

50376
1967
75

50376
1967
75

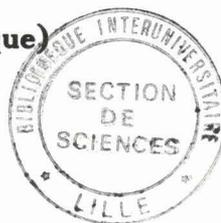
UNIVERSITÉ DE LILLE

FACULTÉ DES SCIENCES

DIPLÔME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

de Sciences Naturelles

(Mention Paléobotanique)



Contribution à l'étude de la Flore Houillère

Etude de quelques Structures
anatomiques de Lépidodendracées

Membres du Jury : Monsieur P. CORSIN, Correspondant de l'Institut, Président

Monsieur C. DELATTRE, Examineur

Madame P.-M. CORSIN, Rapporteur

Soutenu à Lille, le 5 MAI 1967, par Jean-François BEAUSSART

Je remercie vivement M. le Professeur P. CORSIN, Membre correspondant de l'Institut, Directeur du Laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille, de la confiance qu'il m'a accordée, des précieux conseils qu'il m'a prodigués, de la patience dont il a toujours fait preuve à mon égard. Ce qui m'a beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail. Je n'oublie pas sa très grande compétence, son enthousiasme pour ce monde oublié, qu'il m'a fait découvrir, étudier et aimer.

Je suis également reconnaissant envers M. C. DELATTRE, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de LILLE, d'avoir bien voulu honorer de sa présence le Jury de ce diplôme.

A Mme P. M. CORSIN, Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de LILLE, je me permets d'adresser mes plus vifs remerciements pour les conseils éclairés, les renseignements précieux qu'elle a bien voulu me donner.

Je dois l'illustration de cette étude, à la compétence de M. A. LEBLANC, Photographe. Je l'en remercie.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

Organisation du travail	1
-------------------------------	---

1ère PARTIE

I - Description générale des <u>Lepidodendron</u>	3
II - Place systématique et classification des <u>Lepidodendron</u>	5

2ème PARTIE

Structure des <u>Lepidodendron</u>	6
I - Historique	6
II - Matériel d'étude	9
III - Structure des tiges de <u>Lepidodendron</u>	10
A . Rappel de quelques structures de <u>Lepidodendron</u>	11
B . Rappel de l'anatomie de <u>L.veltheimi</u> Sternberg	12
C . Rappel de la structure des <u>Lepidophloios</u>	13
IV - Etude des coussinets foliaires	14
A . Etude des coussinets foliaires de <u>L.harcourti</u> Witham	14
B . Etude des coussinets foliaires de <u>L.obovatum</u> Sternberg	17
C . Etude des coussinets foliaires de <u>L.aculeatum</u> Sternberg	19
V - Etude des cônes sporifères	24
A . <u>Lepidostrobus oldhamius</u> Williamson	24
B . <u>Lepidostrobus</u> sp. = cf. <u>L.oldhamius</u>	28

3ème PARTIE

<u>Conclusions</u>	31
--------------------------	----

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	33
----------------------------	----

INTRODUCTION

Les Lépidodendrons, tout d'abord étudiés, du point de vue de leur seule structure externe, grâce à des empreintes découvertes dans des schistes houillers, intéressèrent très tôt de nombreux chercheurs paléobotanistes. Tout de suite, on s'est préoccupé d'établir une nomenclature correcte. Le problème était difficile, la tâche ingrate, délicate, tributaire d'une heureuse découverte qui pouvait du jour au lendemain, étayer ou bousculer la moindre hypothèse.

Dès l'instant où des échantillons pétrifiés, furent trouvés dans un parfait état de conservation, leur structure interne fut étudiée dans ses moindres détails. Ce qui permit une connaissance accrue de ces Cryptogames Vasculaires paléozoïques encore fort discutés, complétant parfaitement ce que l'on savait déjà de leur structure externe.

La présente étude intéresse la structure anatomique des cousinets foliaires et des cônes de Lépidodendrons. Une série de lames minces appartenant au Laboratoire de Paléobotanique de Lille, a permis la réalisation de ce travail.

ORGANISATION DU TRAVAIL

a) Matériel

Les éléments étudiés proviennent de coal-balls découverts dans des veines de houille, en Grande-Bretagne. Des lames minces taillées dans ces coal-balls montrent des tiges, rameaux et strobiles coupés à divers niveaux, sous des angles différents. Il est à noter qu'en général, seuls, les tissus ligneux ont été préservés presque intégralement, alors que les éléments parenchymateux, beaucoup plus fragiles, ont été plus ou moins détruits.

Pour les grossissements de 2 à 80, il a été utilisé une loupe binoculaire BBT, pour les grossissements supérieurs allant jusqu'à 700, un microscope binoculaire Wild (1).

b) Etude

Elle comprend plusieurs chapitres :

- Rappel de la structure des tiges de Lépidodendrons
- Etude des coussinets foliaires
- Etude des cônes sporifères
- Conclusions

c) Illustration

Neuf planches de dessin, désignées par les lettres A à J, rendront plus explicites les divers thèmes développés et observations effectuées.

Ces planches ont été rapportées au format 21x27 par procédé photographique.

Quatre planches photographiques numérotées de I à IV finiront d'illustrer ce mémoire.

(1) Je me suis également, très souvent, servi d'une loupe binoculaire et d'un microscope de marque Nacet, prêtés par le Lycée Condorcet de Lens pour les recherches que j'ai faites chez moi.

PREMIERE PARTIE

I - DESCRIPTION GENERALE DES LEPIDODENDRONS

Les Lépидодендронс, qui font l'objet de cette étude, appartiennent à la classe des Lépидоphytes. Cette classe voisine celles des Psilоphytes, des Arthrophytes et des Ptéridоphytes au sein du grand embranchement des Cryptogames vasculaires.

Les Lépидоphytes actuelles ne renferment plus que des genres herbacés de petite taille. Elles se répartissent en quelques familles en voie d'extinction : les Lycopodiacées, Sélaginellacées, Isoétacées et les Psilotacées. Par contre, les Lépидоphytes de l'époque carbonifère et plus particulièrement les Lépидоphytales, connurent un développement extraordinaire, mais sans retour, leur soudain essor et leur gigantisme annonçant déjà irréversiblement leur perte. Leurs arbres envahirent pour quelques millions d'années les lagunes, les marécages de notre hémisphère, s'accrochèrent désespérément à la vase mais disparurent à tout jamais, ne laissant que ces rares et rachitiques descendants que nous connaissons aujourd'hui.

Les immenses forêts houillères virent ces géants de 20 à 30 mètres coexister avec d'autres genres lépидоphytiques, tels que les Ulodendrons, les Bothodendrons, les Pinakodendrons et les Sigillaires. Les Arthrophytes, les Ptéridоphytes et les Préphanérogames ajoutaient encore à la luxuriance extraordinaire de leur végétation. Ces plantes poussaient et mouraient sur des sols spongieux et marécageux. Leurs débris s'accumulèrent au cours des siècles. Leur putréfaction amena la constitution des dépôts houillers.

Aujourd'hui, certains de leurs éléments (tiges, feuilles, racines, appareils reproducteurs) se retrouvent sous forme d'empreintes dans les schistes houillers. Les coal-balls nous livrent leur structure souvent bien conservée.

Au début des recherches, bien que des rapprochements aient été déjà faits, on désigna les fragments trouvés sous des noms différents. C'est ainsi, en ce qui concerne le genre Lepidodendron, le terme Lepidophyllum représente des feuilles, Lepidostrobus désigne des strobiles,

Knorria, Bergeria, Aspidaria, Aspidiopsis, des parties sous-corticales incomplètes du même genre. Quant au genre Stigmaria, il a été utilisé d'une façon générale, pour désigner les parties souterraines de diverses Lépidoxytes.

Quel était donc l'aspect de ces arbres ?

Un tronc élancé, d'un seul jet, se ramifiait au sommet par dichotomies plus ou moins égales, d'où une large couronne de rameaux donnant une allure de parasol très caractéristique. Ces rameaux étaient nus, sauf à l'extrémité des plus jeunes branches où s'attachaient les feuilles. Ces feuilles étaient petites, aciculaires et uninervées. En tombant, elles laissaient sur le tronc et les grosses branches des marques d'insertion particulières : les coussinets foliaires avec leur cicatrice foliaire. La détermination des espèces se fait à partir de ces coussinets, de forme et de taille différentes.

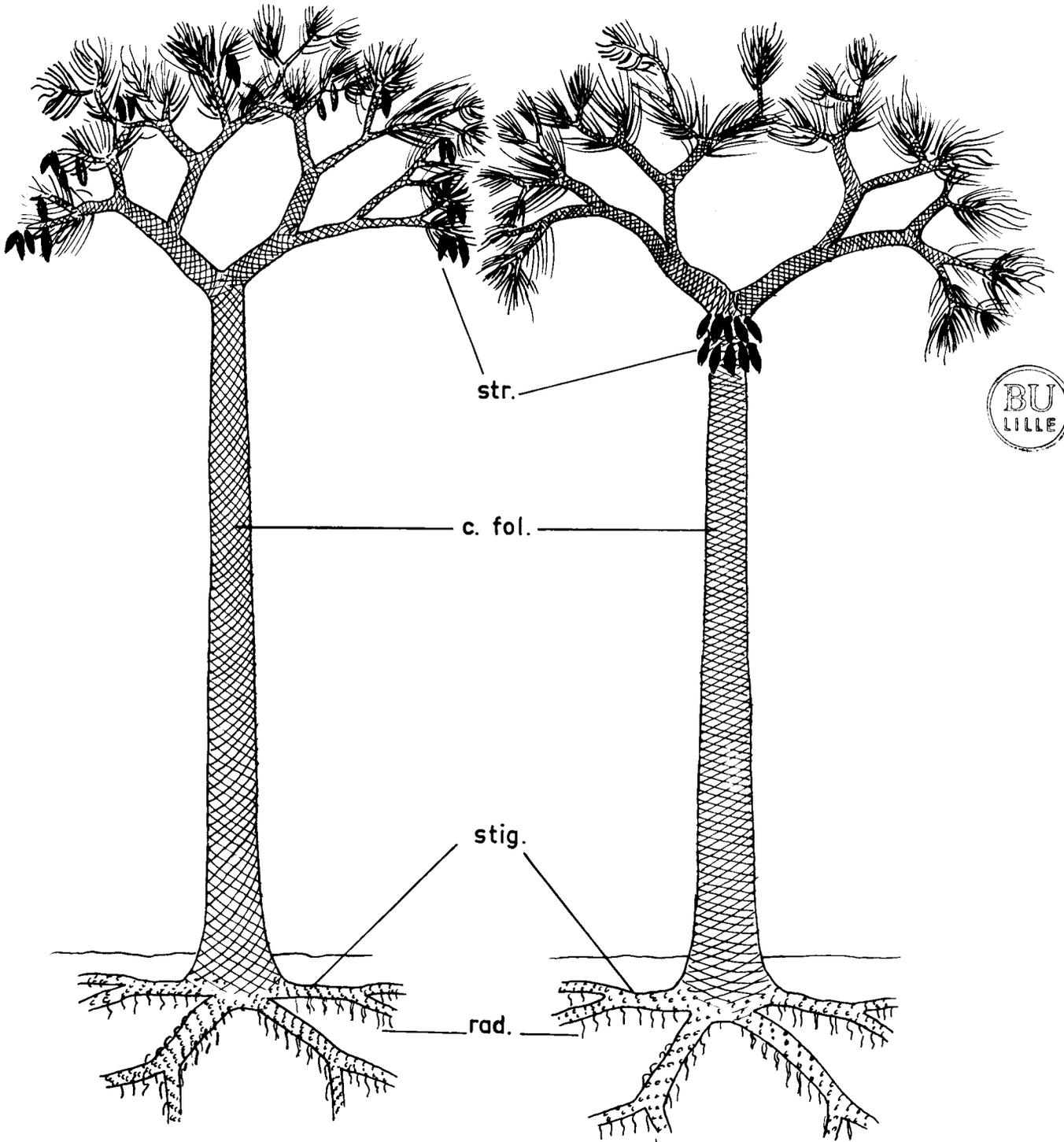
A l'extrémité des derniers rameaux de ces plantes hétérospores, pendaient des cônes sporifères unisexués ou bisexués, formés de sporophylles disposés le plus souvent en spirale. Ces feuilles fertiles abritaient un mégasporange ou un microsporange.

Quatre gros rhizomes, étalés en croix, se ramifiant fréquemment et munis d'appendices, soutenaient et équilibraient ces arbres dans les sols essentiellement mouvants des zones marécageuses (PlA. fig. I).

PLANCHE A

Figure 1 : Lepidodendron
Reconstitution
str. strobile, c.fol. coussinet foliaire, stig. stigmara,
rad. radicelle.

Figure 2 : Lepidophloios
Reconstitution



1

2

II - PLACE SYSTEMATIQUE ET CLASSIFICATION DES LEPIDODENDRONS

C'est en 1820 que Sternberg créa le genre Lepidodendron, qu'il rangea parmi les Fougères. Lepidodendrons véritables et Sigillaires étaient alors confondus.

En 1822, Brongniart créa le genre Sigillaria. Quant aux Lepidodendron, il les plaça parmi les Lycopodiacées.

C'étaient là les tout premiers essais de classification. Après ceux de Zeiller, Seward et Scott, Potonié, en 1921, dans son "Lehrbuch der Paleobotanik" divisait les Lépidoxytes en quatre groupes :

Lepidodendraceae

Ulodendraceae

Sigillariaceae

Après des essais de classification par divers auteurs, Pichi-Sermolli, en 1958 divisait les Ptéridophytes en six classes :

Lycopsida

Sphenopsida

Noeggerathiopsida

Psilotopsida

Psilophytopsida

Filicopsida

Dans cette classification, le genre Lepidodendron entre dans une des quatre sous-classes (celle des Lepidodendreae) de la classe des Lycopsida .

Enfin, en 1962, Paule Corsin (6) fait entrer le genre Lepidodendron, dans la sous-famille des Lépidoxydroïdées. Cette sous-famille appartient à la famille des Lépidoxydroacées, qui constitue avec les Ulodendracées, les Bothrodendracées, les Pinakodendracées, les Sigillariacées et les Cyclostigmacées, l'ordre des Lépidoxytales.

Ces Lépidoxytales viennent se ranger dans la classe des Lépidoxydroxydes à côté de quatre autres classes qui sont celles des Protolepidoxydroxydes Isoétoxydes, Lycopoxydes et Selaginelloxydes.

DEUXIEME PARTIE

STRUCTURE DES LEPIDODENDRONS

I - HISTORIQUE

A . Les tiges et rameaux

En 1832, Witham décrit sous le nom de Lepidodendron harcourti, un important échantillon provenant de "Hesley Heath in Northumberland". C'était le premier "Lepidodendron", découvert avec une structure parfaitement bien conservée. Cette description assez sommaire fut reprise sans plus de détails par Lindley et Hutton. C'est Brongniart qui en fit la meilleure interprétation finalement en 1837. C.E. Bertrand (3) en donna une remarquable description en 1891, aidé des nombreux échantillons de cette espèce qui avaient été découverts entre temps. Watson, ensuite, en fit un Lepidophloios, terme qui avait été créé antérieurement par Sternberg en 1826.

De nombreuses espèces connurent un succès semblable. Par exemple, Lepidodendron wunschianum, découvert et décrit par Wunsch en 1867, fut repris ensuite par Carruthers et Williamson et bien d'autres encore. Scott en 1920 (16), suggérait qu'il était possible de rattacher cette espèce au genre Lepidophloios. Par la suite, ces végétaux reçurent le nom de Lepidophloios wunschianus et furent rapportés à Lepidophloios harcourti âgé. En 1862, Binney décrit Lepidodendron vasculare et Sigillaria vascularis (en fait deux stades différents de la même espèce). Ses études furent remaniées, complétées par Carruthers (1869), Williamson (1873), Hovelacque (13), Hirmer (12), Gothan et Weyland (11).

