le bois et se dirigeant vers l'une des radicelles, le haut de la figure correspond à la partie de la coupe la plus rapprochée du fragment de *Stigmaria*.

Fig. 6. — Coupe transversale d'une jeune feuille de *Sigillaire*, gros. $\frac{20}{1}$.

a. Partie centripète du faisceau foliaire.

b. Partie centrifuge.

ep. Epiderme.

Fig. 7. — Portion d'épiderme de la même, gros. $\frac{100}{1}$.

ep. Cellules de l'épiderme.

st. Stomates.

Fig. 8. Coupe transversale d'une autre feuille de *Sigillaire* 1 1/2 de la grandeur naturelle.

a. Faisceau vasculaire de la feuille.

Fig. 9. — a. Faisceau vasculaire de la même plus fortement grossi.

b. Portion centrifuge du cordon foliaire.

Fig. 10. — Coupe transversale d'une portion de tige de l'*Anabathra pulcherrima* de Witham, gros. $\frac{15}{1}$.

a. Portion du cylindre ligneux endogène, formé de vaisseaux rayés les plus petits sont en *d*, au contact du cylindre ligneux extérieur. Ils sont disposés sans ordre, et ne renferment aucune trace de tissu cellulaire interposé.

b. Cylindre ligneux extérieur à accroissement centrifuge. Les fibres rayées sont disposées en séries rayonnantes.

m. Moelle ou tissu conjonctif.

Fig. 11. — Coupe longitudinale radiale du cylindre ligneux, gros. $\frac{100}{1}$.

b. Fibres ligneuses rayées, dont le diamètre est d'environ 0^{mm},1.

m. Rayons cellulaires.

Fig. 12. — Coupe tangentielle d'une portion du même échantillon, gros. $\frac{100}{1}$.

b. Fibres rayées.

m. Rayons cellulaires.

Fig. 13. Coupe transversale d'un fragment de tige de *S. vascularis*, gros. $\frac{35}{1}$.

a. Fibres ligneuses rayées, de la partie centrale à accroissement centripète, de l'axe ligneux.

m. Tissu médullaire interposé entre ces vaisseaux.

d. Partie commune au bois interne et au bois externe, occupée par les éléments les plus fins des deux parties.

b. Fibres ligneuses rayées, disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons cellulaires, composant le bois extérieur.

Fig. 14. — Coupe longitudinale radiale, faite dans le même échantillon, gros. $\frac{35}{1}$.

a. Bois endogène central non disposé en série rayonnante.

m. Tissu cellulaire intercalé entre les vaisseaux scalariformes dispersés dans la moelle.

b. Bois exogène extérieur, formé de fibres rayées.

d. Eléments rayés, plus fins, intermédiaires.

Fig. 15. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Sigillariopsis Decaisnei* entouré encore d'un certain nombre de feuilles, gros. $\frac{2}{1}$.

m / d / e /

b. Anneau ligneux.

f, f. Feuilles rencontrées par la section à différentes hauteurs.

Les plus extérieures coupées vers la pointe, sont triangulaires comme les feuilles de Sigillaires; vers l'intérieur, le limbe s'élargit un peu, sans toutefois, prendre un grand développement, il reste épais et charnu.

Fig. 16. — Portion du cylindre ligneux, gros. 20 fois.

b. Cylindre ligneux formé de fibres, disposées en séries rayonnantes.

a. Faisceaux vasculaires à développement centripète assez mal conservés.

Fig. 17. — Coupe longitudinale de l'un des coins ligneux, gros. $\frac{35}{1}$.

tr. Eléments spirales de la partie commune au bois endogène et au bois exogène.

a. Faisceau médullaire à accroissement centripète.

b. Eléments rayés de la partie interne du cylindre exogène.

b'. Eléments ponctués, placés en petit nombre à l'extérieur du cylindre ligneux.

Fig. 18. Coupe transversale d'une feuille de *Sigillariopsis*, faite dans la partie la plus large du limbe, gros. $\frac{20}{1}$.

Au centre de la feuille, on voit deux faisceaux vasculaires *g.*

a. Partie triangulaire du cordon foliaire à accroissement centripète. La partie supérieure de la feuille est tournée vers le haut de la figure.

b. Partie du cordon foliaire recourbée en arc, présentant les restes de la portion centrifuge du cordon.

g. Gaine protectrice du faisceau.

f. Couche de cellules à parois ponctuées.

l. Deux amas de cellules à parois poreuses, allongées dans le sens de la longueur de la feuille, peut-être en rapport avec les arcs latéraux qui bordent le faisceau vasculaire central des cicatrices de Sigillaires.

h. Faisceaux de cellules hypodermiques, ou libriformes.

ep. Epiderme.

Fig. 19. — Feuille coupée transversalement vers la pointe, gros. $\frac{20}{1}$. Dans cette partie il n'y a plus qu'un seul faisceau vasculaire.

a. Portion centripète du faisceau.

b. Portion centrifuge.

f. Couche de cellules à parois ponctuées.

h. Bandes de cellules hypodermiques ou libriformes.

PLANCHE 13.

Fig. 1. — Section transversale d'une feuille prise dans un autre échantillon de *Sigillariopsis*.

a. Portion centripète du faisceau, *b, g.* — Comme précédemment.

l. Agglomération de cellules à parois poreuses placée à droite et à gauche du faisceau.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une portion de feuille présentant deux faisceaux vasculaires. Un seul a été figuré, gros. $\frac{50}{1}$.

a. Portion centripète du cordon foliaire.

- b.* Portion centrifuge.
- g.* Gaine protectrice *l*, comme précédemment.
- f.* Couche de cellules à parois poreuses.
- d.* Cellules remplies de matière brune.
- h.* Hypoderme.

Fig. 3. — Coupe longitudinale perpendiculaire au limbe de la feuille et passant par un des faisceaux, gros. $\frac{70}{1}$.

a. Faisceau centripète formé de vaisseaux rayés et de quelques vaisseaux ponctués, *a'*.

tr. Vaisseaux spiralés.

b. Portion centrifuge du faisceau, formée de vaisseaux rayés avec quelques vaisseaux ponctués *b'*.

f. Cellules de la gaine protectrice.

p. Parenchyme extérieur de la face supérieure de la feuille, formé de cellules affectant une disposition en palissade.

h. Bandes hypodermiques.

Fig. 4. — Portion de la figure 3, prise en *l'* formée de cellules à parois poreuses.

Fig. 5. — Coupe transversale d'un jeune rameau du *Poroxydon Boysseti*, gros. $\frac{8}{1}$.

m. Moelle.

a, a. Faisceaux vasculaires à accroissement centripète.

b. Cylindre ligneux formé de fibres disposées en séries rayonnantes, séparées par des rayons cellulaires.

cg. Canaux à gomme disposés en cercle autour du cylindre ligneux.

p. Parenchyme cortical.

g. Canal à gomme isolé dans le parenchyme.

h. Couche hypodermique envoyant dans le parenchyme cortical des bandes plus ou moins épaisses.

Fig. 6. — Une portion du même rameau, gros. 20 fois.

a. Faisceau médullaire à accroissement centripète.

b. Fibres ligneuses disposées en séries rayonnantes.

rm. Rayons cellulaires séparant les fibres ligneuses.

Fig. 7. — Coupe radiale du cylindre ligneux, gros. $\frac{100}{1}$.

m. Moelle. Les cellules ont une section rectangulaire, allongée suivant l'axe.

a. Faisceau centripète.

b. Cylindre ligneux, à accroissement centrifuge, formé de fibres ligneuses d'un diamètre considérable $0^{\text{mm}},075$. Les ponctuations disposées sur quatre ou cinq rangs, ne sont représentées que par le réseau hexagonal résultant de la pression mutuelle de leurs bords.

rm. Rayon médullaire secondaire.

Fig. 8. — Coupe longitudinale radiale d'une partie de l'écorce. Même grossissement.

b. Une fibre du bois extérieur.

c. Cellules cambiformes.

cg. Canaux à gomme.

p. Parenchyme cortical.

Fig. 9. — Coupe longitudinale radiale d'une partie plus extérieure de l'écorce, vue avec le même grossissement.

p. Parenchyme cortical.

h. Cellules hypodermiques.