Lepidodendron veltheimi suscita également l'intérêt de nombreux chercheurs. Pour ne citer que les plus anciens :

Rhode	1820	Schuppenplanze
Sternberg	1825	L. Veltheimianum
Goepfert	1852	Sagenaria Veltheimiana
Stur	1875	L. Veltheimianum

Kidston	1886	L. Veltheimianum
Potonié	1901	L. Veltheimianum
Zalessky	1904	L. Veltheimianum
Potonié	1906	L. Veltheimi

Ce n'est là l'historique des recherches afférentes qu'à quelques espèces de tiges fort connues.

Tout récemment les chercheurs américains ont étudié de façon approfondie les *Lepidodendrons* et décrit de nombreuses espèces nouvelles.

B . Les coussinets foliaires

1°) La ligule

Stur, le premier, reconnut la présence d'une ligule chez les *Lepidodendrons*. Cette intéressante découverte permit de rapprocher davantage encore, ces Végétaux primaires des Sélaginelles ou des Iosètes modernes.

Solms-Laubach et Hovelacque (13) prouvèrent ensuite son existence, dans des échantillons conservés en structure et furent ainsi les premiers à la décrire parfaitement. Williamson s'attacha aussi à son étude. Hovelacque, notamment, fit en 1892, une observation précise de la ligule des coussinets foliaires de *Lepidodendron selaginoïdes*

2°) Les parichnos et le tissu parichnique

Le nom parichnos, a été donné par C.E. Bertrand (1) pour désigner le tissu parenchymateux qui accompagne la trace foliaire, de l'écorce interne jusqu'à la zone des coussinets. A ce sujet, il faut rappeler les noms de Potonié et de Weiss. Potonié fut le premier à démontrer nettement, que ce tissu était en relation directe avec les deux parenthèses visibles à la surface des coussinets. Déjà dès 1891, C.E. Bertrand, dans une note ajoutée pendant l'impression de son étude sur *Lepidophloios harcourtii*, indiquait "le parichnos est directement en rapport avec les deux glandes latérales qui accompagnent la trace foliaire dans la fronde". Weiss, ensuite démontra que le tissu parichnique communiquait avec un délicat tissu sous-épidermique appelé aërenchyme.

La fonction du tissu parichnique fut considérée par certains comme sécrétoire (Hovelacque, Renault, Zeiller), par d'autres comme respiratoire (Potonié 1899) ou respiratoire (Weiss 1907) ou encore à la fois respiratoire et sécrétoire (Zalessky 1909)

(1) Il y eut confusion par la suite dans l'emploi de ce terme. De nombreux auteurs appelèrent parichnos les traces entourant la cicatricule foliaire à la surface même du coussinet, faisant de parichnos un synonyme de parenthèse alors que C.E. Bertrand (3), à la page 84 de son mémoire : "Remarques sur le *Lepidodendron Hartcourtii* de Witham", avait créé ce terme pour désigner le tissu même de cette formation et non sa trace à la surface du coussinet. Je conserverai le terme de parichnos me conformant à l'usage qui en a été fait, pour désigner les parenthèses et emploierai le nom de tissu parichnique pour le tissu de ces formations.

Par exemple, Zeiller parle de tubes "vraisemblablement gommeux ou résineux et qui devaient constituer un puissant système sécréteur". Lemoigne, en 1961, dans son étude sur les Sigillaires, pense plutôt à des "fibres sclérifiées, groupées en faisceaux plus ou moins développés suivant l'âge de la plante et dont l'ensemble devait jouer le rôle d'une armature de soutien". L'"aspect gommeux et résineux" proviendrait, pour lui, de la fossilisation. Ce tissu serait bien respiratoire.

3°) L'aquixylème

Ce tissu, que l'on trouve au voisinage du faisceau vasculaire, est connu depuis fort longtemps (Renault, Seward). Lemoigne (14) l'a tout particulièrement bien étudié sous le nom d'aquixylème, le rapprochant du tissu de transfusion de plantes actuelles tels que certains Conifères ou Bryophytes.

Ce tissu, d'après Lemoigne jouait un rôle de "magasin" dans l'alimentation en eau des organes aériens les plus élevés. Bien que le pied de ces arbres fût dans l'eau, leur feuillage à une trentaine de mètres du sol, était soumis par contre à "l'insolation" et "au renouvellement de l'air". Les organes les plus hauts, pouvaient, grâce à ce tissu, résister efficacement au manque d'eau.

C . Les strobiles

Le nom Lepidostrobus a été utilisé pour la première fois par Brongniart en 1828 pour désigner les cônes de Lepidodendrons, l'espèce type étant L. ornatus, appellation donnée par l'auteur à un organe sporifère précédemment étudié par Parkinson, dans son "Organic Remains of a Former World" en 1811, sous le nom de "Strobilus".

Brongniart et Moriss observèrent de nombreux strobiles. Williamson décrivit un cône apparemment sessile d'un spécimen du Manchester Museum en 1893. Un autre spécimen, incomplet, de taille exceptionnelle (33 cm de longueur et 6 cm de largeur) fit l'objet d'une étude de Renault et de Zeiller en 1888. Les premiers compte-rendus sur leur anatomie, nous sont donnés par Hooker en 1848 et Binney en 1871. Maslen en fit une étude très complète et démontra notamment la présence d'une ligule sur les sporophylles de Lepidostrobus oldhamius (1899). Un type de Lepidostrobus, étudié par Williamson, fut repris par Scott (1897) qui en fit un autre genre : Spencerites. Berridge (1905) et Lang (1908) ont à leur tour étudié cette forme.

Enfin en 1922-24, Arber proposait une classification en :

- Eulepidostrobus
- Ortholepidostrobus
- Sublepidostrobus

Cette classification est basée sur la grandeur relative de l'écaille distale des sporophylles par rapport à la partie proximale, appelée pédicelle, qui porte le sporange. Par exemple L. oldhamius, aux écailles sensiblement de même taille que les pédicelles, se range dans cette classification parmi les Eulepidostrobus.

D . Les spores

Quant aux spores, elles étaient déjà décrites, dès 1840 par Morris. Balfour, Kidston, Bennie les étudièrent à leur tour, On essayait, au début de rattacher ces spores aux espèces actuelles. C'était pratiquement impossible. Brongniart et Zeiller déjà émirent l'idée pour ces spores, d'une classification morphographique plutôt que d'essayer de les rattacher à la classification botanique générale. Plus tard, Potonié et Kremp en Allemagne, Naumova en Russie, Alpern en France, pour n'en citer que quelques-uns, contribuèrent beaucoup à la connaissance que nous avons de ces dernières.

Au sujet de la correspondance des spores et des cônes, il faut souligner les travaux relatifs aux spores de L. valtheimianus, de Williamson en 1872, de Kidson et de Bennie en 1888, de Gordon en 1910. Il est à noter également l'étude des mégaspores de L. foliaceus faite par Scott. Plus récemment R. Potonié fit une étude des spores in-situ.

Autant d'exemples qui montrent le travail acharné, auquel se livrèrent maints paléobotanistes du 19^e siècle et du début du siècle suivant. Un grand nombre de lames étudiées dans ce mémoire, date de cette époque, où l'on essayait sans cesse de parfaire ce que l'on savait de ces restes lépidodendroïdes.

II - MATERIEL D'ETUDE

C.E. Bertrand qui fut Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille a réuni, classé et décrit une importante collection de lames minces. Cette collection appartient aujourd'hui au Laboratoire de Paléobotanique de Lille. Les lames suivantes qui m'ont servi dans mes recherches sont inscrites dans le catalogue de C.E. Bertrand sous les numéros et appellations suivantes :

Lepidodendron veltheimi Sternberg (= L. brevifolium Williamson)

55 Lx	Burntisland
2582 H2CI	Pettycur
2583 H2CI	Pettycur

Lepidodendron

2448 Lx XVII	Shore Littleborough
I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.	

à rapporter à Lepidophloios harcourtii

Lepidodendron harcourtii (= Lepidophloios harcourtii Witham of Lartington)

2449 Lx XVII	Shore Littleborough
I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	

Lepidodendron obovatum Sternberg (=L. hickii Watson)

2770 Lx XIV Cloughfoot Dulesgate
I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Lepidodendron aculeatum Sternberg

2452 C1 Lx XVII Shore Littleborough
2452 C2 Lx XVII id

Lepidophloios aculeatum (=Lepidodendron aculeatum Sternberg)

2043 Lx XI Shore Littleborough
I, 2, 3.
2044 Lx XI id
4, 5.
2045 Lx XI id
6, 7.
2046 Lx XI id
8, 9, 10, 11.
2047 Lx XI id
12.

Lepidostrobus

2559 C1 Lx XX Shore Littleborough

Lepidostrobus oldhamius Williamson

2560 C1 Lx XX Shore Littleborough
2142 Shore Littleborough
21, 22, 23, 24.

III - STRUCTURE DES TIGES DE LEPIDODENDRON

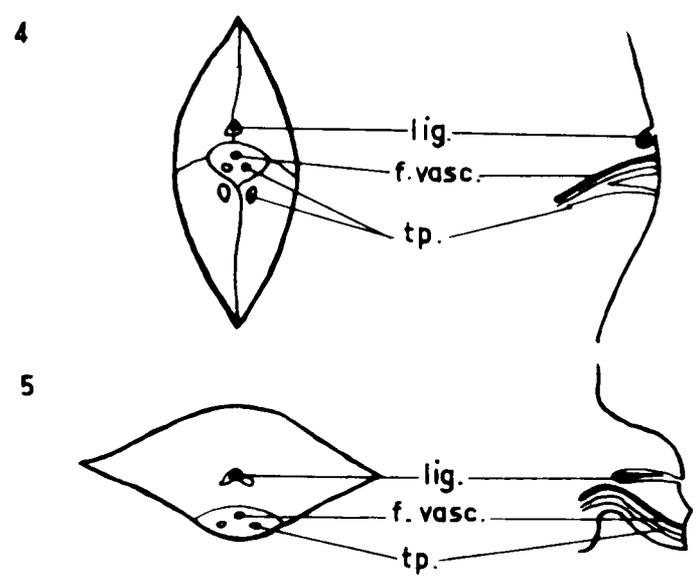
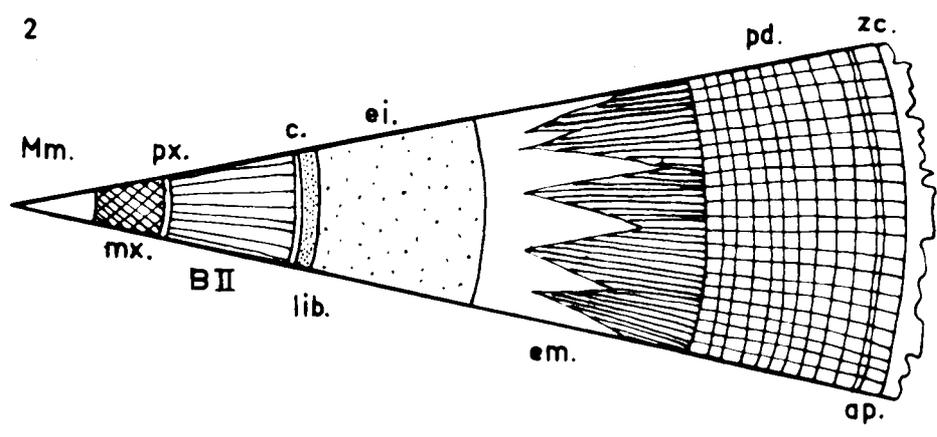
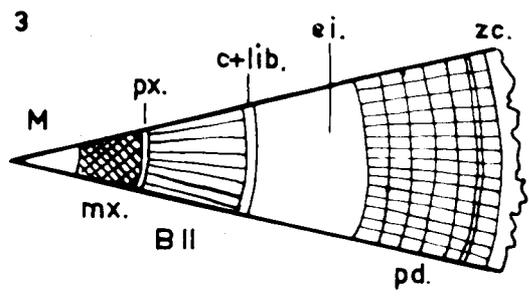
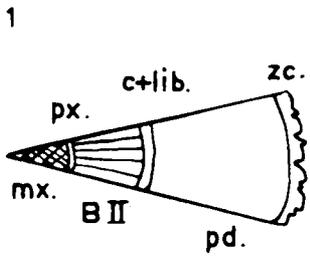
Parfaitement connue, elle se montre très variée. Elle va de la structure protostélisque la plus simple à la structure siphonostélisque véritable. Toutes les formes ne montrent qu'un faisceau vasculaire, toujours unique et entier (jamais de polystélie).

Au centre, les tiges de Lepidodendrons possèdent donc, une stèle ligneuse, qui est d'ailleurs, assez peu développée. A la périphérie, par contre, s'observe une importante écorce divisée en plusieurs assises.

Il est à noter l'énorme disproportion qui existe entre cette dernière et le cylindre central. Ce caractère ne se retrouve chez aucun arbre actuel. Il n'existe plus que chez certaines formes harbacées archaïques. Tous les tissus sont concentriques à la moëlle ou au bois primaire, constituant ainsi des auréoles successives.

PLANCHE B

- Figure 1 : Lepidodendron pettycurense Kidston
Coupe transversale-schéma
mx. métaxylème, px. protoxylème, BII bois secondaire,
éc. écorce, z.c. zone des coussinets
- Figure 2 : Lepidodendron vasculare Binney
Coupe transversale-schéma
Mm. moëlle mixte, c. cambium, lib. liber, éc. moy. écorce
moyenne, pd. périderme, ap. assise phellodermique.
- Figure 3 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Coupe transversale-schéma
M. moëlle homogène, éc.int. écorce interne, z.c. zone des
coussinets.
- Figure 4 : Lepidodendron
Coussinet foliaire-schéma
lig. ligule, f.vasc. faisceau vasculaire, tp. tissu parichnique.
- Figure 5 : Lepidophloios
Coussinet foliaire-schéma.



Bien qu'assez semblables dans leurs grandes lignes, les diverses formes peuvent être classées d'après l'existence ou non de moëlle centrale. Nous aurons :

- des formes à protostèle pleine : tout le centre de la stèle est occupé par du bois primaire.
- des formes à siphonostèle mixte. Nous trouvons là une moëlle composée d'un mélange de trachéides de bois primaire et de parenchyme.
- des formes à siphonostèle. La moëlle dans ce cas est homogène, uniquement formée d'éléments parenchymateux.

En outre, la présence ou l'absence de formations ligneuses secondaires permet de faire des distinctions supplémentaires fort intéressantes entre les diverses espèces.

A . Rappel de quelques structures de Lepidodendron.

Parmi les types protostéliques, notons L. esnostense Renault découvert dans le Culm d'Esnot près d'Autun et L. pettycureense Kidston découvert dans le carbonifère inférieur en Ecosse.

Voici brièvement les tissus observés chez L. pettycureense, à partir du centre (Pl. B. fig. I).

Un métaxylème à développement centripète

Un protoxylème exarche

Un anneau assez important de bois secondaire (absent chez L. esnostense).

Les autres formations plus fragiles, donc le plus souvent détruites, sont peu observables.

Lepidodendron vasculara Binney (du carbonifère inférieur d'Angleterre et du carbonifère supérieur de Westphalie) représente une forme caractéristique de Lepidodendron à siphonostèle mixte.

On distingue du centre vers l'extérieur : (Pl. B. fig. 2).

Une moëlle mixte

Du bois de première formation comprenant un métaxylème à développement centripète et un protoxylème exarche.

Du bois de deuxième formation.

Un cambium

Du liber

Une écorce interne primaire

Une écorce moyenne primaire

Le périderme (écorces secondaires interne et externe)

La zone des coussinets.

Lepidodendron veltheimi Sternberg (= brevilolium Williamson), trouvé dans le carbonifère inférieur en Ecosse et Lepidodendron aculeatum Sternberg, trouvé dans le carbonifère inférieur en Angleterre, ont une siphonostèle vraie, c'est-à-dire, une moëlle uniquement formée de cellules parenchymateuses.

B . Rappel de l'anatomie de L. veltheimi

Je reprendrai ici la structure de L. veltheimi (Pl. B. fig. 3 et Pl. I fig. 1). Les lames n°55 et 2582 H2Cl représentent des sections transversales de tige.

1°) La moëlle

Malheureusement cette zone fortement minéralisée ne laisse guère paraître d'éléments figurés, à part quelques restes plus ou moins écrasés de cellules parenchymateuses.

2°) Le bois primaire

Deux auréoles entourent cette moëlle. La plus interne représente le bois primaire et la plus externe les formations ligneuses secondaires. Ce bois de première formation fait un anneau continu, très visible autour de la moëlle (Pl. C fig. 2). Il est à remarquer que le contact interne avec la moëlle n'est pas très net. Cette zone est presque uniquement composée de métaxylème.

Le métaxylème, formé de trachéides scalariformes, voit ses éléments augmenter de taille, de la périphérie vers le centre de la tige. Ce qui prouve un développement centripète, d'ailleurs confirmé par la position du protoxylème. En coupe transversale les éléments de ce tissu montrent des sections polyédriques irrégulières et des épaissements scalariformes très nets de leurs parois.

Le protoxylème, exarche, forme un anneau très fin à la périphérie du métaxylème. De place en place de petits amas se sont concentrés préparant ainsi de futures sorties foliaires. Les trachées de cette délicate formation ont leurs parois ornées d'épaissements en spirales.

3°) Le bois secondaire

Le bois de seconde formation est constitué d'un alignement radial très régulier, de trachéides à section subhexagonale, ornés d'épaissements scalariformes sur les parois longitudinales. Des files de cellules parenchymateuses très fines, séparant les files de xylème secondaire : ce sont les rayons médullaires secondaires (Pl. C fig. 3). Les traces foliaires qui ont pris naissance à partir des émergences les plus externes de l'anneau de protoxylème, pour arriver dans la zone des coussinets, traversent notamment ce deutéroxylème horizontalement en empruntant les rayons médullaires (Pl. C fig. 5). Cette course horizontale est fort visible sur une troisième lame utilisée, la lame 2583 H2Cl (Pl. I fig. 2).

Ensuite, on note un décollement qui s'est produit entre le bois et l'écorce, rempli par une substance minéralisée.

4°) Le liber

Les présentes lames ne montrent aucune trace de ce tissu, qui a été totalement détruit, ainsi que vraisemblablement le cambium. Ce sont là des zones extrêmement fragiles, qui n'ont pas été conservées lors du processus de fossilisation.

D'après Scott (16), quelques éléments de phloème subsistent encore en quelques endroits de la stèle, tout contre le bois secondaire. Ce liber, qui est secondaire, est formé de cellules allongées tangentiellement, ordonnées en files radiales. On peut penser qu'il formait un anneau peu important autour de la stèle.

5°) L'écorce

Les tissus corticaux sont également difficiles à interpréter à cause de destructions et de déplacements assez importants. Il est cependant possible de distinguer, dans les lames étudiées, deux zones : une interne qui apparaît très mince, qui est l'écorce primaire et une externe moyennement développée, dans un remarquable état de conservation, qui est l'écorce secondaire ou périderme (Pl. C fig. 1)

L'écorce primaire possède des cellules de parenchyme de taille régulière à parois très fines. Les cellules péridermiques au contraire ont des parois très épaissies. Elles ont une disposition et un léger allongement radial.

6°) La zone des coussinets

On trouve tout d'abord une formation primaire de cellules parenchymateuses non ordonnées.

Les coussinets qui suivent, montrent des éléments polyédriques, irréguliers. Il est parfois possible d'observer le faisceau vasculaire de la feuille et ses parichnos parenchymateux ainsi que la fossette linguale (Pl. I fig. 1).

La dernière assise qui est l'épiderme, très carbonisée, est difficile à étudier.

C . Rappel de la structure des Lepidophloios

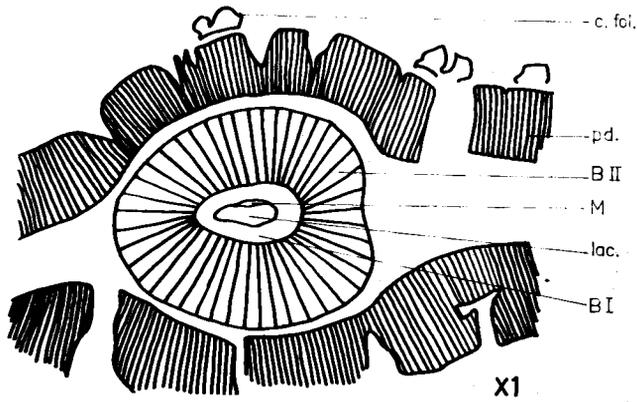
Les Lepidophloios sont très voisins des Lepidodendron. L. harcourtii par exemple, trouvé dans le carbonifère inférieur en Ecosse, et en Angleterre, possède une tige siphonostélique (Pl. I, fig. 3) sans bois secondaire mais avec une écorce secondaire. Du centre vers la périphérie, on distingue :

- La moëlle
- Le métaxylème
- Le protoxylème
- Le liber
- une écorce interne primaire
- une écorce externe primaire
- une écorce secondaire
- la zone des coussinets.

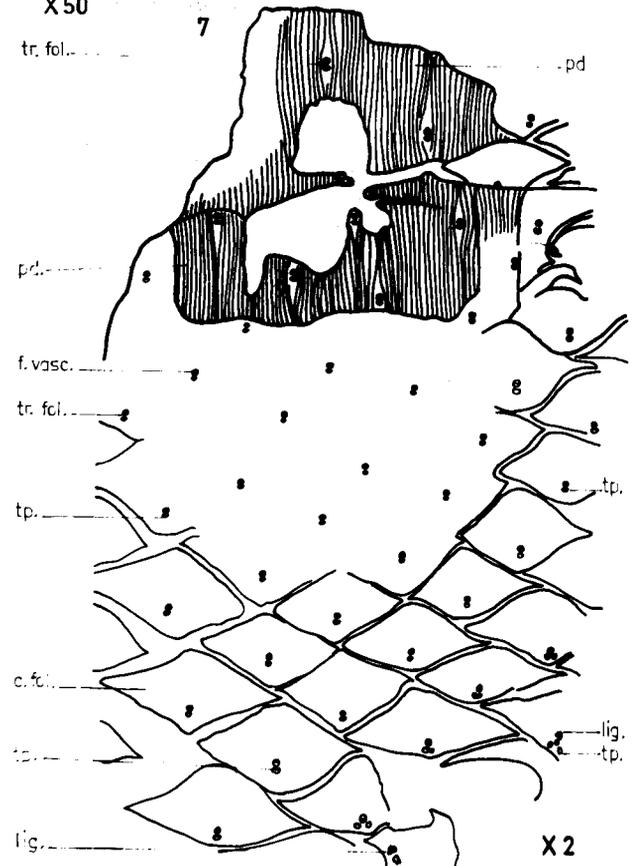
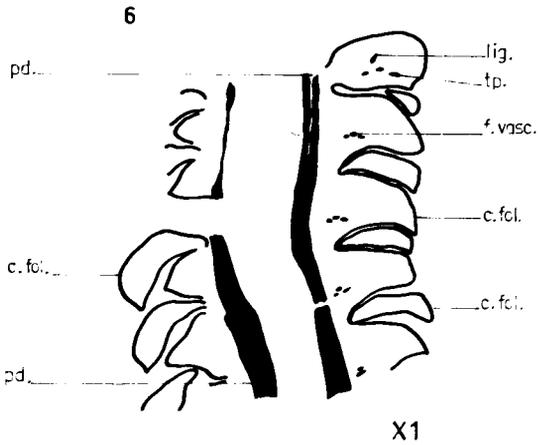
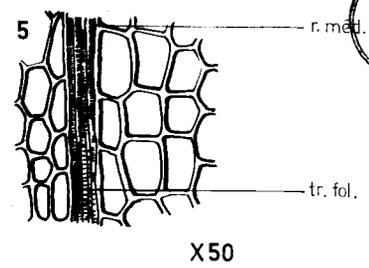
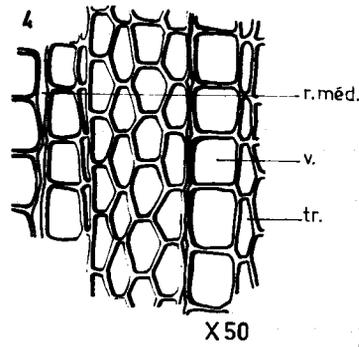
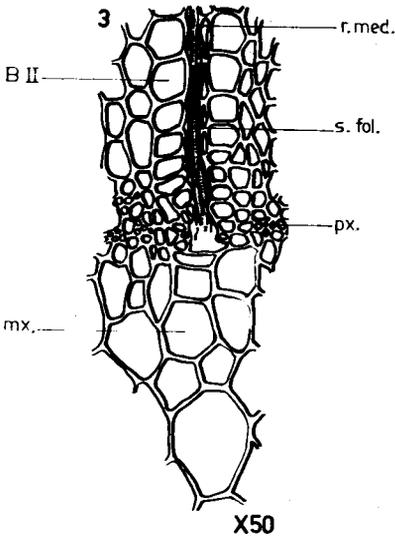
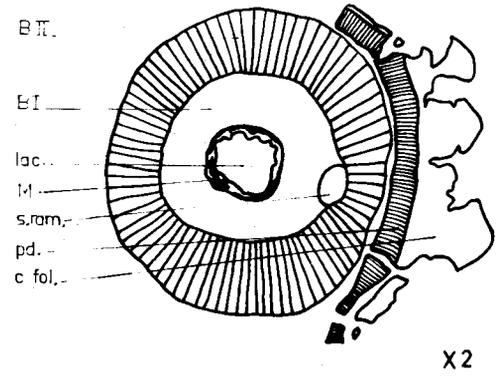
PLANCHE C

- Figure 1 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Vieux rameau-Schéma Coupe transversale GxI
M. moëlle, lac. lacune laissée par la moëlle, BI bois primaire, BII bois secondaire, pd périderme, c. fol. coussinet foliaire.
- Figure 2 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Schéma Rameau coupé transversalement Gx2
S. ram. sortie raméale, pd. périderme.
- Figure 3 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Détail de la stèle ligneuse. Coupe transversale Gx50
mx. métaxylème, px. protoxylème, s.fol. sortie foliaire
BII bois secondaire, r. méd. rayon médullaire.
- Figures 4:
et 5 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Bois secondaire. Coupes transversales Gx50
v. vaisseaux ligneux, tr. trachées ligneuses, tr. fol. trace foliaire.
- Figure 6 : Lepidophloios harcourtii Witham
Rameau-Schéma-Coupe longitudinale GxI
lig. ligule, tp. tissu parichnique, f. vasc. faisceau vasculaire.
- Figure 7 : Lepidophloios harcourtii Witham
La zone des coussinets - Schéma - Coupe tangentielle profonde Gx2
tp. tissu parichnique.

1



2



IV - ETUDE DES COUSSINETS FOLIAIRES

On observe à la surface des troncs et des rameaux de *Lepidodendracées*, des formations losangiques contiguës, disposées hélicoïdalement, appelées coussinets foliaires. Les coussinets du genre *Lepidodendron* sont allongés verticalement, ceux du genre *Lepidophloios* le sont horizontalement.

Chez *Lepidodendron* (Pl. B fig. 4) le coussinet est une pyramide quadrangulaire à la base rhombe tronquée au sommet. Plus ou moins au centre se trouve une surface losangique : c'est la cicatrice foliaire laissée par la chute de la feuille avec trois cicatricules : une médiane qui correspond au faisceau vasculaire de l'ancienne feuille et deux latérales, appelées parenthèses. En dessous existent deux plages aérifères. Au dessus de la cicatrice foliaire, au fond d'une fossette, se trouve une ligule.

Chez *Lepidophloios* (Pl. B. fig. 5) les coussinets sont élargis dans le sens transversal. La cicatrice foliaire est dans la partie inférieure de ces coussinets. On retrouve les trois cicatricules citées précédemment ainsi que la ligule, mais on note ici l'absence de plages aérifères.

Il est remarquable de trouver chez ces végétaux, une ligule en tout point comparable à celle des Isoètes et Sélaginelles actuelles. C'est un petit organe logé au fond d'une fossette, communiquant avec l'extérieur par un canal plus ou moins long. Selon Emberger (10) elle jouait un rôle dans l'approvisionnement complémentaire en eau et en matières minérales et organiques extraites des poussières atmosphériques."

A . Etude des coussinets foliaires de *Lepidophloios harcourti*

Chez cette espèce, les coussinets, de forme losangique, sont plus larges que hauts. (Pl. C fig. 7 - Pl. I fig. 4). Ils se recouvrent un peu comme les tuiles d'un toit. On observe très bien cet agencement dans des coupes longitudinales. Les coussinets sont développés obliquement par rapport à l'axe de la tige et dirigés vers le bas, si bien que leur base chevauche la partie supérieure des coussinets sous-jacents (Pl. C. fig. 6).

La ligule se trouve dans la moitié inférieure du coussinet, en position médiane. Certaines coupes tangentielles, exécutées trop obliquement, font apparaître cette ligule dans la moitié supérieure, en position parfois très haute.

La cicatrice foliaire est placée sous la ligule. Elle montre, une cicatricule qui correspond au faisceau libéro-ligneux de la trace foliaire, de part et d'autre et un peu plus bas, une cicatricule en forme de parenthèse. (Pl. D fig. 2).

1°) Le faisceau vasculaire

La trace foliaire prend naissance au niveau des pointements de protoxylème de la stèle des tiges. (Pl. E fig. 7-8-9-10). Elle est composée alors de vaisseaux de métaxylème entourant des trachées plus grêles de protoxylème, qui est ainsi en position mésarche. Elle acquiert en traversant le phloème des éléments libériens, rarement conservés. Cette structure varie très peu lors de la traversée de l'écorce interne. C'est à partir de l'écorce moyenne que l'on commence à distinguer le tissu parichnique qui va accompagner la trace foliaire jusque dans la feuille. La trace foliaire continue sa course vers l'extérieur, traverse l'écorce secondaire horizontalement et pénètre dans la zone des coussinets. Cette course horizontale est visible sur la lame 2449-6. On a là une coupe tangentielle très profonde au niveau du périderme. Les traces foliaires sortent perpendiculairement à la surface de la tige (Pl. C fig. 7).

La trace foliaire compte environ 30 trachéides lors de son émission de la stèle caulinaires. A l'entrée dans le coussinet, le nombre d'éléments est pratiquement inchangé. Les trachées sont de calibre variable, réparties apparemment sans trop de régularité avec cependant une tendance pour les plus grosses d'entre elles à occuper une position plus centrale. (Pl. I fig. 9); les plus petites sont en grande partie sur les côtés. En coupe assez oblique ces vaisseaux montrent des épaississements scalari-formes très nets. La masse ligneuse dans son ensemble a une forme ovale.