Fig. 10. — Coupe tangentielle du cylindre ligneux, gros. $\frac{100}{1}$.

b. Fibres ligneuses. On voit que les faces de ces fibres tournées du côté de l'axe, du rameau, et du côté de la périphérie, sont sans punctuations.

m. Rayons médullaires secondaires, composés de deux ou trois rangées de cellules en épaisseur, et très développés en hauteur.

Fig. 11. — Coupe transversale d'un pétiole appartenant à la même espèce, gros. $\frac{8}{1}$.

Au centre du pétiole se trouve le faisceau vasculaire se présentant sous la forme d'un arc concave en dessus.

a. Partie centripète du faisceau composée de vaisseaux rayés et ponctués, disposés sans ordre.

b. Bois extérieur à accroissement centrifuge.

c. Cellules cambiformes.

cg. Cercle de canaux à gomme, plus nombreux à la face externe du faisceau ligneux qu'à la face interne. Quelques-uns de ces canaux sont dispersés dans le parenchyme cortical.

p. Parenchyme cortical *m,m.* Lames cellulaires, divisant le faisceau du pétiole en quatre parties.

h. Tissu hypodermique, formant une couche continue à la surface du pétiole, et envoyant des prolongements dans l'intérieur du parenchyme sous-jacent.

Fig. 12. — Portion du même, vue avec un grossissement de $\frac{35}{1}$.

a. Portion du faisceau à accroissement centripète, disposée en lames sinueuses et plus ou moins contournées dans la partie médullaire du pétiole.

b. Bois extérieur, formé de fibres disposées en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires.

c. Cellules cambiformes.

cg. Canaux gommeux, coupés obliquement.

m. Partie médullaire du pétiole.

m'. Tissu cellulaire, interposé entre les lames vasculaires endogènes.

Fig. 13. — Coupe transversale de la partie externe de l'écorce, vue sous un grossissement de $\frac{35}{1}$.

p. Parenchyme cortical.

h. Tissu libriforme ou hypodermique, formant des lamelles ou des îlots isolés dans le parenchyme.

PLANCHE 14.

Fig. 1. — Coupe longitudinale radiale du pétiole précédent, vue sous un grossissement de $\frac{100}{1}$.

h. Cellules de la couche hypodermique inférieure, du pétiole.

p. Parenchyme.

cg. Canaux à gomme, coupés longitudinalement.

Fig. 2. — Suite de la coupe précédente, même grossissement.

b. Fibres ponctuées formant le tissu ligneux extérieur du faisceau, disposées en séries rayonnantes, et séparées par des rayons médullaires secondaires.

n. Rayons médullaires.

b'. Fibres rayées de la partie centrifuge du faisceau.

m. Moelle.

a'. Vaisseaux rayés de la partie centripète du faisceau, tournée vers l'extérieur.

a. Vaisseaux ponctués, formant la partie sinueuse et centripète du faisceau tourné vers l'intérieur.

Fig. 3. — Suite de la même coupe.

cg. Canal à gomme de la partie supérieure du pétiole.

p. Parenchyme cortical.

Fig. 4. — Coupe transversale du *Poroxyton Duchartrei*, gros. $\frac{8}{1}$.

m. Tissu conjonctif parcouru par de nombreux vaisseaux, d'un diamètre considérable, et groupés suivant des figures variées.

b. Cylindre ligneux extérieur, formé de fibres ponctuées, disposées en séries rayonnantes, et séparées par des rayons médullaires secondaires.

rm. Lames cellulaires, ou rayons médullaires épais qui séparent les coins ligneux.

f. Faisceau foliaire ?

Fig. 5. — Portion centrale du même échantillon, gros. $\frac{35}{1}$.

m. Tissu conjonctif.

a. Gros vaisseaux ponctués, isolés ou disposés par groupes dans le parenchyme médullaire.

a. Région commune au bois endogène et au bois exogène où l'on distingue quelques cellules rayées.

b. Cylindre ligneux, exogène, disposé en séries rayonnantes.

rm. Rayons médullaires.

Fig. 6. — Portion centrale d'un autre échantillon vue sous un grossissement de $\frac{50}{1}$. Les mêmes lettres désignent les mêmes parties.

rm. Rayons médullaires principaux, séparant les coins de bois.

Fig. 7. — Coupe transversale d'une portion d'écorce, gros. $\frac{35}{1}$.

p. Parenchyme cortical.

h. Tissu hypodermique.

La partie de l'écorce située du côté du bois, étant mal conservée, il n'a pas été possible de vérifier si elle contenait une couronne de canaux à gomme comme dans le genre précédent.

Fig. 8. — Coupe longitudinale d'une partie du rameau précédent, figurée avec un grossissement de $\frac{100}{1}$.

m. Tissu conjonctif, formé de cellules allongées.

a. Gros vaisseaux ponctués. Les ponctuations sont indiquées seulement par les contours hexagonaux des aéroles, disposées sur quatre à cinq rangées, à la face des vaisseaux.

tr. Vaisseaux spirales, placés entre la partie endogène et la partie exogène du cylindre ligneux, mais peu distincts.

b'. Fibres rayées de la partie interne du cylindre ligneux exogène.

b. Fibres ponctuées de la partie externe du même cylindre.

n. Rayons médullaires secondaires.

Fig. 9. Coupe transversale d'une portion de rameau ou d'une jeune tige de *Cycadoxylon Frémyi*, gros. $\frac{8}{1}$.

b. Lames ligneuses, rayonnantes, séparées par des bandes épaisses de tissu cellulaire, formant un premier cylindre ligneux extérieur, plus ou moins irrégulier.

c. Zone extérieure de récente formation.

b'. Couches ligneuses renfermées dans le premier cylindre et qui se sont développées dans le parenchyme médullaire de l'intérieur de la tige.

m. Parenchyme médullaire déchiré ou détruit.

rm. Bandes épaisses de tissu cellulaire séparant les lames ligneuses et formant des rayons de différentes épaisseurs.

cg. Canaux à gomme, distribués en assez grand nombre dans le parenchyme cortical.

l. Zone de l'écorce occupée par des cellules à parois poreuses, allongées dans le sens horizontal et tangentiel, quelquefois disposées bout à bout et simulant des portions de tubes concentriques.

Fig. 10. — Portion du cylindre ligneux grossie 20 fois.

b. Bandes ligneuses, formées de plusieurs lames de fibres disposées en séries rayonnantes.

rm. Rayons cellulaires, très épais, séparant les lames ligneuses.

Fig. 11. — $\frac{100}{1}$. Coupe radiale d'un coin de bois; *l*, fibres ligneuses; *rm*, rayons cellulaires.

Fig. 12. — Coupe tangentielle, faite dans un coin ligneux, vue sous un grossissement de $\frac{100}{1}$.

l. Fibres ligneuses, ponctuées sur les portions des parois qui sont en contact.

l'. Fibres ligneuses contournées.

Fig. 13. — Coupe tangentielle de l'intervalle de deux coins de bois, montrant le contournement des fibres ligneuses, encore plus accentué là où les lames cellulaires sont moins nombreuses.

Fig. 14. — Portion de la même coupe plus grossie $\frac{100}{1}$.

b. Fibres ligneuses dont les ponctuations sont surtout visibles à leurs points de contact.

n. Parenchyme cellulaire remplissant les mailles du réseau formé par les fibres ligneuses.

Fig. 15. — Coupe tangentielle, dirigée dans la partie extérieure de l'écorce et montrant la disposition des cellules à parois poreuses et dirigées suivant la circonférence.

cg. Canal à gomme.

Fig. 16. — Coupe radiale, faite dans l'écorce. Les cellules à parois poreuses sont coupées, perpendiculairement à leur grande direction, et se montrent sous la forme d'une ellipse.

cg. Cellules à gomme ? superposées et simulant des tubes verticaux.

PLANCHE 15.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un jeune rameau de *Cordaite*, gros. $\frac{10}{1}$.

a'. Intervalle compris entre deux diaphragmes de la moelle.

b. Portion de la moelle formant un cylindre continu, en rapport avec l'anneau ligneux et composé de parois poreuses.

c. Première zone ligneuse, offrant de dedans en dehors des vaisseaux spiralés, rayés, réticulés, les vaisseaux vasculaires des feuilles, partent de la région tournée vers la moelle.

d. Deuxième zone ligneuse formée de fibres à ponctuations aréolées.

f, f. Deux faisceaux vasculaires qui partent de l'intérieur du cylindre ligneux pour se porter au dehors.

g. Couche parenchymateuse corticale, offrant de nombreuses lacunes.

h. Zone parenchymateuse formée de cellules disposées régulièrement et qui semble prendre dans les vieilles tiges un grand accroissement.

i. Couche cellulaire dans laquelle on remarque des canaux à gomme *h*, et des îlots ou des lames rayonnantes de tissu hypodermique *k, k*, généralement accompagnés d'un canal *l*, placé sur les bords ou dans l'intérieur.

n. Faisceau ligneux, se dirigeant vers l'extérieur, à travers l'écorce.

m. Épiderme.

Fig. 2. — Coupe longitudinale d'un jeune rameau de Cordaite, gros. $\frac{10}{1}$.

a. Cloisons transversales formées par le déchirement de la partie centrale de la moelle qui n'a pas pu suivre l'accroissement du rameau en longueur. Les cellules des cloisons sont allongées transversalement.

a. Lacunes existant entre les diaphragmes de la moelle.

b. Portion du cylindre médullaire composée de cellules à parois poreuses, adhérentes au bois et qui a pu suivre son allongement.

c. Première zone ligneuse formée de vaisseaux spiralés, rayés et réticulés.

d. Fibres ligneuses à ponctuations aréolées, constituant la deuxième zone.

Fig. 3. — Portion de la moelle avec deux diaphragmes *a*, gros. $\frac{35}{1}$.

b. Cellules de la moelle disposées en séries rectilignes régulières et dont les parois sont poreuses.

c. Vaisseaux spiralés et rayés de la partie interne du cylindre ligneux.

Fig. 4. — Coupe longitudinale d'une portion de la moelle et du cylindre ligneux, gros. $\frac{100}{2}$.

b. Cellules de la moelle un peu plus hautes que larges à parois poreuses.

c. Vaisseaux rayés et spiralés. Les tours de spires se croisent dans certains de ces vaisseaux, soit à cause de deux spires distinctes, soit à cause du rapprochement des parois de deux vaisseaux contigus, laissant voir simultanément leur spirale intérieure.

e. Rayon médullaire séparant les fibres rayées.

é. Rayon médullaire séparant les fibres ponctuées.

d. Fibres à ponctuations aréolées. Le pore centrale a la forme d'une ellipse dans la fibre qui est à gauche, l'ellipse est plus allongée et établit un passage aux fibres rayées *e*.

d. Fibres à ponctuations aréolées croisées. Cet aspect est dû à la superposition de deux pores appartenant aux parois de deux fibres en contact.

Fig. 5. — Trois fibres ponctuées, gros. $\frac{250}{1}$, montrant leurs aréoles, se touchant par leur contour et simulant un réseau hexagonal, au centre se trouvent les ponctuations sous forme d'ellipses croisées *o*. Au bas de la figure, on voit quelques cellules des rayons secondaires dont les parois, du côté des fibres ligneuses, se trouvent percées d'ouvertures *é* variant en nombre et en grandeur.

Fig. 6. — Coupe tangentielle faite dans la deuxième zone ligneuse, montrant que les fibres ne portent pas de ponctuations sur leurs faces antéro-postérieures, et que les rayons *e* sont généralement simples sauf ceux qui correspondent aux rayons principaux *e*.

Les premiers sont composés de 3 à 5 rangs de cellules superposées, les seconds de 6 à 15.

Fig. 7. — Coupe transversale de l'écorce d'un jeune rameau, gros, $\frac{35}{4}$.

d. Cylindre ligneux.

d'. Portion du cylindre ligneux de dernière formation.

d''. Zone génératrice mal conservée,

g. Couche parenchymateuse de l'écorce remplie de lacunes *l*.

h. Zone formée de cellules disposées avec régularité, et susceptible de prendre un assez grand développement.

i. Parenchyme cortical renfermant des canaux à gomme isolés *l*, et des lames de tissu hypodermique, accompagnées également de canaux à gomme.

m. Epiderme.

Fig. 8. — Coupe transversale de grandeur naturelle, d'une portion d'écorce appartenant à une vieille tige de *Cordaite*.

d. Bois.

r. Couche cellulaire parenchymateuse.

s, *t*. Zones concentriques alternativement à cassure mate et brillante, de teinte plus claire et plus noire.

Fig. 9. — Coupe *tangentielle* un peu oblique, rencontrant une bande foncée et une bande plus claire, gros. $\frac{100}{4}$.

Ces bandes sont formées de tissu ligneux. Les fibres ont des ponctuations aréolées, placées sur les faces antérieures et postérieures des fibres, en relation avec des lames cellulaires disposées concentriquement. Ces lames sont formées de plusieurs rangées de cellules en épaisseur, la différence qui existe entre les bandes noires *s*, et celles qui sont un peu moins foncées *t*, tient à la prédominance dans les premières des lames cellulaires qui y sont plus nombreuses et plus épaisses que les fibres ligneuses; les fibres ligneuses l'emportent au contraire dans les secondes, sur les lames cellulaires.

Fig. 10. — Coupe longitudinale radiale de l'écorce, gros. $\frac{35}{4}$.

s, *t*. Zones alternativement plus claires et plus foncées. Les lames médullaires dominent dans la partie la plus foncée.

Fig. 11. — Coupe longitudinale tangentielle faite en *r* de la *fig. 8*. Du côté du bois, le parenchyme est formé de cellules irrégulières, inégales et différemment teintées.

Fig. 12. — Coupe longitudinale faite dans la même région près de la première zone concentrique *s*, gros. $\frac{35}{4}$. Au milieu du parenchyme, on aperçoit de longues cellules contournées *x* dont les parois sont couvertes de ponctuations, ce sont vraisemblablement des portions de fibres ligneuses de la première zone (la plus intérieure) qui s'en écarte plus ou moins et pénètre dans le parenchyme.

Fig. 13. — Coupe transversale d'une racine de *Cordaite*, gros. $\frac{10}{4}$.

d. Cylindre ligneux, sans moelle centrale.

d'. Zone génératrice mal conservée.

g. Parenchyme de l'écorce.

h. Couche subéreuse épaisse. La partie plus foncée de cette zone est probablement la région où se formaient les couches de liège.

L'écorce produit autour de la racine une enveloppe sinueuse et contournée.

Fig. 14. — Portion de l'écorce plus grossie $\frac{35}{1}$.

h. Zone génératrice du suber. — *h'*. Couches subéreuses disposées en lames rayonnantes.

Fig. 15. — Partie centrale du cylindre ligneux de la racine.

Fig. 16. — Coupe longitudinale du bois, de la racine gros. $\frac{35}{1}$.

d. Fibres ligneuses portant deux ou trois rangées de ponctuations aréolées.

e. Rayons médullaires secondaires.

Fig. 17. — Coupe longitudinale d'une portion de l'écorce, gros. $\frac{35}{1}$.

g. Parenchyme cortical. — *h.* Cellules subéreuses disposées en files régulières et rayonnantes.

PLANCHE 16.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un bourgeon de feuilles de *Cordaites* enroulées, gros. $\frac{10}{1}$.

Les plus externes sont enroulées de droite à gauche, la plus intérieure de gauche à droite. Les faisceaux vasculaires qui parcourent le limbe de la feuille forment des saillies marquées sur la figure.

Ces feuilles se rapportent peut-être au *Cordaites tenuistriatus*, Gr.

Fig. 2. — Portion de la précédente grossie 50 fois.

a. Faisceau vasculaire des nervures, formé en dessus de vaisseaux ponctués et rayés, et de trachées *t* vers la pointe.

h. Bande de tissu hypodermique à section triangulaire qui accompagne le faisceau à sa partie supérieure.

h'. Deuxième bande du même tissu qui l'accompagne à sa partie inférieure.

d. Gaine du faisceau formée de cellules à section transversale arrondie et à parois poreuses, disposées sur un ou deux rangs.

d'. Quelques-unes de ces cellules remplies de silice colorée.

e. Epiderme de la face supérieure avec des cellules terminées en papilles.

p. Couche de cellules en palissade dont l'intérieur est plus coloré que les parois.

é. Epiderme de la face inférieure.