Le phloème entoure le bois d'un anneau large de 2 à 3 rangées de cellules et se prolonge vers le bas en une masse semi-ovale. Les éléments de cette dernière présentent souvent une couleur brunâtre vraisemblablement due à leur ancienne activité (Pl. E fig. 1). Des cellules sécrétrices leur sont associées. Cette formation libérienne postérieure forme ainsi un arc sécréteur très caractéristique.

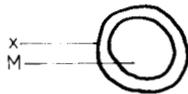
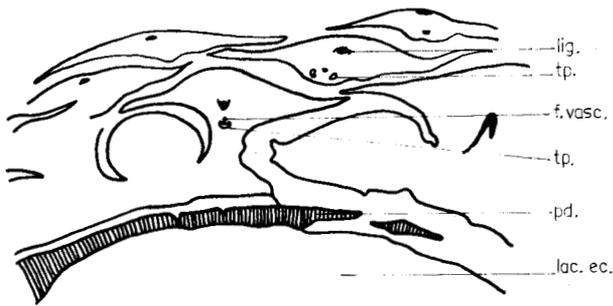
En dessous du faisceau libéro-ligneux, séparé de lui par 3 ou 4 rangées de cellules parenchymateuses, se trouve la formation parichnique. Celle-ci est presque circulaire; cependant le bord supérieur est concave. (Pl. E fig. 3). Cette concavité s'accentuant, cette masse prend très vite un aspect réniforme (Pl. I fig. 8). On peut y compter environ 80 cellules de grande taille, polyédriques. (Pl. E fig. 4). Plus près de la surface, cette masse s'allonge, s'étrangle en son milieu, pour former deux masses triangulaires arrondies qui s'écartent de plus en plus. (Pl. E fig. 5-6 Pl. II fig. 3). On a là la division du tissu parichnique en deux cordons qui vont venir aboutir aux parenthèses du coussinet.

Certaines lames, en particulier les lames 2449-8,9 montrent de courts trachéides qui accompagnent le faisceau vasculaire. On peut en voir au-dessus de celui-ci ou le plus souvent sur les côtés. Ces cellules montrent des épaississements spiralés ou en réseau très lâche (Pl. F fig. 1) Ce tissu est décrit par Lemoigne sous le nom de tissu aquifère ou aquixylème. C'est un tissu que l'on peut retrouver également dans les feuilles, les écailles foliaires des cônes sporifères ou même dans la moëlle mixte de certaines tiges.

PLANCHE D

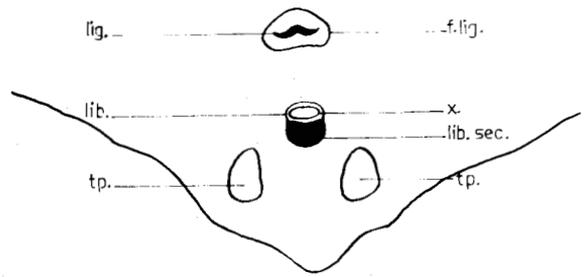
- Figure 1 : Lepidophloios harcourti Witham
La zone des coussinets-Schéma-Coupe transversale Gx5
lig. ligule, tp. tissu parichnique, f.vasc. Faisceau vas-
culaire, pd. périderme, lac. ec. lacune des écorces, x. xy-
lème, M. moëlle.
- Figure 2 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail d'un coussinet-Schéma-Coupe tangentielle Gx15
f.lig. fossette ligulaire, lib. liber, lib.sec. arc sécréteur
du liber.
- Figures 3
à 8 : Lepidophloios harcourti Witham
La cavité ligulaire et son canal-Schémas-Coupes tangentielles
Gx5 - f.l.l. faisceau libéro-ligneux, lig. ligule, c. lig.
canal ligulaire, c. fol. coussinet foliaire.
- Figure 9 : Lepidophloios harcourti Witham
Fossette ligulaire-Coupe tangentielle Gx50
f.lig. fossette ligulaire, ép.f.lig. épiderme de la fossette
ligulaire, par parenchyme.
- Figure 10: Lepidophloios harcourti Witham
Canal de la cavité ligulaire-Coupe longitudinale Gx15
c.lig. canal ligulaire.
- Figure 11: Lepidophloios harcourti Witham
Ligule-Coupe transversale Gx50
par. lig. parenchyme ligulaire.
- Figure 12: Lepidophloios harcourti Witham
Fossette ligulaire-Coupe transversale Gx15

1



X5

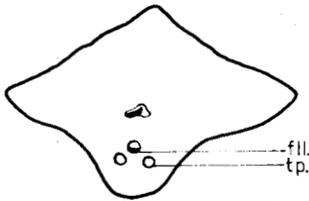
2



X15

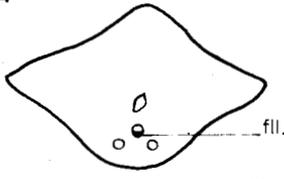


3



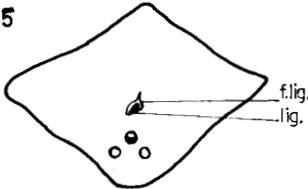
X5

4



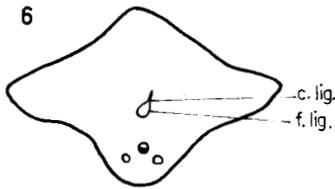
X5

5



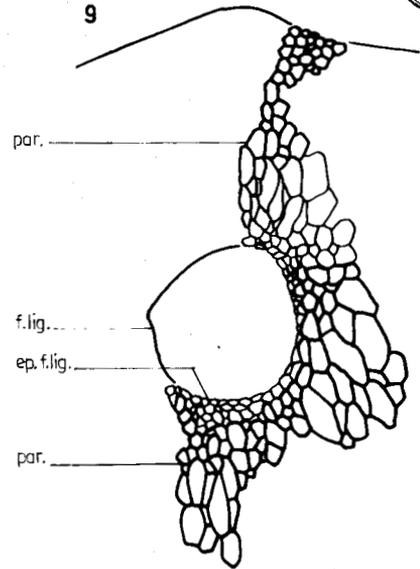
X5

6



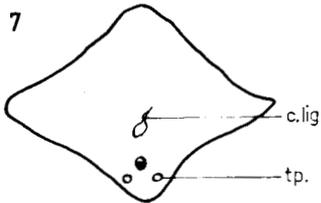
X5

9



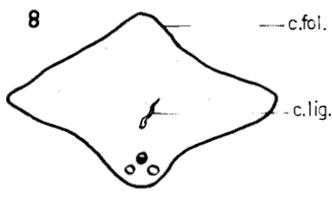
X50

7



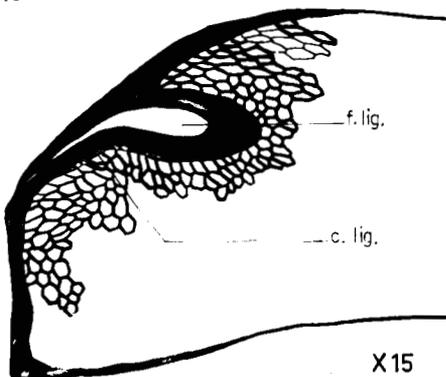
X5

8



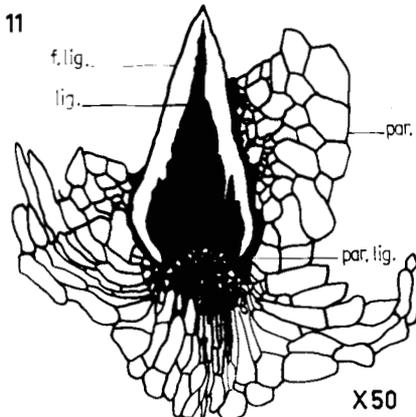
X5

10



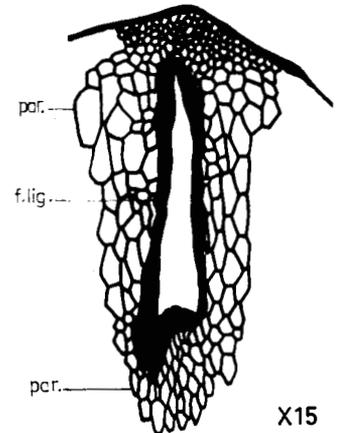
X15

11



X50

12



X15

2°) La ligule

Au-dessus de la cicatricule foliaire, se trouve, logée dans une chambre ligulaire, déterminée par un parenchyme à grands éléments, une ligule constituée d'un amas de petites cellules. (Pl. D fig. 11).

Certaines coupes tangentiellles font apparaître la fossette ligulaire et sa ligule, alors que des coupes pratiquées à d'autres niveaux ne révèlent rien. Cette fossette n'est pas visible sur des coussinets où le tissu parichnique ne forme encore qu'une seule masse. On a là, le cas de coupes assez profondes. Par contre, des coupes plus superficielles, ce qui est prouvé par la division du tissu parichnique en deux cordons distincts, dont on voit les sections transversales, montrent la cavité ligulaire avec ou sans sa ligule.

La formation ligulaire est, par conséquent, tardive puisque inexistante lorsque le faisceau libéro-ligneux accompagné de son cordon parichnique non encore bifurqué, est déjà présent dans le coussinet. C'est seulement au niveau de la division du tissu parichnique en deux masses divergentes que l'on trouve trace de la ligule, avec cependant un certain retard. La lame 2449-6 présente de nombreux coussinets coupés à un niveau tel, que seuls sont visibles le tissu vasculaire et le parenchyme lacuneux des parenthèses, en masse encore indivisé mais tendant déjà à se scinder. A ce stade, la ligule n'est pas visible. (Pl. I fig. 8). Cette même lame montre deux coussinets avec ce tissu lacuneux venant juste de se diviser, la ligule est toujours absente. (Pl. C fig. 7). Toutefois, un coussinet du même échantillon, aux cicatrices parichniques déjà nettement écartées, montre une ligule coupée transversalement (Pl. II fig. 1). La ligule naît donc un peu après la division en deux branches, du cordon parenchymateux des parenthèses.

La ligule prend naissance assez près du faisceau libéro-ligneux. Des coupes de plus en plus proches de la surface, montrent un éloignement progressif de la cavité ligulaire par rapport au faisceau vasculaire. Cette formation a donc une direction oblique par rapport à la stèle foliaire. Tout au moins au début car elle tend ensuite à lui être parallèle et ne s'en éloigne plus alors que très lentement. Jusqu'à présent, sur ces lames de Lepidophloios harcourti, je n'ai pas réussi à mettre en évidence, sur des coupes longitudinales, de fin tractus de tissu vasculaire mettant en connection la ligule et le faisceau libéro-ligneux, comme chez les Isoètes et beaucoup de Sélaginelles récentes.

La ligule est un petit organe d'environ 1 mm. Sa base élargie, sans pétiole, mesure un peu plus d'un tiers de sa longueur. (Pl. II fig. 2). Le limbe non divisé, fortement acuminé, présente quelques denticulations dues certainement à une légère destruction. Du point de vue tissulaire, elle se montre formée de nombreuses petites cellules parenchymateuses (Pl. D fig. 11). En section transversale, la ligule a un aspect d'accent circonflexe très caractéristique, différant des sections losangiques des véritables feuilles de Lépidodendracées. La ligule présente donc un sillon médian sur sa face inférieure. Les extrémités de cet accent, c'est-à-dire les deux bords du limbe, sont recourbées vers le haut, les convexités étant en regard de la cicatrice foliaire (Pl. II fig. 1 - Pl. D fig. 2).

PLANCHE E

Figure 1 : Lepidophloios harcourtii Witham

Détail d'un coussinet foliaire-Coupe tangentielle Gx50
lib. liber, tr. trachées ligneuses, v. vaisseaux scalariformes, tp. tissu parichnique, par. parenchyme.

Figure 2 : Lepidophloios harcourtii Witham

Le tissu parichnique-Coupe transversale Gx50
v.scal. vaisseaux scalariformes, lac. tp. du tissu parichnique
pd. périderme.

Figures 3

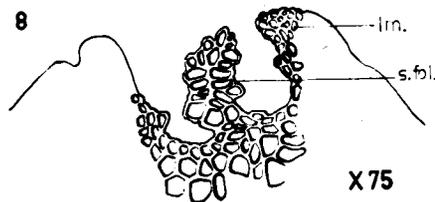
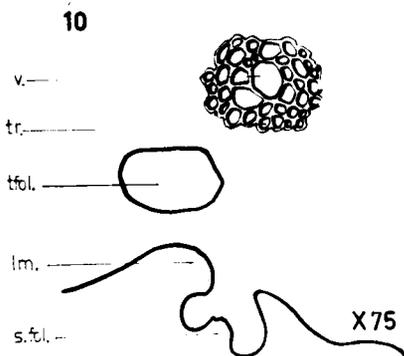
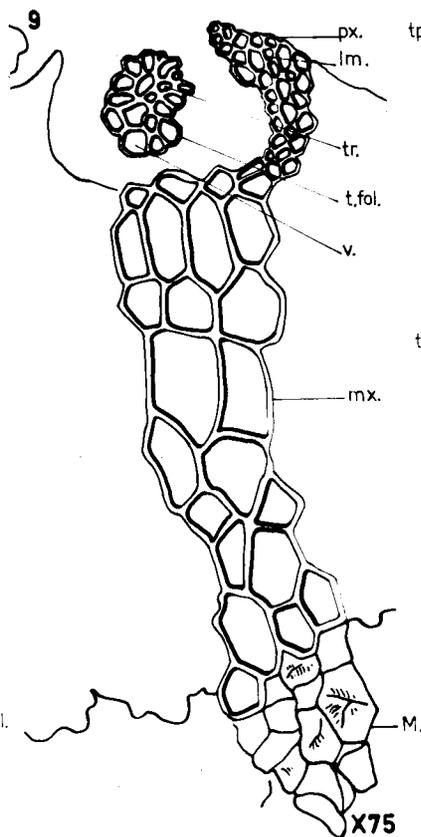
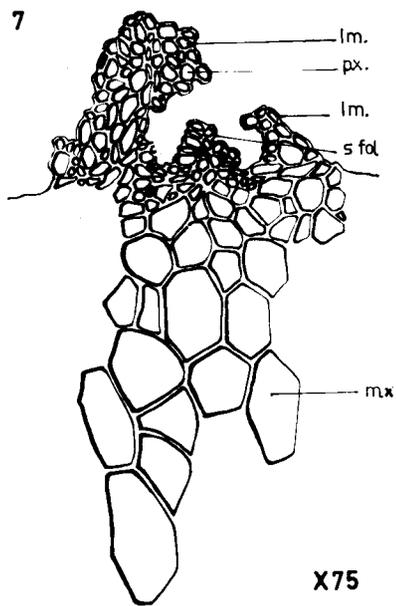
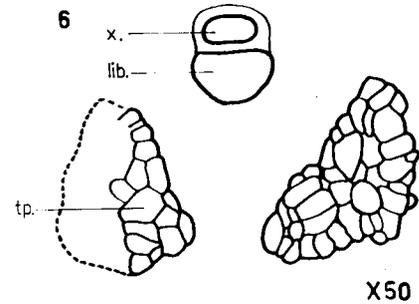
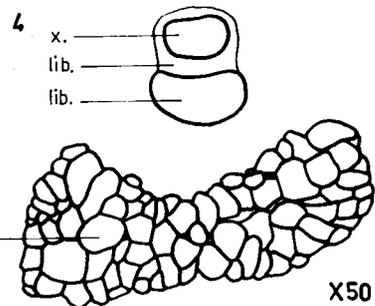
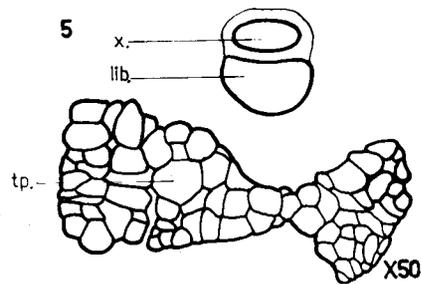
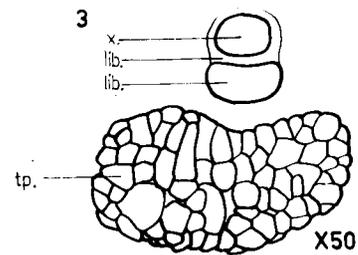
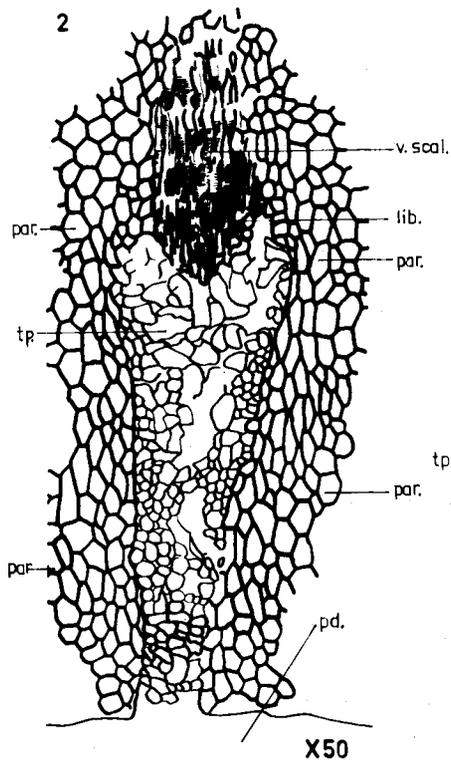
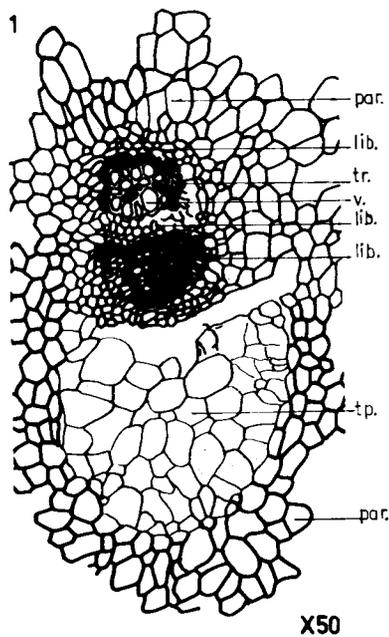
à 6: Lepidophloios harcourtii Witham