Entre les nervures se trouve le tissu lacuneux *l*, formé par des cellules allongées dans le sens perpendiculaire aux nervures.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une feuille épaisse de *Cordaites* peut-être l'*Anguloso striatus*, Gr. gros. $\frac{70}{1}$.

a. Faisceaux vasculaires formés de vaisseaux ponctués et scalariformes. La partie du faisceau tournée vers le bas, renferme les éléments spiralés *t*.

b. Cellules à parois minces, plus hautes que larges, peut-être des cellules cambiformes de la partie centrifuge du cordon.

d. Gaine du faisceau formée de cellules allongées à parois poreuses.

h', h'. Deux bandes de tissu hypodermique placées au-dessus et au-dessous du faisceau.

p. Tissu formé de cellules à contenu coloré, mais non disposé en palissade, existant à la face supérieure de la feuille.

e. Bandes de tissu hypodermique, au nombre de trois placées entre les nervures.

f. Tissu lacuneux s'étendant entre ces dernières mais mal conservé.

Fig. 4. — Coupe transversale d'une feuille *Cordaïtes rhumbinervis*, Gr. Les lettres *a*, *b*, désignent les mêmes parties que précédemment.

Les bandes hypodermiques qui accompagnent les nervures sont triangulaires.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une feuille de Cordaïte, peut être le *Cord. Ingulatus*. Gros. $\frac{50}{1}$.

a, *c*, *d*. Comme précédemment.

b. Arc vasculaire, formé de vaisseaux scalariformes représentant la partie centrifuge du faisceau.

f. Tissu lacuneux de l'intérieur de la feuille.

p. Couche de cellules en palissade.

Fig. 6. — Couche transversale d'une feuille de Cordaïte, peut-être le *Cord. principalis*, Gr.

a, *b*. Comme précédemment.

h, *h'*. Bandes de tissu hypodermique qui accompagnent le faisceau.

h''. Bandes secondaires placées à la partie supérieure, au nombre de trois ou quatre, entre les bandes principales.

h'''. Bandes secondaires de la partie inférieure très développées, et situées dans le milieu de l'intervalle des nervures.

Fig. 7. — Coupe transversale d'une feuille de Cordaïte. *Cord. crassus*. B. R.

a. Faisceau vasculaire.

d. Gaine du faisceau non reliée aux bandes hypodermiques.

h et *h'*. Comme dans les espèces précédentes.

h''. Bandes d'hypoderme très développées placées entre les nervures.

Fig. 8. — Coupe longitudinale, passant par une nervure et dirigée perpendiculairement au limbe d'une feuille de Cordaïte. Gros. $\frac{100}{1}$.

ep. Epiderme.

p. Couche de cellules en palissade, disposées sur plusieurs rangs.

h, Portion de tissu hypodermique.

d. Cellules prismatiques assez volumineuses à parois poreuses, formant la gaine du faisceau.

v. Vaisseaux ponctués de la partie supérieure du faisceau.

a. Vaisseaux scalariformes.

tr. Vaisseaux spiralés de la pointe du faisceau.

b. Vaisseaux ponctués du faisceau vasculaire, disposé en arc autour de la pointe du faisceau précédent.

d. Cellules de la partie inférieure de la gaine qui enfouit le faisceau.

p'. Couche de cellules arrondies et peu serrées de la partie inférieure de la feuille.

e'p'. Épiderme inférieur.

Fig. 9. — Coupe faite parallèlement au limbe et dans l'épaisseur de la feuille $\frac{100}{1}$.

- a. Faisceau vasculaire des nervures.
- c. Cellules allongées à parois minces, dépendant de la gaine protectrice.
- d. Cellules de la gaine du faisceau, dont les parois sont munies de pores, quelques-unes de ces cellules ont leur intérieur rempli de silice colorée, d'autres sont vides.
- l. Lacunes ou méats formés par des lames cellulaires, *m* dirigées perpendiculairement au limbe de la feuille et aux nervures.

Fig. 10. — Coupe parallèle au limbe, passant à travers les cellules en palissade, fortement colorées à l'intérieur.

Fig. 11. — Épiderme supérieur de la feuille. Gros. $\frac{100}{1}$.

Fig. 11 bis. — Epiderme inférieur, gros. $\frac{100}{1}$.

e'p'. Cellules de l'épiderme.

n. Cellules entourant le stomate.

st. Stomate.

Cordaianthus Penjoni B. R.

Fig. 12. — Coupe transversale d'un cône de Cordaïte, renfermant des fleurs mâles disposées en spirale autour de l'axe, et d'autres placées au centre, gros. $\frac{10}{1}$.

e. Fleurs mâles composées d'un nombre variable d'étamines et dont les anthères ont été rencontrées par la section. Les loges sont au nombre de trois ou quatre à l'extrémité, d'un même filet.

é. Fleur mâle du centre.

b. Bractées parcourues par un seul faisceau vasculaire.

b'. Bractéoles qui entourent la fleur centrale.

Fig. 13. — Coupe longitudinale du *Cordaianthus Penjoni*, gros. $\frac{40}{1}$.

a. Axe du cône.

b. Bractées stériles.

c. Portion de bractée transformée en filet, supportant à son extrémité des loges d'anthères en nombre variable *e*.

En *d*, se voit une ligne suivant laquelle les anthères se séparent du filet.

f. Groupes d'anthères, appartenant à des étamines voisines et rencontrées par la coupe.

Fig. 14. — Plusieurs étamines vues sous un grossissement de $\frac{35}{1}$.

p. Sommet de l'axe du bourgeon.

c. Filet d'une étamine entière.

g. Faisceau vasculaire parcourant le filet et se divisant en plusieurs branches en arrivant sous les anthères.

d. Région du filet où la désarticulation des anthères se produit.

f. Groupes d'anthères appartenant à des étamines voisines.

Fig. 15. — Coupe transversale d'un jeune cône de la même espèce, faite au-dessus de l'extrémité de l'axe.

b. Bractées stériles coupées transversalement.

e. Etamines de la périphérie du cône qui ont déjà perdu leur pollen.

e'. Etamines placées au centre, deux étamines, sur cinq montrent leurs trois loges, incomplètement séparées en deux valves, et encore remplies de grains de pollen.

p. Pollen échappé des anthères et encore engagé entre les bractées.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 17.

Fig. 1. — Coupe transversale d'un axe florifère de Cordaïte, *Cordaianthus subglomeratus* Gr. gros. $\frac{8}{1}$.

a. Axe de l'épi.

Cinq bourgeons à fleurs ont été rencontrés par la coupe.

b. L'un de ces bourgeons coupé sensiblement par son milieu.

b'. L'une des bractées, formant l'involucre du bourgeon, vue de face.

Fig. 2. — Bourgeon détaché et plus grossi $\frac{20}{1}$.

b. Bractées formant l'involucre.

c. Etamines dont le filet supporte trois ou quatre loges e.

Fig. 3. — Coupe longitudinale tangentielle d'un bourgeon floral mâle de *Cordaianthus Saportanus*, B. R., gros. $\frac{10}{1}$.

a. Axe du bourgeon.

b. Bractées formant l'involucre floral.

g. Traces des faisceaux vasculaires qui se rendaient dans les bractées enlevées par la section.

d. Point par où les anthères adhéraient au filet. Ce dernier n'a pas été conservé dans la coupe.

e. Anthères au nombre de quatre, soudées à leur base, non encore ouvertes et remplies de grains de pollen.

f. Faisceau vasculaire divisé en quatre branches, qui se perdent à la base de chacune des loges.

p. Grains de pollen.

e'. Anthères appartenant à un groupe d'étamines dont la coupe n'a pas conservé les filets.

Fig. 4 et 5. — Grains de pollen pris dans une anthère non ouverte.

Fig. 6. — Grain de pollen contenu dans le canal pollinique représenté (fig. 14), vu comme les précédents, sous un grossissement de 140 D. afin de montrer la différence de grandeur de ces grains.

Fig. 7. — Autre grain de pollen pris dans l'intérieur de la chambre pollinique du *Stephanospermum akenioides*, Ad. Br. (fig. 19), et représenté en coupe longitudinale, gros. $\frac{140}{1}$.

Fig. 8, 9 et 10. — Pollen provenant de la chambre pollinique d'autres graines de la même espèce et vu sous différents aspects. L'exine paraît recouverte de piquants, et l'intine est divisée par des cloisons qui forment un certain nombre de cellules, quelquefois disposées régulièrement (fig. 9). Ces cellules remplissent complètement la cavité formée par l'exine.