Stades successifs de la division du tissu parichnique
Coupes tangentielles Gx50
x. xylème, tp. tissu parichnique

Figures 7

à 10: Lepidophloios harcourtii Witham

Divers stades des sorties foliaires-Coupes transversales Gx75
s. fol. sortie foliaire, t.fol. trace foliaire, lm. pointement
de protoxylème dit en lame mince, px. protoxylème, mx. métaxylème, M. moëlle.



La cavité ligulaire coupée transversalement a la forme d'un triangle isocèle aux côtés fortement déprimés vers l'intérieur, devenant convexes vers l'extérieur, pouvant aller jusqu'à une forme presque circulaire au fur et à mesure que nous approchons de la surface. (Pl. D. fig. 9). La ligule y est attachée dans le fond. Le sommet du triangle montre parfois une fine crevasse comme celle apparemment qui a été décrite par Zalessky (19) chez le L. aculeatum. (Pl. G. fig. 7-9). L'examen des chambres ligulaires des coussinets d'une même coupe tangentielle, ce qui a pour avantage de présenter des vues prises sous le même angle et à des niveaux très voisins, permet de dire que cette crevasse chez L. harcourti est en fait un très fin canal, vu plus ou moins obliquement, mettant en relation l'intérieur de cette cavité avec l'extérieur. (Pl. D fig 3 à 8). Ce canal est très long et très étroit, comme le prouve la lame 2448-7 (Pl. D fig. 10).

B . Etude des coussinets foliaires de Lepidodendron obovatum

Les coussinets foliaires de cette espèce sont de forme losangique, leur grande diagonale dirigée verticalement. (Pl. F. fig. 4). Ils sont contigus mais ne se recouvrent pas comme chez le genre Lepidophloios. Leur largeur est à peu près de 1 cm et leur hauteur est d'environ 2 cm. Ainsi L. obovatum présente un rapport des diagonales voisin de 1/2, alors que L. aculeatum, étudié plus loin, présente un rapport proche de 1/3. La cicatrice foliaire est en position à peu près centrale. (Pl. II fig. 7).

Des coupes tangentielles, profondes ou d'autres, transversales, montrent comme chez L. harcourti l'écorce externe. C'est une formation secondaire dérivant d'un méristème appelé phellogène. Elle est constituée d'un endophelloderme épais et d'un exophelloderme mince que l'on groupe sous le nom de périoderme. Ces tissus corticaux de deuxième formation présentent, en coupe transversale, des cellules aux parois épaissies mais non ornementées, agencées en files radiales. Elles sont pratiquement isodiamétriques avec un léger allongement radial passant à un allongement tangentiel au niveau de la zone des coussinets. Cette zone parenchymateuse est au contraire une formation primaire à grands éléments polyédriques. (Pl. F. fig. 7).

Les traces foliaires issues de la stèle traversent ce périoderme presque horizontalement pour ensuite; semble-t-il, pénétrer dans le coussinet plus obliquement. La lame 2270-5, qui a été taillée tangentiellement au rameau, au niveau du contact périoderme-zone des coussinets, montre en effet, des traces foliaires débouchant de l'écorce externe, perpendiculairement à la surface de la tige. Des traces entourées d'un peu du parenchyme chlorophyllien du coussinet, donc légèrement plus hautes, ont sur cette même lame leur trace parichnique tendant à s'allonger radialement; ce qui prouverait un changement de direction à l'entrée dans le coussinet.

Les lames que j'avais de cette espèce ne m'ont pas permis de vérifier les sorties foliaires au niveau de la stèle ligneuse, ni de les suivre au travers des écorces. Toujours est-il qu'à la sortie du périoderme, elles se montrent formées d'un faisceau libéro-ligneux de forme

arrondie, flanqué à sa partie inférieure d'une masse de tissu à grands éléments, qui est le tissu parichnique. Celui-ci révèle une forme circulaire avec un bord supérieur concave, tendant à un aspect réniforme. Les trachées ligneuses assez nombreuses, forment une masse un peu ovulaire allongée tangentiellement : les plus grandes sont réparties au centre et sur le bord inférieur. Les éléments libériens entourent le bois moins nettement cependant que dans l'espèce précédente. Ces éléments se prolongent postérieurement en un cordon sécréteur semi-elliptique. (Pl. F fig. 5).

Plus en surface, l'aspect réniforme du tissu parichnique s'accroît. Sa taille est considérable, au moins cinq fois en largeur et trois fois en hauteur le diamètre du faisceau vasculaire. (Pl. F fig. 5). Il comprend plus de trois cents éléments polyédriques à arrondis, de taille assez semblable. Il est séparé du faisceau par, en général, quatre rangées de cellules parenchymateuses. (Pl. II fig. 9).

La lame n°7 de la même série, taillée plus en surface, présente un coussinet au tissu parichnique divisé en deux masses arrondies. (Pl. II fig. 8). A ce niveau, la masse ligneuse est nettement ovulaire. Le phloème proportionnellement est moins important que précédemment. Il est possible de voir une fossette ligulaire coupée transversalement. Elle est triangulaire avec des côtés plus ou moins courbes. La base du triangle est concave vers l'intérieur, les côtés plutôt convexes. La ligule a été détruite. La formation ligulaire apparaît donc au moment de la division du tissu parichnique en deux cordons divergents. D'abord très proche du faisceau, elle s'en éloigne ensuite suivant une direction oblique. Les coupes suivantes, plus superficielles, montrent bien cet éloignement, qui reste cependant assez limité. Je n'ai pas réussi à mettre en évidence d'éléments ligneux la mettant en relation avec la trace vasculaire. Cette disposition oblique laisse supposer tout au plus un rapport entre les deux. De plus il y a un allongement vertical très net, des éléments parenchymateux, du faisceau vers la cavité ligulaire.

J'ai décelé dans la neuvième et dernière lame de cette série, le passage du tissu parichnique à l'aérenchyme. Malheureusement cet échantillon n'a permis que peu d'observations. Apparemment ce tissu est composé de cellules arrondies et claires aux parois très foncées. En fait Weiss a démontré que les espaces blancs étaient des espaces intercellulaires et non des cavités cellulaires. Ce sont les espaces sombres qui correspondent aux cellules. Ces cellules sont polygonales, parfois rectangulaires, de petite taille. Je n'ai pas réussi à les distinguer nettement, mais j'ai observé les grands méats clairs qu'elles déterminent. Ainsi le tissu parichnique qui a pris naissance dans l'écorce moyenne et qui a accompagné la trace foliaire jusqu'à la zone des coussinets, se divise d'abord horizontalement en deux cordons. Plus tard, ces cordons se divisent à leur tour dans un plan vertical. Si bien qu'on obtient quatre branches. Deux se rendent aux cicatricules en forme de parenthèse de la cicatrice foliaire. Les deux nouvelles aux plages aérifères qui se trouvent sous cette cicatrice.

PLANCHE F

Figure 1 : Lepidophloios harcourtii Witham

L'aquixylème-Coupe tangentielle, légèrement oblique Gx75
aqx. aquixylème, par. parenchyme, f.vasc. faisceau vasculaire

Figure 2 : Lepidodendron obovatum Sternberg

La zone des coussinets-Coupe transversale Gx1
c.fol. coussinet foliaire, aé. aërenchyme, pd. périderme.

Figures 3

et 4: Lepidodendron obovatum Sternberg

Coussinets foliaires-Coupes tangentielles Gx1
tp. tissu parichnique, f.lig. fossette ligulaire

Figure 5 : Lepidodendron obovatum Sternberg

Détail d'un coussinet foliaire-Coupe tangentielle profonde
Gx50 - lib. liber, x. xylème.

Figure 6 : Lepidodendron obovatum Sternberg

Détail d'un coussinet foliaire - Coupe tangentielle Gx50
v. vaisseaux ligneux, tr. trachées ligneuses, lac.lib. lacune libérienne.

Figure 7 : Lepidodendron obovatum Sternberg

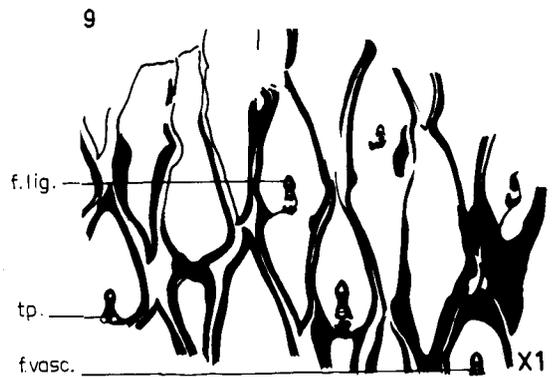
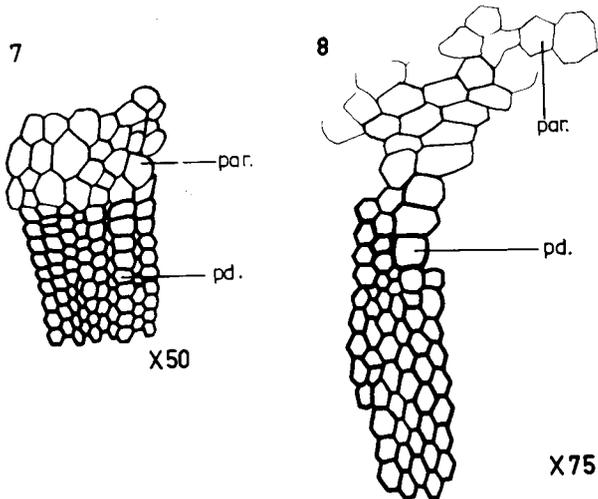
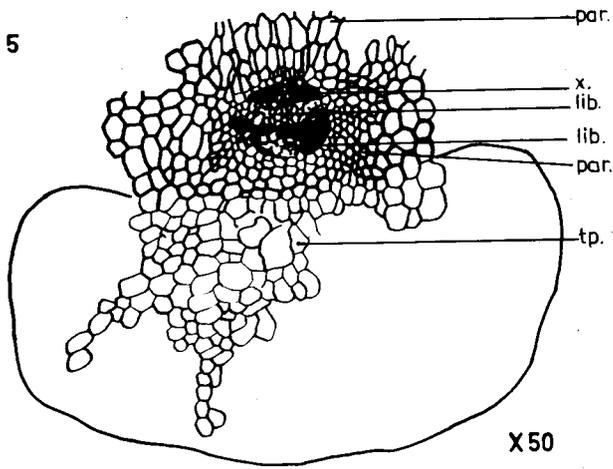
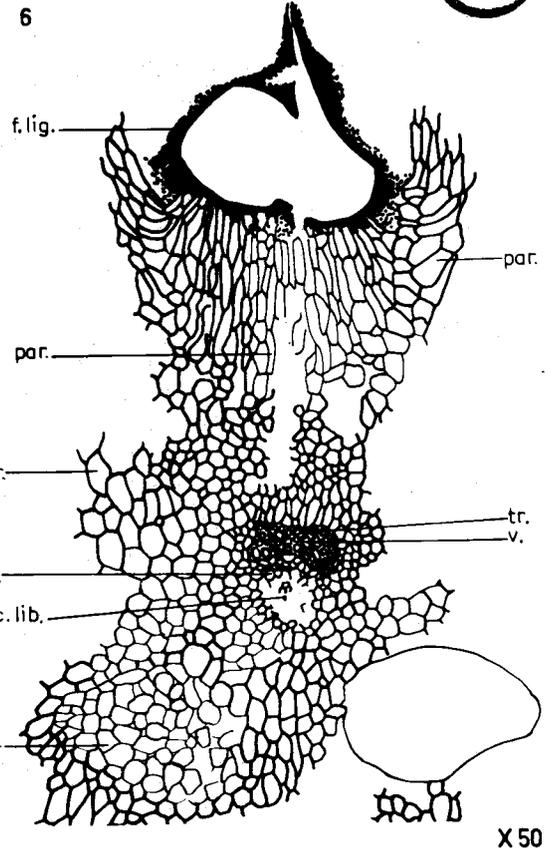
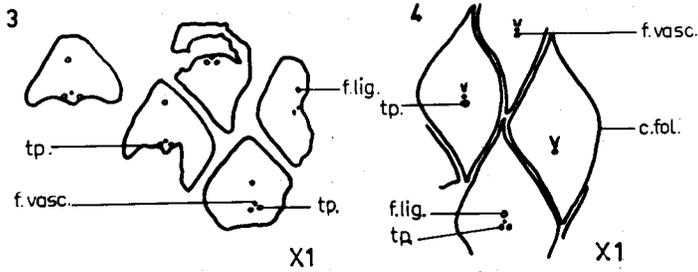
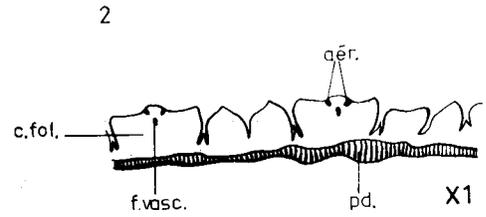
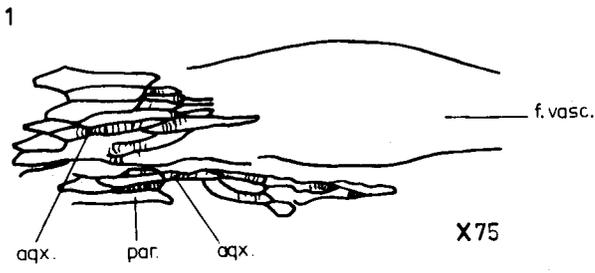
Le périderme -Coupe transversale Gx50
pd. périderme.

Figure 8 : Lepidodendron aculeatum Sternberg

Le périderme-Coupe transversale Gx75
pd. périderme

Figure 9 : Lepidodendron aculeatum Sternberg

La zone des coussinets - Coupe tangentielle Gx1
tp. tissu parichnique



L'épiderme des coussinets foliaires est rarement visible. Je rappellerai à ce sujet les travaux récents de Thomas (18) sur la cuticule des tiges lépidendroïdes, à partir d'échantillons préparés suivant le processus habituel de macération. Comme tous les Lepidodendrons, L. obovatum présente un épiderme cutinisé avec stomates sauf au niveau de la cicatrice foliaire. L. obovatum a deux arrangements cellulaires différents au-dessus et en-dessous de la cicatrice foliaire. Au-dessus les cellules épidermiques sont allongées vers la cicatrice alors qu'en dessous, elles sont isodiamétriques. (chez L. aculeatum, par contre, n'existe qu'une sorte d'épiderme). Les stomates sont au nombre de 200 par mm². Les chambres stomatiques sont profondes de 6 microns.

C . Etude des coussinets foliaires de Lepidodendron aculeatum

Comme chez L. obovatum, les coussinets foliaires sont losangiques. La grande diagonale est allongée verticalement sur 3 cm alors que la plus petite n'atteint que 1 cm. Leur rapport est donc de 1/3 alors que les coussinets de L. obovatum sont plus trapus avec seulement un rapport de 1/2. La cicatrice foliaire est placée centralement. (Pl. F fig. 9).

1°) Etude de la tige et des sorties foliaires

Les lames 2452-I et 2452-2 représentent des coupes transversales d'un rameau fortement aplati et en partie détruit. Néanmoins, il est possible d'étudier certains tissus plus résistants, restés en place tels que le bois et le périderme. (Pl. G fig. 1 et 2). Le plus petit diamètre du cylindre central est de 9 mm et le plus grand est de 3 cm. La zone centrale déprimée est emplie de quelques restes de Stigmaria.

Le bois primaire forme un anneau d'environ 4 mm d'épaisseur consistant en une vingtaine de rangées de cellules de grand calibre et en 5 à 8 rangées d'éléments plus petits à l'extérieur. Les premières constituent le métaxylème, les secondes le protoxylème.

Par endroits, à la surface de la stèle, se forment à partir de quelques cellules de protoxylème, des amas ou pointements de forme triangulaire. Il est possible de distinguer à la base de ceux-ci quelques éléments convergeant en un point : ce sont de futures traces foliaires. Le processus de sortie est celui du pointement en lame mince décrit par C.E. Bertrand. Il correspond en la formation d'un pointement triangulaire, se creusant au centre et en avant, laissant ainsi une lame de trachéïdes, à droite et à gauche alors qu'au milieu se détachent les éléments de la trace foliaire. Les deux lames constituent des pointements qui participeront aux sorties foliaires suivantes comme chez L. harcourtii.

La trace foliaire, lors de son émission, compte environ 18 trachéïdes et est allongée radialement. Un peu plus loin, elle prend une forme elliptique allongée tangentiellement et compte alors une trentaine d'éléments vasculaires. Les trachéïdes les plus grands tendent à occuper une position antérieure.

Tout ce qui entoure le xylème est du périclerme. Le liber, les écorces interne et moyenne sont totalement détruits. Le périclerme est bien développé et atteint une épaisseur de 2 mm. Les cellules sont disposées en files radiales et présentent des parois fortement épaissies. Elles sont allongées radialement. Cet allongement devient peu à peu tangentiel en arrivant dans la zone des coussinets. La disposition en files radiales, caractéristique de ces formations secondaires, cesse pour passer à une écorce externe primaire très mince avant le parenchyme proprement dit des coussinets . (Pl. F. fig. 8).

Les traces foliaires traversent le périclerme horizontalement et de ce fait, ne sont pas visibles en coupe transversale. Les deux lames tangentielles 2045-6 et 2045-7, taillées à ce niveau, montrent une trace foliaire coupée en travers. Il est possible de bien observer le tissu ligneux, qui forme une masse en croissant, allongée horizontalement, avec une concavité tournée vers le bas. (Pl. III fig. 3). J'ai compté près d'une centaine de vaisseaux et de trachées. Les échantillons étudiés par Zalessky (19) à la même profondeur, n'en avaient qu'une cinquantaine. Les trachées de petite taille sont en partie au centre, en partie sur les bords de la masse ligneuse. Les tissus sous-jacents sont détruits et ne laissent qu'une lacune correspondant au liber, et au tissu parichnique. Le tout est entouré de quelques cellules parenchymateuses du coussinet foliaire. (Pl. G fig. 3).

2°) Etude du tissu parichnique

La trace foliaire pénètre dans le coussinet de façon oblique, accompagnée de son cordon parichnique. Ce tissu est presque toujours disparu. J'ai alors considéré la où les lacunes laissées par ce dernier. Je n'ai observé le stade du cordon unique, que sur la lame 2043-2, sur un coussinet coupé obliquement. Les lames tangentielles permettent de suivre par contre l'écartement des deux branches parichniques qui va s'accroissant au fur et à mesure qu'on approche de la surface. Distantes du faisceau vasculaire d'environ quatre rangées de cellules parenchymateuses, les deux traces laissées par le tissu parichnique s'en éloignent ensuite de plus de dix rangées. Les lames 2046-8,9,10,11, notamment, montrent le passage sur un même coussinet, d'une masse parichnique réniforme de par l'aspect de la lacune observable, à deux masses qui s'écartent de plus en plus l'une de l'autre. (Pl. G fig. 6-7-8).

Sur certaines lames, ce tissu est assez bien conservé. Les deux cicatricules sont légèrement allongées dans un plan vertical. Des coupes un peu obliques, accentuent cet allongement. Les éléments sont polyédriques, presque circulaires et sensiblement de même taille. (Pl. III fig. 1 et 5).

Chaque cordon se divise ensuite dans un plan vertical, en une branche supérieure se rendant à une parenthèse et une autre inférieure se rendant à une plage aërifère. Ce stade n'est pas observable, non plus d'ailleurs que l'aërenchyme décrit par Weiss. A peine en voit-on que quelques éléments sur un coussinet de la lame 2052-2 ainsi que de la lame 2046-9. Il est possible de déceler quelques grands méats clairs, laissés par les cellules rectangulaires, de petite taille et fort sombres de ce tissu. (Pl. G fig. 8).

3° Etude du faisceau libéro-ligneux

Le tissu vasculaire conserve l'allongement tangentiel qu'il avait en entrant dans le coussinet. Les cellules sont bien ordonnées. Les plus gros vaisseaux sont nettement dans la partie médiane, en position inférieure, laissant la plupart des petites trachées se développer en haut et sur les côtés. Contrairement à Zalessky, je n'ai pas observé dans les traces foliaires, une augmentation du nombre des éléments ligneux, en allant de l'intérieur vers l'extérieur. D'après cet auteur, les éléments vasculaires, au nombre d'une cinquantaine à la sortie du péricarde, passent à une soixantaine un peu plus loin, pour augmenter encore en allant vers la surface des échantillons qu'il considérait. Pour ma part, j'ai étudié les coussinets d'une série de six lames successives (2045-7, 2046-8,9,10,11, 2047-12) et j'ai, au contraire, constaté une diminution du nombre des éléments ligneux. Au nombre d'une centaine au niveau du péricarde, ils passent à 80, 65 et 55 en arrivant à la surface. (Pl. G fig. 3 et 4).

Comme chez L. harcourti et L. obovatum le liber entoure complètement la masse ligneuse. Ce fait est ici fort net (Pl. III fig. 4). Les éléments libériens sont nombreux et à parois fines. Ce tissu se termine en arrière en un arc laticifère bien développé.

L. aculeatum montre mieux que les deux espèces précédentes l'aquixylème, sur les côtés et au-dessus surtout du faisceau ligneux. Ce tissu est visible à partir du moment où le tissu parichnique commence à se diviser. Dès ce stade, ses éléments vont se multiplier. Ils sont très courts, larges, réticulés de façon très lâche. (Pl. III fig. 7 et 8). On les observe souvent dans une lacune au-dessus du faisceau vasculaire, dûe à la disparition des cellules parenchymateuses avec lesquelles ils alternaient.

4°) Etude de la ligule

On distingue, au-dessus du xylème, au moment de la division du tissu parichnique, des éléments s'allongeant dans un plan vertical. Ceux-ci se rendent vers le haut à la formation ligulaire qui vient d'apparaître. J'ai pu observer assez bien l'anatomie de cette dernière sur la lame 2046-8, qui présente une coupe faite à la base même de la ligule.

On y voit bien le passage des éléments allongés déjà cités, aux cellules mêmes de la ligule. Celles-ci sont petites, pratiquement hexagonales, isodiamétriques, parfaitement contiguës, sans méats. Il semblerait qu'il y ait un arrangement radial assez net des éléments. Ce parenchyme est recouvert d'un épiderme formé d'une couche de cellules de très petite taille. La ligule, à ce stade, présente un aspect triangulaire très aplati. La base est postérieure, solidaire du fond de la cavité ligulaire, alors que les deux autres côtés, convexes, sont libres des parois latérales. (Pl. G fig. 9). Je n'ai pu déceler la présence de l'épiderme qui tapisse la chambre ligulaire à cause d'une carbonisation importante à ce niveau. L'angle supérieur de la cavité se prolonge vers le haut par une fente déjà fort visible. (Pl. G. fig. 9).

PLANCHE G

Figures 1

et 2 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Rameaux aplatis-Schémas. Coupes transversales Gx1
c.fol. coussinet foliaire, pd. périderme, px. protoxylème,
mx. métaxylème, tp. tissu parichnique, f.vasc. faisceau
vasculaire.

Figure 3 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Trace foliaire débouchant du périderme-Coupe tangentielle
Gx50 - par. parenchyme, lac. par. lacune parenchymateuse,
v. vaisseaux ligneux, lac. gén. lacune générale du liber et
du tissu parichnique

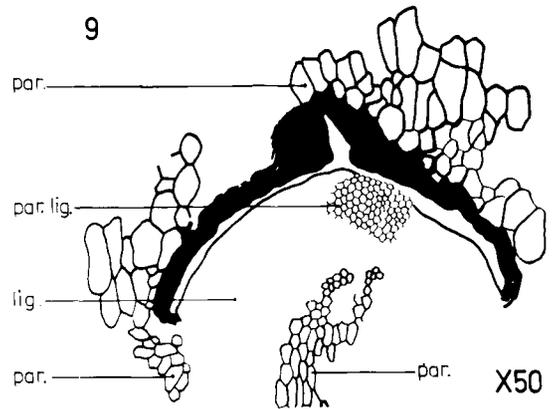
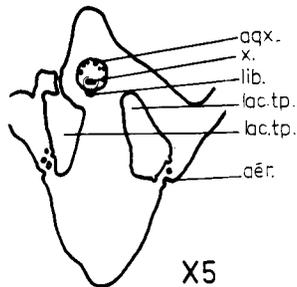
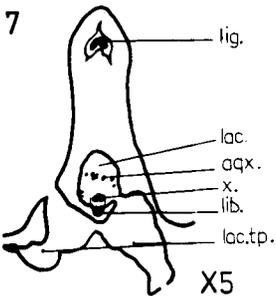
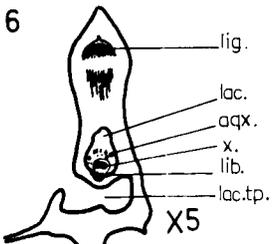
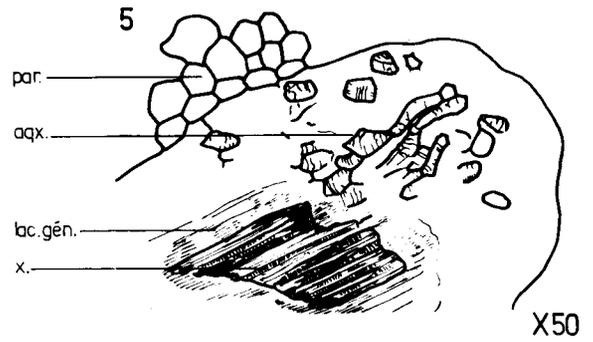
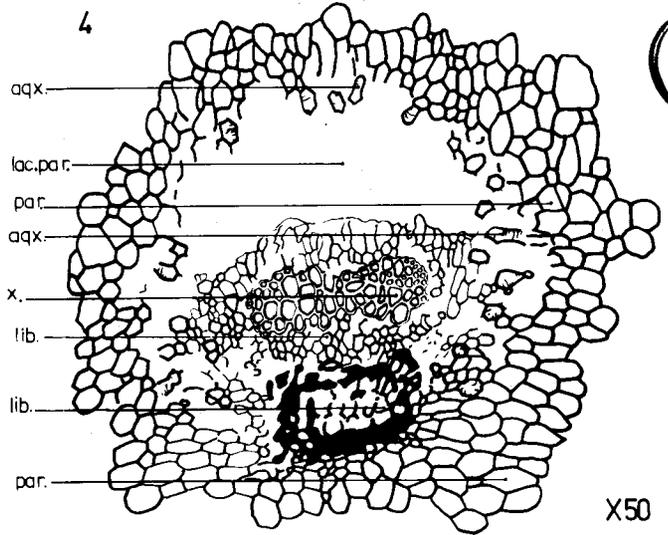
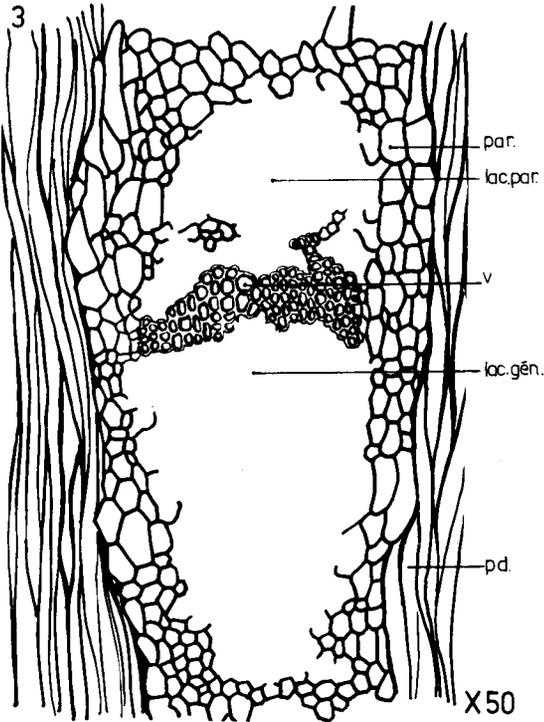
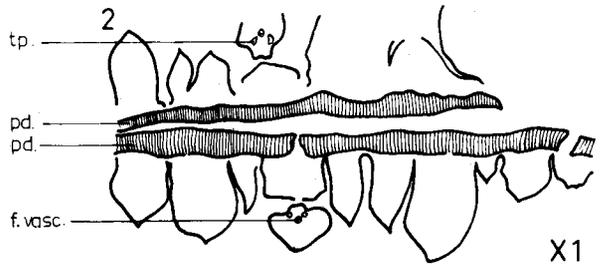
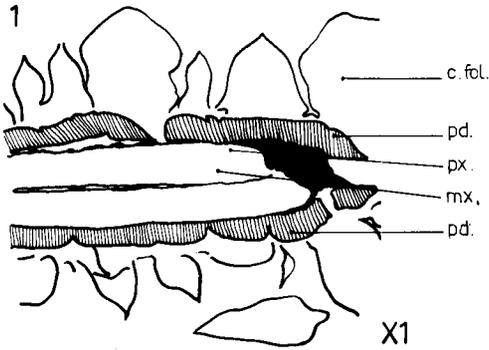
Figure 4 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Détail d'un coussinet foliaire-Coupe tangentielle Gx50
aqx. aquixylème, x. xylème, lib. liber.