Fig. 11. — Coupe longitudinale tangentielle d'un bourgeon de Cordaïtes, *Cordaianthus Williamsoni*, B. R. renfermant deux graines, gros. $\frac{10}{1}$.

a. Axe du bourgeon.

b. Bractées disposées en spirale le long de la surface du cône.

b'. Traces laissées sur la coupe par les faisceaux vasculaires qui parcourent les bractées suivant leur nervure médiane.

d. Axe secondaire à l'extrémité duquel se trouve une jeune graine. Elle en a été séparée accidentellement, et une portion de son tégument externe *g* est resté adhérent à cet axe secondaire.

c. Tégument externe, ouvert à son extrémité supérieure.

En dedans, on voit les restes du nucelle *n*.

c'. Autre jeune graine, dont le tégument externe seulement, a été rencontré par la coupe.

f. Filaments ou lanières appartenant à l'épiderme.

Fig. 12. — Portion de la figure précédente gros. $\frac{35}{1}$.

d. Axe secondaire à l'extrémité duquel se trouvait la graine.

c. Tégument externe formé de cellules à parois peu distinctes, mais dont l'intérieur est fortement coloré.

e. Tégument interne, d'abord simple membrane, qui tapisse une grande partie du tégument externe. C'est dans son intérieur et du côté de ce dernier, que se trouvent les deux faisceaux latéraux ascendants des carènes.

ch. Faisceau vasculaire de la chalaze.

f. Vide provenant d'un déchirement accidentel dans cette partie de la graine.

n. Nucelle réduit à un simple sac dont les parois se sont rapprochées par la disparition du contenu. Il est surmonté d'un cône *g* bien conservé, formé au centre de cellules allongées dans le sens de l'axe. C'est là que devait exister le canal pollinique.

m. Ouverture micropylaire des téguments de la graine.

Fig. 13. — Coupe transversale d'un bourgeon de Cordaïte *Cordaianthus Zeilleri*, R. B. renfermant 4 graines, gros. $\frac{10}{1}$.

Le tégument externe *e* seul est bien visible.

vl. Faisceau vasculaire des carènes.

b. Bractées qui forment l'involucre des graines.

b'. Bractéoles de la partie centrale.

Fig. 14. — Coupe longitudinale d'un bourgeon de Cordaïte *Cordaianthus Grand'Euryi*, R. B. pétrifié au moment de la pollinisation, gros. $\frac{35}{1}$.

b. Bractées entourant la graine.

d. Axe secondaire à l'extrémité duquel la graine était fixée.

c. Tégument externe.

vl. Faisceaux vasculaires montant le long des carènes.

n. Nucelle détachée en partie de sa base.

cp. Chambre pollinique, creusée à la partie supérieure du nucelle. On voit dans cette cavité deux grains de pollen *p*.

La chambre pollinique est surmontée d'un canal *g* dans l'intérieur duquel on distingue deux grains de pollen *p'* engagés l'un à la suite de l'autre. Le nucelle ne renferme aucune trace du sac embryonnaire.

Fig. 15. — Partie supérieure du nucelle, gros 225 fois.

g. Parois du canal pollinique, formées de cellules allongées dans le sens transversal et rayonnant autour du conduit central.

p. Grain de pollen.

ex. Exine finement réticulée à la surface.

in. Intine présentant une division cellulaire dans son intérieur.

p'. Deuxième grain venant à la suite du premier et renfermant comme lui des traces de division cellulaire.

o. Canal conduisant à la chambre pollinique et dont le diamètre s'élargit sur le passage des grains.

Fig. 16. — Coupe tangentielle d'une graine plus jeune. *Cordiaanthus Lacatii* B. R. Gros. $\frac{35}{1}$.

d. Axe portant la graine.

c. Tégument externe.

vl. Faisceaux vasculaires latéraux s'élevant à la surface interne du tégument.

n. Nucelle remplissant la cavité du tégument externe. La chambre pollinique n'est pas formée.

g. Canal pollinique. Au centre, la disposition longitudinale des cellules indique la place que devra occuper le conduit intérieur.

b. Bractées qui entourent la graine.

Fig. 17. — *Sarcotaxus avellana* Ad. Br. en grandeur naturelle.

a. Graine mûre.

e. Tégument interne dur et corné.

c. Tégument externe charnu, le plus souvent enlevé par la macération.

Fig. 18. — Coupe longitudinale d'une graine de la même espèce, grossie trois fois et passant par son plan principal.

a. Albumen.

n. Restes sphacelés du nucelle et de la chambre pollinique.

vc. Faisceau vasculaire chalazien qui, à la base de la graine se divise en deux branches latérales *vl*, lesquelles s'élèvent dans le plan principal de la graine, entre les deux téguments jusque vers le micropyle. Une autre partie s'épanouit à la base du nucelle, et les ramifications s'élèvent en *v* jusqu'au tiers environ de la hauteur de la graine.

e. Tégument interne à tissu dense et compact.

c. Tégument externe à tissu lâche et en partie détruit.

Fig. 19. — Coupe longitudinale de la partie supérieure d'une graine de *Stephanospermum akenioïdes* Ad. Br. gros $\frac{20}{1}$, destiné à montrer, un exemple de chambre pollinique renfermant un nombre assez grand, de grains de pollen, qui offrent tous une intine pluricellulaire.

c. Tégument interne de la graine.

n. Nucelle réduit à sa partie supérieure.

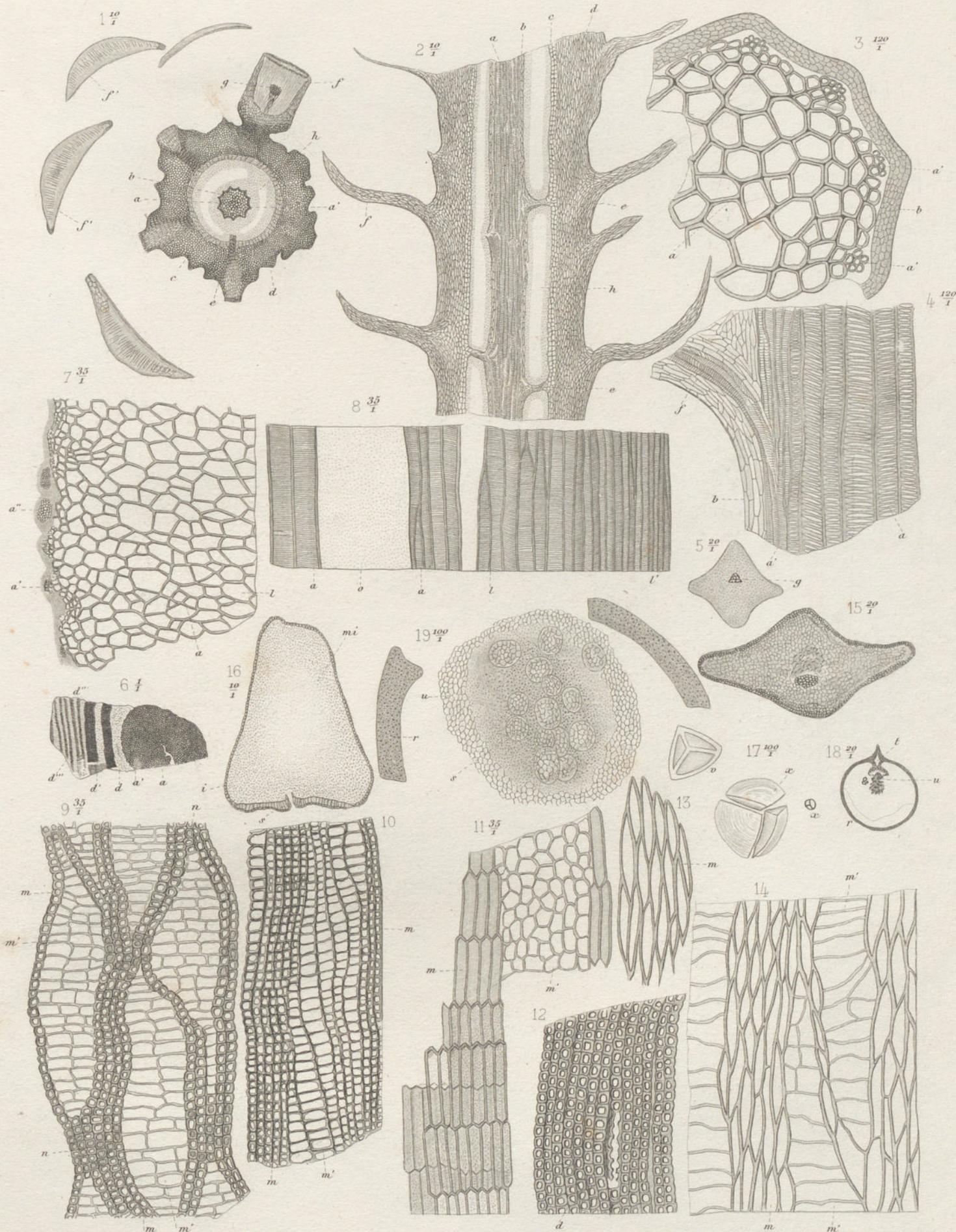
cp. Chambre pollinique.

p. Grains de pollen nombreux dont l'intine est divisée en un certain nombre de cellules. Les grains de pollen figurés en 7, 8, 9, 10, ont été pris dans la chambre pollinique de différentes graines de *Stephanospermum akenioïdes*.

g. Canal pollinique, dans lequel on distingue un grain de pollen qui y est resté engagé.