Figure 5 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
L'aquixylème-Coupe tangentielle oblique Gx50

Figures 6

à 8 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Fossette ligulaire à divers niveaux-Schémas-Coupes transver-
sales Gx5
lig. ligule, f.lig. fossette ligulaire, lac. tp. lacune du tissu
parichnique, aé. aérénchyme.

Figure 9 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Ligule. Coupe tangentielle Gx50
par. lig. parenchyme ligulaire, par. parenchyme chlorophyllien.



Sur la lame suivante : 2046-9, un peu plus superficielle, la ligule est libre du bord inférieur de la chambre et occupe une position médiane. La chambre est isocèle avec une base fort concave, faisant proéminer dans la cavité. Les deux autres côtés sont convexes. L'angle supérieur est maintenant prolongé d'une crevasse fort importante. Les angles inférieurs tendent à se fendre également. La ligule, coupée transversalement, acquiert un aspect d'accent circonflexe. Sa forme doit être celle d'une languette triangulaire présentant un sillon médian inférieur. Elle est très courte et placée obliquement dans la cavité ligulaire. Des coussinets, légèrement plus hauts, de la même lame, la montrent beaucoup plus petite et déjà logée tout contre l'angle supérieur que fait cette cavité (Pl. G fig. 7). Tout de suite après, la fossette ligulaire, vide, prend la forme d'un Y renversé, pour venir vraisemblablement s'ouvrir à la surface, selon une fente très étroite. (Pl. III fig. 6). L'éloignement progressif de la chambre ligulaire du faisceau libéro-ligneux, laisse à penser que celle-ci a elle-même une direction oblique par rapport à la trace foliaire.

La formation ligulaire semble ainsi moins importante chez cette espèce que chez L. harcourtii.

CONCLUSION

Finalement, il n'existe pas de différences fondamentales entre les coussinets foliaires des deux genres étudiés. Les différences ne portent que sur la forme, l'épaisseur des coussinets (ceux des Lepidophloios sont plus épais), le nombre de cicatrices parichniques, la longueur de la cavité ligulaire.

Je m'attacherai ici à l'étude du liber des traces foliaires. Ce tissu décrit précédemment a prêté et prête encore à controverse.

Seward (17) l'étudiant chez L. vasculare, L. fuliginosum et L. harcourtii, a scrupule malgré sa position sous le bois, à nommer liber, l'arc sécréteur vu ci-dessus et lui préfère l'appellation de tissu sécréteur, l'existence de cellules allongées avec cribles n'ayant pas été démontrée, non plus qu'au niveau de la stèle des tiges d'ailleurs. Il signale cependant l'existence d'un parenchyme qu'il appelle "meristematic zone" tout contre le xylème des tiges, entre le xylème et un autre tissu, situé juste sous l'écorce interne, qu'il décrit comme étant un tissu sécréteur. L'arc que l'on observe sous le bois de la cicatrice foliaire, proviendrait de ce tissu sécréteur. Cependant, Seward en parlant plus loin des traces foliaires des cônes sporifères, note dans ces formations un tissu différent du tissu sécréteur, ressemblant davantage à du phloème. Pour Scott (16) cet arc observé dans les traces foliaires est du phloème véritable, ainsi que pour Zalessky (19) et Hirmer (12). Hovelacque (13) appelait liber non seulement cette masse sous-ligneuse mais aussi les cellules qui séparent le bois de cette dernière. Il signalait toutefois l'existence de cellules laticifères assez nombreuses sous le faisceau ligneux. Plus tard, Lemoigne (14), reprend à son compte l'idée de tissu

sécréteur et parle nettement d'un cordon sous-fasciculaire de tissu sécréteur à propos de coussinets et feuilles proprement dites des Lepidodendrons comme pour les Sigillaires. Aucune précision n'est donnée quant à l'emplacement du liber. Il ne parle que du faisceau libéro-ligneux sans plus de détails. Cependant, sur une écaille distale d'un sporophylle de Lepidostrobos, il note un liber qui "entoure complètement, comme un manchon, le faisceau vasculaire ligneux". D'autre part, il est communément admis que dans les feuilles de Lepidodendron, le liber forme une masse sous le xylème. Or Henry N. Andrews (1) a étudié une feuille trouvée en association avec L.scleroticum et devant vraisemblablement se rapporter à cette espèce, où le liber entoure complètement le bois. Les cellules parenchymateuses entourant le bois des cicatrices foliaires pourraient peut-être alors, par analogie être rapportées à du liber.

D'où les deux hypothèses suivantes :

- le faisceau collatéral est formé d'une masse ligneuse et d'une masse libérienne séparées. C'est l'hypothèse habituellement adoptée.

- le faisceau est formé d'une masse ligneuse entourée de liber, sous laquelle se trouve un cordon de tissu sécréteur.

La difficulté vient de l'absence d'observation d'éléments libériens comparables à ceux des plantes actuelles, c'est-à-dire d'éléments allongés avec cribles caractéristiques. Le problème était d'ailleurs connu des auteurs précédemment cités : Chester A. Arnold (2) ne vient-il pas, dans une étude sur L. schizostelicum, sans pour autant contester l'existence d'un phloème primaire dans les tiges, "bien que l'identification précise d'un tel tissu soit rarement possible", en tout cas réfuter l'idée de tout phloème secondaire, contrairement à ce que supposaient Weiss et Scott. Seward avait déjà pressenti que sa "meristematic zone" ne formait pas de phloème secondaire. Ce n'est là qu'un exemple, montrant les difficultés d'interprétation. Il faut se fier le plus souvent à l'aspect général de ce tissu. Il est un fait que le liber est généralement mal conservé à cause de sa fragilité, qu'il reste ainsi un matériel difficile à interpréter.

Malgré une légère différence qu'il peut y avoir sur quelques lames étudiées entre le tissu contigu au bois et le cordon sous-fasciculaire situé un peu plus bas, j'assimilerai le tout à du liber. En effet, des coupes transversales faites au niveau d'écailles de sporophylles de Lepidostrobos, étudiées plus loin, montrent une analogie parfaite entre les éléments de ce tissu et ceux qui sont associés aux cellules sécrétrices. Les éléments des feuilles fertiles ne peuvent avoir une structure différente de ceux des feuilles stériles. Je rejoindrai ainsi les vues de Hovelacque, à cette différence près que je ne limiterai pas le liber aux seules cellules parenchymateuses situées sous le bois. Les éléments du liber sur les lames que j'ai étudiées semblent en effet entourer complètement le bois plutôt que de se limiter à sa seule région inférieure. (Pl. I fig. 9, Pl. III, fig. 4). Je concilierai ainsi les opinions différentes des auteurs précédents.

V - ETUDE DES CONES SPORIFERES

Les fructifications des Lépidodendracées, par leurs caractères généraux, rappellent celles des Lycopodes. Certains détails importants, cependant, les rapprochent davantage des Sélaginelles. Mais finalement, une étude approfondie montre qu'il n'existe que peu d'affinités entre ces formes paléozoïques et les générations modernes.

Les cônes fructifères de ces formes disparues, poussaient soit à l'extrémité des ultimes rameaux comme chez le genre Lepidodendron, soit en couronne sur le tronc principal, en verticilles successifs, en dessous des premières ramifications raméales, comme chez le genre Lepidophloios (Pl. A).

Le plus souvent, les cônes étudiés sont isolés. Leur nature, peut dans certains cas, être déterminée par comparaison avec des spécimens restés en position. Il est cependant rarement possible de les rattacher aux différentes espèces de tiges connues. Pour cette raison, il est pratique de retenir le nom de genre : Lepidostrobus.

Les dimensions des divers strobiles sont fort variables. Leur longueur peut atteindre de 2,5 cm à 30 cm, leur diamètre de 1 cm à 7,5 cm. Leur forme même, généralement cylindrique, peut être quelquefois plus ou moins ovoïde. L'agencement des sporophylles sur l'axe des cônes, est, soit spiralé soit verticillé. De plus, ces fructifications peuvent être unisexuées ou bisexuées. Si bien qu'il a fallu créer des noms d'espèces différentes. La première espèce décrite dans cette étude est Lepidostrobus oldhamius.

A . Lepidostrobus oldhamius Williamson

J'ai observé quatre lames minces relatives à cette forme. Les cônes sporifères coupés longitudinalement se révèlent incomplets : leur base et leur sommet sont absents. Cependant, les échantillons représentés, atteignent déjà 5 à 6 cm de longueur; leur taille devait avoisiner le décimètre pour les plus grands d'entre eux. Leur diamètre est de 2,5 cm. Leur forme générale est cylindrique.

Les feuilles fertiles ou sporophylles sont étroitement imbriquées en spirale autour de l'axe. Elles sont en grand nombre. Il est possible d'en compter de 6 à 8 sur une demi-circonférence et plus d'une trentaine de rangées, verticalement. (Pl. II fig. 1). Chaque sporophylle porte à sa face supérieure un unique et très gros sporange, bien plus développé que ceux des Lycopodes actuelles. En moyenne, ce sporange mesure 10 mm en longueur et 2 à 3 mm en hauteur. Il est à remarquer le grand allongement radial du sporange, très caractéristique du genre. La partie supérieure du strobile montre des sporanges remplis de spores très petites et très nombreuses encore en tétrades.

1°) Structure de l'axe des cônes sporifères

La lame 2142-21, taillée longitudinalement, montre quelques restes de la stèle vasculaire. (Pl. J fig. 1). Une cinquième lame taillée transversalement dans un L. oldhamius m'a facilité l'étude de celle-ci.

Au centre de la stèle, s'observe une lacune laissée par la moëlle. Le bois primaire se montre formé essentiellement de trachéides rayés. Ces vaisseaux scalariformes correspondent à du métaxylème. Les plus gros éléments de ce tissu sont en position interne, les trachéides les plus grêles étant à la périphérie. Le développement du métaxylème est donc centripète. Des trachées plus fines encore, à épaisissements spiralés, accompagnent parfois cette formation ligneuse. Elles représentent les pointements exarques d'un protoxylème. Le liber, très mince, constitué de cellules aux parois fort fines, est pratiquement détruit. Scott (16) parle d'une zone libérienne très parenchymateuse avec des éléments allongés formant le phloème véritable, qui n'occuperait qu'une petite place vers l'extrémité de cette zone. On n'observe pas de bois secondaire. Les écorces qui font suite sont difficiles à étudier. Quelques lambeaux d'écorce interne subsistent par endroits. Cette zone apparemment très étroite, est parenchymateuse. Lui fait suite un vide devant correspondre à une écorce moyenne, enfin, plus en surface, on trouve une écorce externe assez bien développée, aux éléments épais et fibreux, qui se poursuit jusque dans la base des sporophylles (Pl. J fig. 2).

Ainsi l'anatomie de l'axe des cônes est tout à fait semblable à celle des plus jeunes rameaux de Lepidodendron.

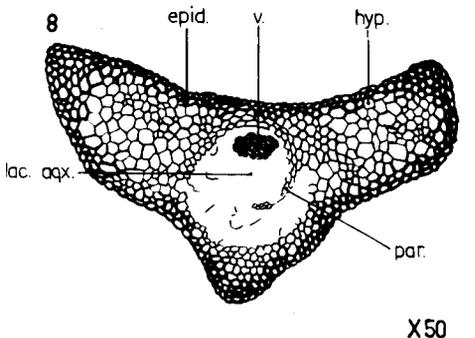
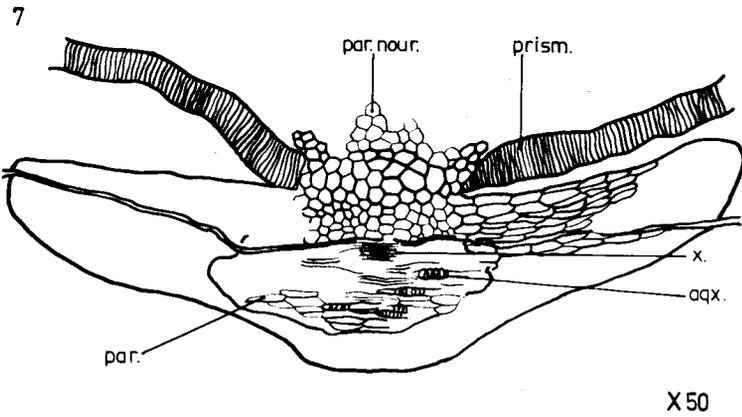
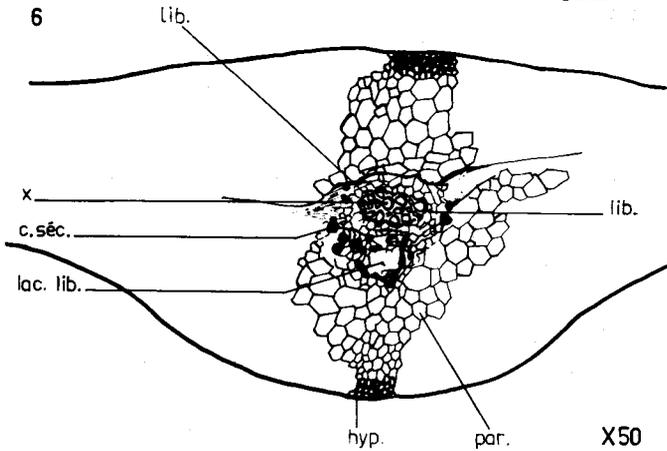
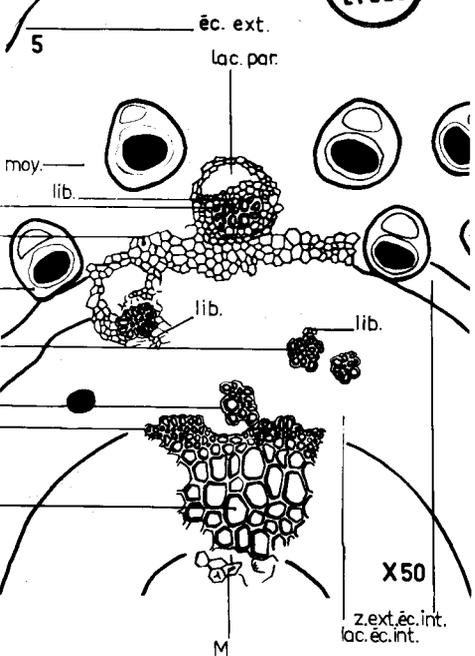
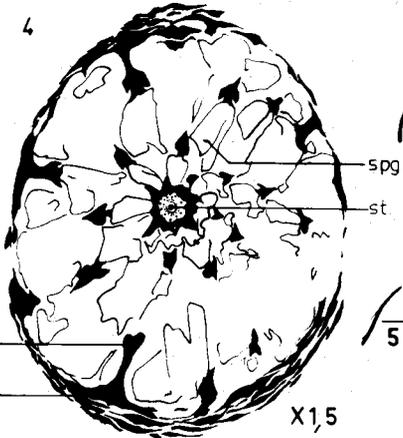
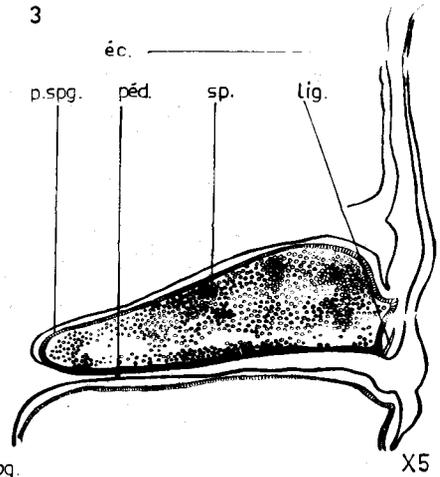
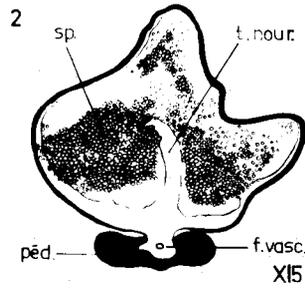
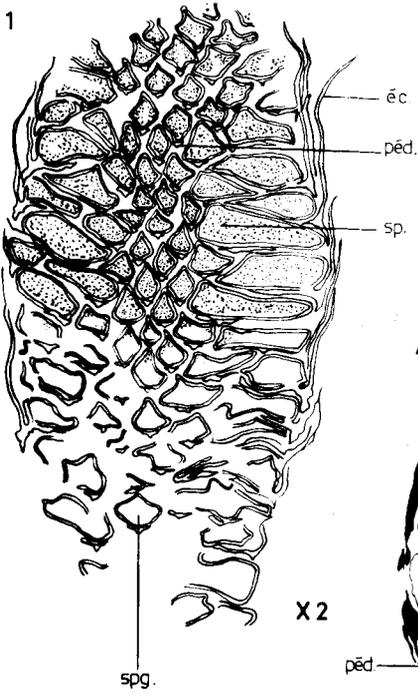
Il est un fait remarquable à signaler, c'est le grand nombre de traces foliaires que l'on peut observer. Ceci s'explique quand on sait le nombre important des feuilles fertiles qui constituent le strobile. Les traces foliaires sortent rapidement, pour une course très abrupte, presque verticale au travers des écorces. Ce n'est qu'au niveau de l'écorce externe que leur trajet s'infléchit et devient peu à peu horizontal, juste avant de pénétrer dans les sporophylles. (Pl. J. fig. 2). J'ai pu observer la présence de trachéides scalariformes fort visibles accompagnés d'éléments libériens au contraire très mal fossilisés. Une gaine importante de tissu parenchymateux entoure les faisceaux vasculaires dès leur entrée dans l'écorce externe. Il est vraisemblable que ce parenchyme tire son origine de l'écorce interne qui est justement parenchymateuse. Il est à noter, comme le montre la lame 2142-22, que cette gaine tend à devenir beaucoup plus épaisse, sous le faisceau libéro-ligneux, à l'entrée de la bractée fertile. (Pl. J fig. 2).