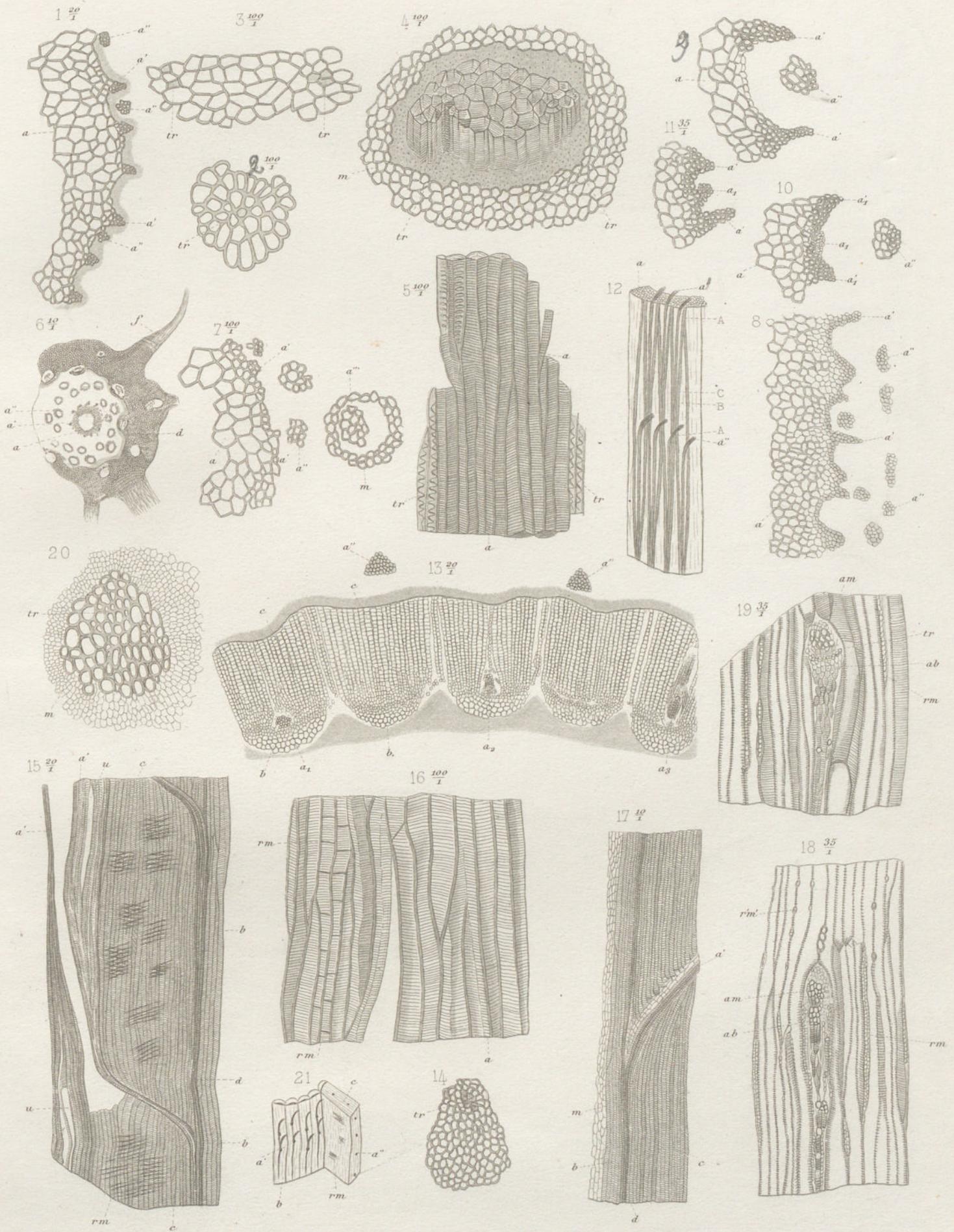
m. Membrane commune à l'albumen et aux téguments, parcourue par des faisceaux de trachées *tr*.

se. Sac embryonnaire dont l'enveloppe *m* s'est séparée de la membrane *m* en entraînant avec elle quelques trachées *t'*.



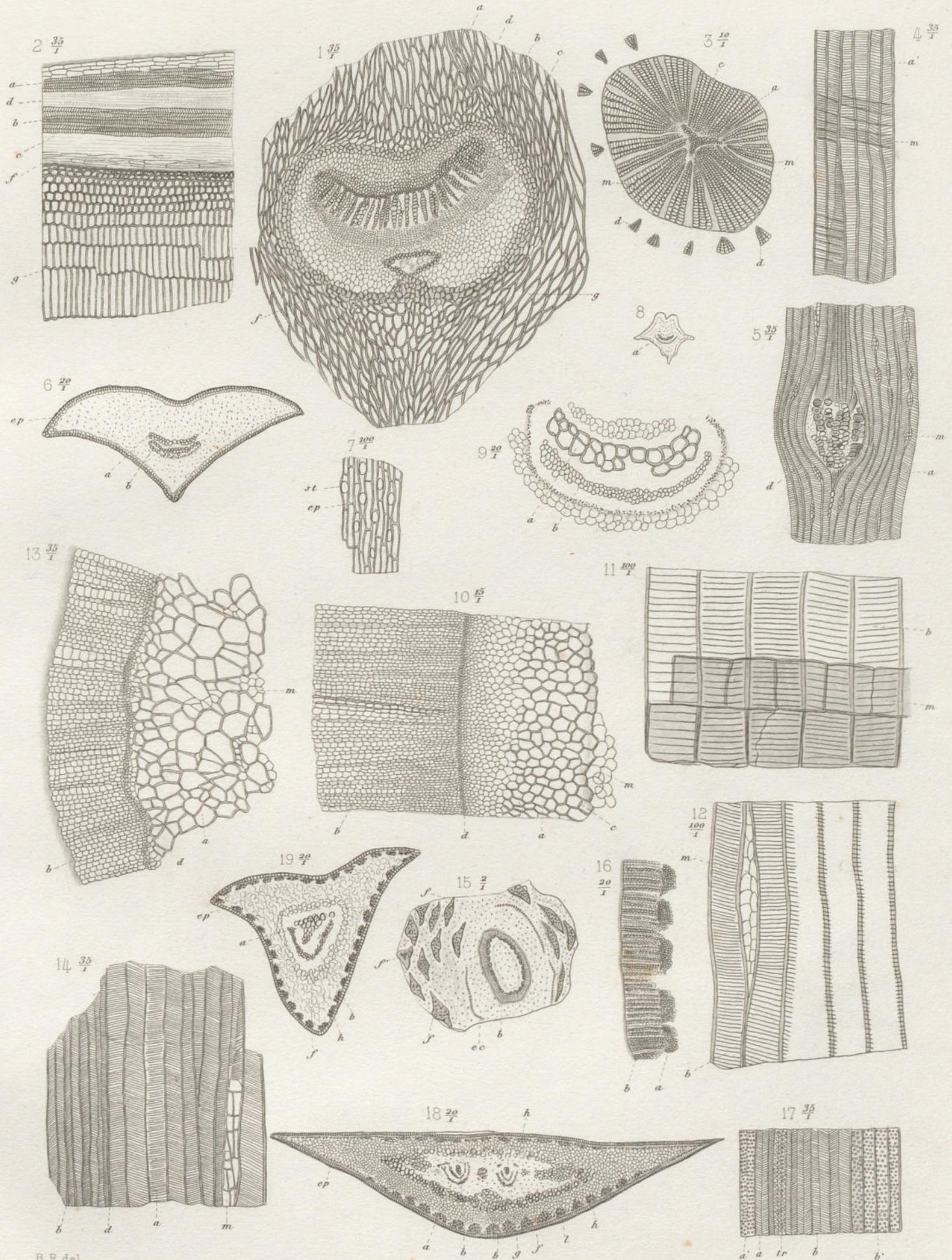
B.R.del.

Pierre.sc.



B.R. del.

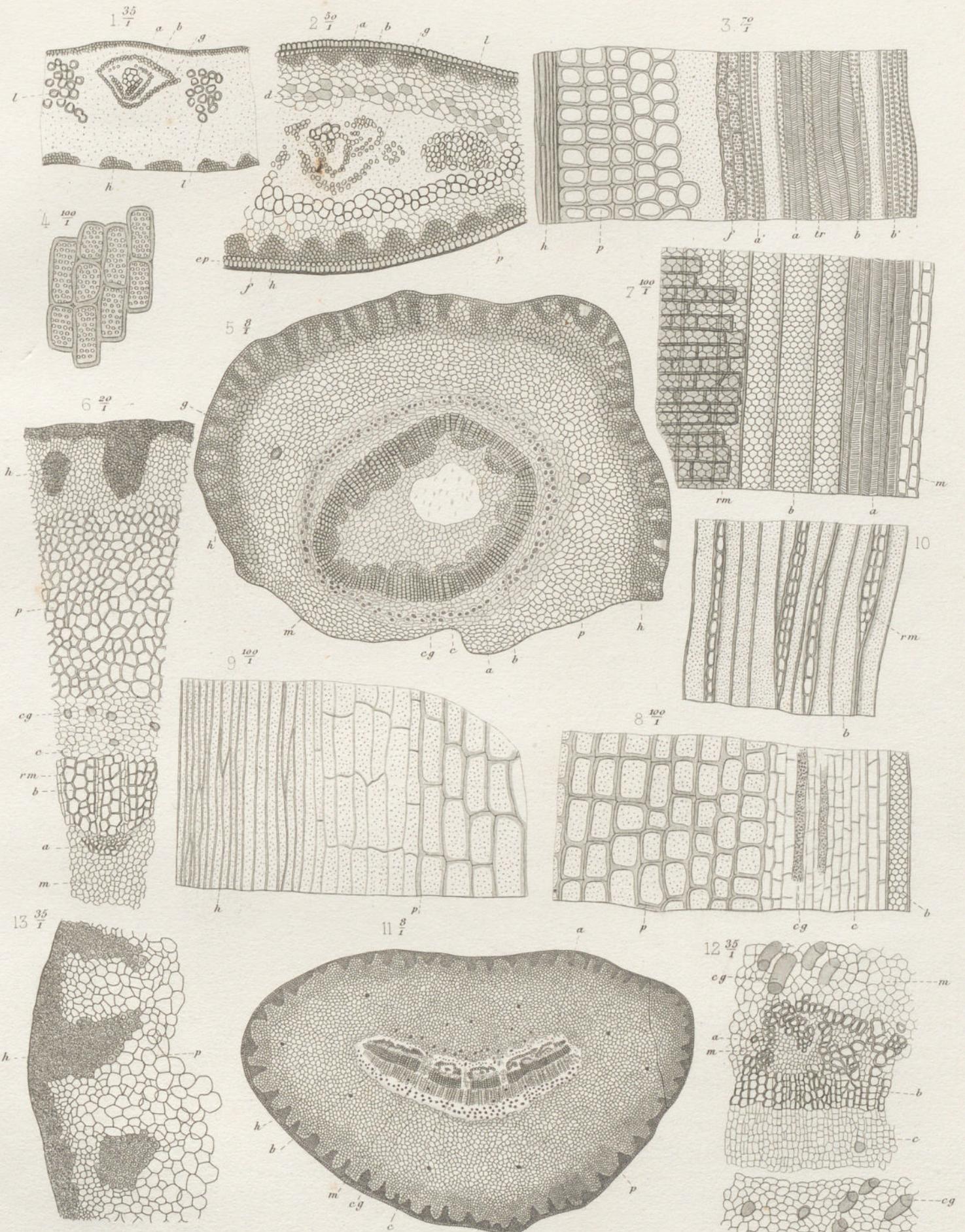
Pierre sc.



B. R. del.

Pierre sc.

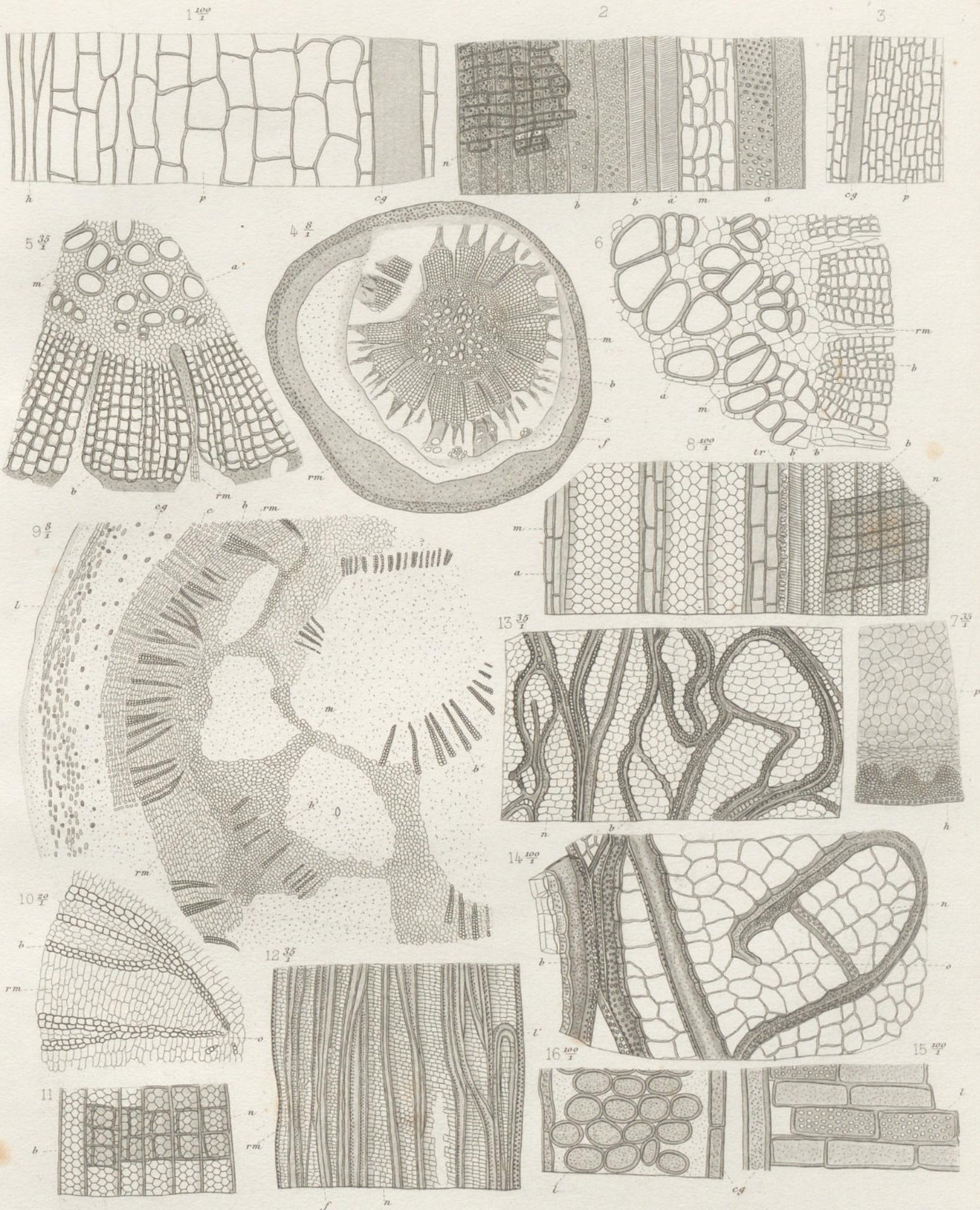
Sigillaires. — Sigillariopsis Decaisnei. B.R.



B.R. del

Pierre. sc.

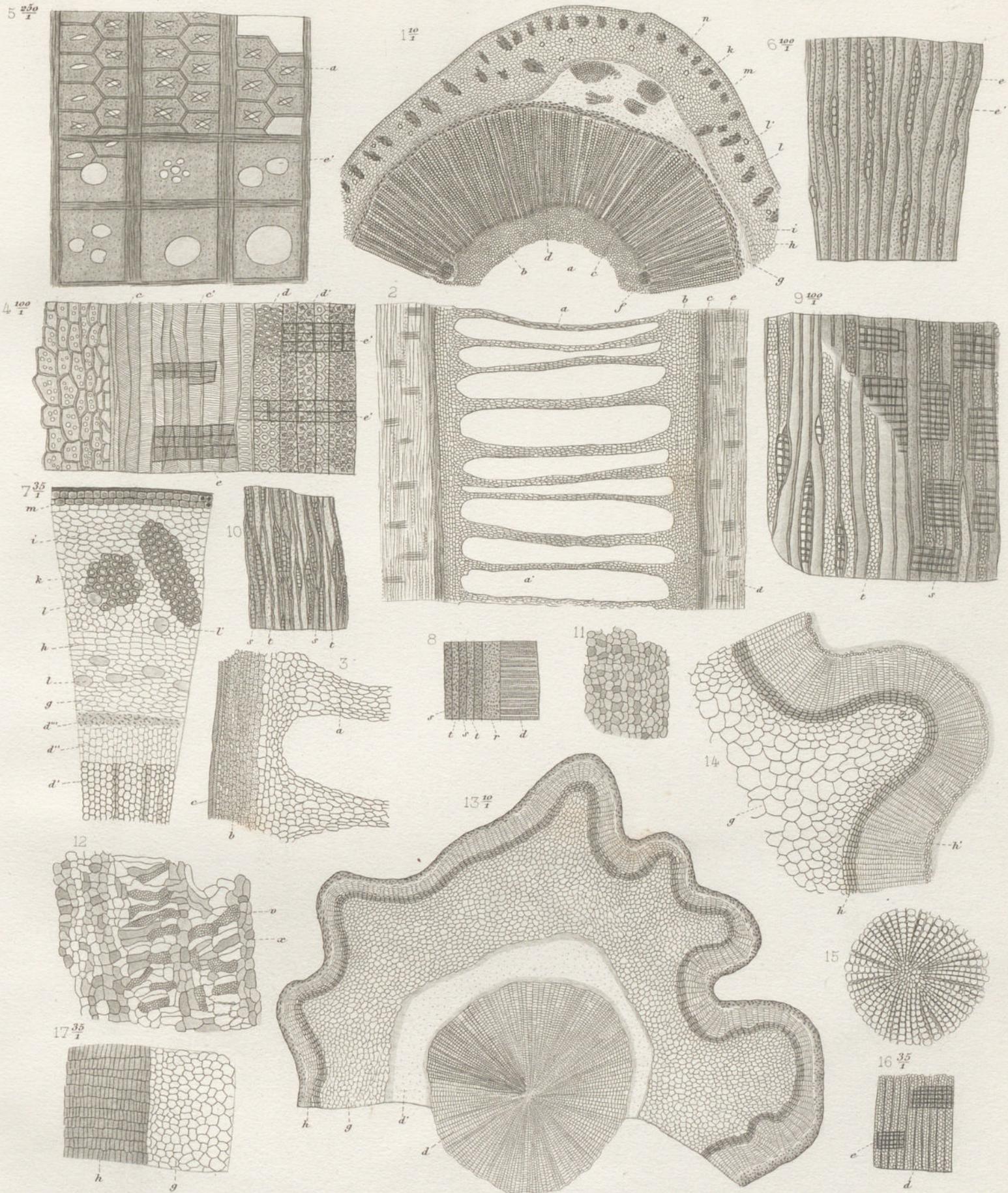
Sigillariopsis — Poroxylon Boysseti. B.R.



B.R.del.

Pierre.sc.

Poroxylon Duchartrei. B.R. — Cycadeoxylon Freymi. B.R.



B.R.del.

Pierre sc.

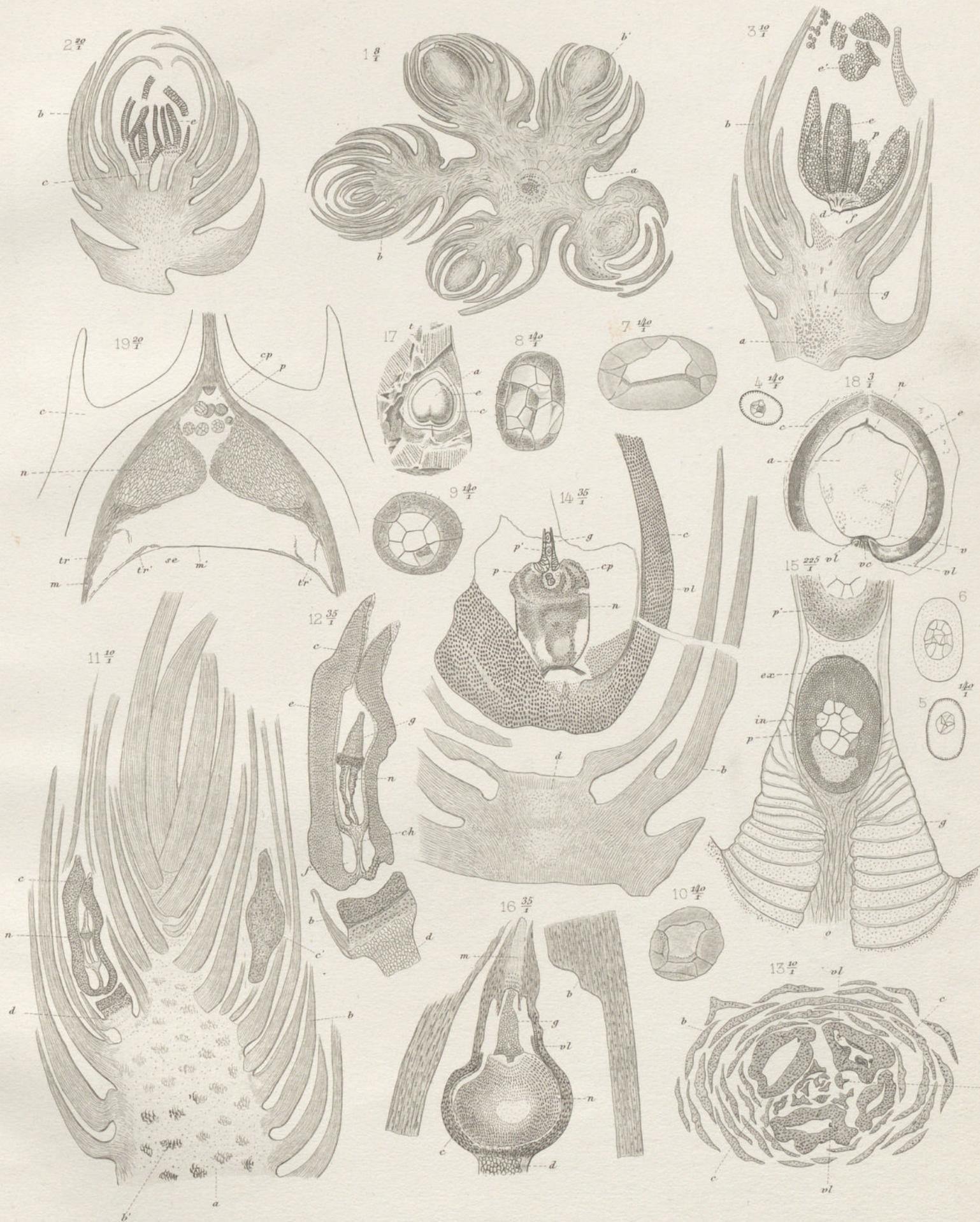
Cordaites Bois Ecorce Racines.



B.R. del.

Pierre ac.

Cordaites — Feuilles — Fleurs mâles



BR del

Pierre sc