2°) Les sporophylles

Chaque sporophylle est constitué d'une sorte de pétiole horizontal, de section triangulaire, qui part de l'axe du strobile. Cette formation qui porte le sporange est appelée pédicelle ou sporangiophore. Ce long pédicelle, s'aplatit et se coude presque à angle droit en une écaille qui se développe verticalement à la surface du cône. La section transversale du pédicelle a la forme d'un triangle isocèle de plus en

PLANCHE H

- Figure 1 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Cône sporifère-Coupe longitudinale Gx2
éc. écaille distale du sporophylle, péd. pédicelle du sporophylle, sp. spores en tétrades, spg. sporange.
- Figure 2 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Sporange-Schéma-Coupe transversale Gx15
t.nour. tissu nourricier, f. vasc. faisceau vasculaire
- Figure 3 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Sporange-Schéma-Coupe longitudinale Gx5
lig. ligule, p. spg. paroi du sporange
- Figure 4 : Lepidostrobus sp. = cf. L. oldhamius Williamson
Cône sporifère-Coupe transversale Gx1,5
spy. sporophylle, st. stèle de l'axe du cône.
- Figure 5 : Lepidostrobus sp. = cf. L. oldhamius Williamson
Axe du strobile-Coupe transversale Gx50
éc. ext. écorce externe, lac. moy. lacune de l'écorce moyenne, z. ext. éc. int. zone externe de l'écorce interne, lac. éc. int. lacune de l'écorce interne, g. par. gaine parenchymateuse, lac. par. lacune parenchymateuse, lib. liber, x. xylème, par. parenchyme, s. fol. sortie foliaire, px. protoxylème, mx. métaxylème, M. moëlle.
- Figure 6 : Lepidostrobus sp. = cf. L. oldhamius Williamson
Écaille-Coupe transversale Gx50
hyp. hypoderme sclérenchymateux, lib. liber, lac. lib. lacune libérienne, c. séc. cellule sécrétrice.
- Figure 7 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
L'aquixylème-Coupe transversale d'un pédicelle, légèrement oblique Gx50
par. nour. parenchyme nourricier, prism. parois prismatique du sporange, aqx. aquixylème.
- Figure 8 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Pédicelle coupé transversalement Gx50
épid. épiderme, v. vaisseaux ligneux, lac. aqx. lacune de l'aquixylème.



plus surbaissé au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'axe. Le sommet est tourné vers le bas, la base qui supporte le sporange, regarde vers le haut. Les angles sont fort arrondis et les trois côtés sont concaves. (Pl. H fig. 2). La concavité de la face supérieure s'accroît en son milieu, y formant une rainure dans laquelle s'attache le sporange. (Pl. IV fig. 1).

Le faisceau libéro-ligneux bien visible, occupe une position centrale. Seuls sont bien observables, les trachéides rayés. La gaine parenchymateuse, est ici bien développée, surtout sous le faisceau vasculaire. Les éléments en sont quelquefois détruits. On ne voit plus alors qu'un vide, bien délimité cependant, par des cellules épaissies qui forment la charpente du pédicelle. (Pl. H fig. 8). Scott pense que cette lacune parenchymateuse doit correspondre au tissu parichnique des axes végétatifs et parle d'autre part d'un tissu de transfusion entourant le faisceau. Pour ma part, je pense plutôt, ayant découvert ce tissu de transfusion au niveau de cette lacune essentiellement, (Pl. H fig. 7) qu'il ne s'agit pas de tissu parichnique. Dans certains cas de préservation suffisante, il est possible en effet de découvrir dans cette gaine, entre des éléments parenchymateux normaux, des cellules qui se sont différenciées en éléments possédant des épaississements spiralés de leur paroi. (Pl. IV fig. 8). Ce tissu est de l'aquixylème. L'aquixylème est ici particulièrement abondant et constitue l'essentiel du mésophylle. Des coupes longitudinales du pédicelle montrent bien ces trachéides beaucoup plus courts que les véritables trachéides du faisceau foliaire. Ceux-ci sont également plus gros, moins régulièrement répartis et ne présentent dans leurs parois qu'une spirale ligneuse très lâche. (Pl. III fig. 9).

L'extrémité de la bractée fertile s'élargit en une grande écaille qui monte verticalement sur plus de 10 mm. Celle-ci est prolongée vers le bas par une petite lame de 2 mm environ. Si bien que l'ensemble donne un aspect pelté très caractéristique. Les sporanges se trouvent ainsi logés dans des espaces presque clos et de ce fait sont particulièrement bien abrités. (Pl. H fig. 3). Le faisceau vasculaire et le tissu aquifère continuent d'être fort visibles.

Un autre trait intéressant à signaler est la présence d'une ligule. Maslen fut le premier à en démontrer l'existence chez L. oldhamius. Il n'a été possible d'en déceler deux, fort bien conservées, dans la lame 2142-21. La ligule est située sur la face supérieure, juste dans l'angle que fait l'écaille du sporophylle. Elle se trouve ainsi logée entre le sporange et l'écusson protecteur. Il n'y a pas de chambre ligulaire à proprement parler. Il est à remarquer que la ligule, contrairement à celle des S. laginellae récentes, est ici très éloignée de l'axe. (Pl. IV fig. 3). Elle est toute petite et ne mesure que 5 à 6 dixièmes de mm. Elle est pointue et formée de minuscules cellules parenchymateuses.

3°) Les sporanges

Les sporanges sont attachés sur toute la longueur du pédicelle mais complètement indépendants de l'écaille distale. Par leur forme générale et leur mode d'attache à la bractée, ils ressemblent à ceux des Isoètes. Ce n'est que suivant une bande très étroite que le sporange est en

contact avec la face supérieure du sporophylle. Par contre, il déborde largement de chaque côté, les bords du pédicelle. (Pl. H fig. 2). Près de l'axe, les sporanges, serrés les uns contre les autres, sont plus hauts que larges avec leurs flancs supérieurs déprimés par suite de la position en quinconce des formations sus-jacentes qui sont fort proches (Pl. IV fig. 1). Plus loin ils s'arrondissent, s'épanouissent, plus librement; leur largeur augmente progressivement.

Chaque sporange montre une paroi externe formée d'une seule couche de cellules prismatiques à l'intérieur de laquelle se trouve la chambre sporifère. Ces cellules de forme rectangulaire sont au moins cinq fois plus longues que larges et disposées radialement suivant leur longueur. (Pl. IV fig. 7). Certaines coupes montrent qu'il existe au niveau de l'insertion du sporange sur le sporophylle, un bourrelet d'un délicat tissu qui s'enfonce à l'intérieur de la chambre sporifère. Ce tissu stérile sert sans doute à la nutrition et au développement des spores (Pl. IV fig. 1). C'est surtout au sommet des strobiles, que l'on peut observer ces formations, c'est-à-dire dans les sporanges les plus jeunes. Les faisceaux libéro-ligneux des sporophylles, accompagnés de leur gaine parenchymateuse sont directement en relation avec ce tissu nourricier. Celui-ci généralement pénètre dans le sporange suivant trois branches principales, une médiane importante et deux latérales. Les cellules qui le constituent sont polyédriques, pratiquement isodiamétriques, très claires, avec des parois extrêmement fines.

4°) Les spores :

Les spores ne sont présentes que dans la partie supérieure du strobile. La partie inférieure est occupée par des sporanges malheureusement vides. Aussi est-il difficile d'affirmer quoi que ce soit quant à la nature de ces derniers. Peut-être sont-ce là des mégasporanges qui contenaient quelques grosses mégaspores déjà échappées ? Il est impossible, de ce fait, de dire si le cône est uni ou bisexué. De nombreux auteurs Hirmer (12) entre autres pensent que L. oldhamius est isosporé. Ce qui est l'hypothèse la plus vraisemblable. Plus récemment Emberger (10) confirme le caractère unisexué de ce cône et envisage même l'homosporie de l'espèce. On observe, entre les sporanges pleins de la partie supérieure du cône et les sporanges vides de la partie inférieure, des sporanges à demi-pleins des mêmes spores que celles décrites dans les sporanges supérieurs. Ces sporanges sont en train de se vider. On peut d'ailleurs voir divers stades de cette déhiscence. Le phénomène est progressif : les sporanges les plus bas, mûrs les premiers, ont été les premiers à s'ouvrir. Ce qui laisse à penser que les sporanges inférieurs ne sont pas de nature différente mais seulement plus anciens et déjà totalement vidés de leurs spores. De plus, il n'est pas vraisemblable que des mégaspores situées en bas de ce cône aient pu s'échapper avant la maturité des microspores. (si toutefois, elles s'échappaient, les mégaspores d'autres espèces trouvées in-situ germant en effet dans le sporange même).

Les spores sont innombrables et très petites. Leur diamètre est d'environ 20 à 30 microns. Le plus souvent, elles sont encore en tétrades sauf dans certains sporanges en cours de déhiscence. Les tétrades montrent le mode d'accolement caractéristique des spores appartenant à la division des trilètes. (Pl. IV fig. 9). Les spores isolées présentent d'ailleurs une marque apicale en forme d'Y, très nette. (Pl. J fig. 4). Les branches de l'Y sont rectilignes et très longues et se prolongent jusqu'à un anneau plein, appelé cingulum, qui entoure l'équateur de la spore. Le cingulum a un aspect plus sombre que celui du corps central et de ce fait est aisément observable. Une fine granulation recouvre l'exospore, la forme générale est triangulaire à arrondie. Il est possible de conclure que ces microspores sont des zono-trilètes du genre Lycospora (Pl. J fig. 3 et 4).

B . Lepidostrobus sp. = cf. L.oldhamius

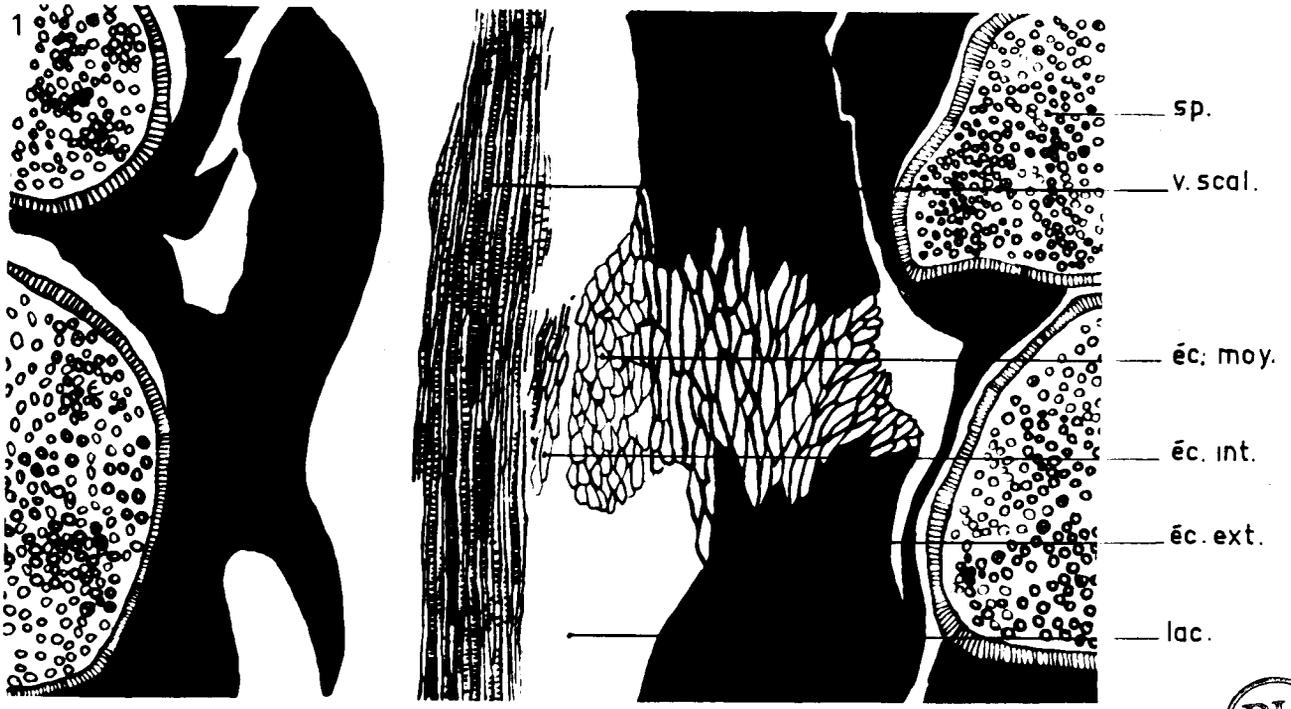
La taille de l'axe du cône, l'aspect des sporanges, la nature des spores permettent de rapporter ce spécimen à L.oldhamius.

La section du cône est pratiquement circulaire avec un diamètre atteignant environ 4 cm. Les sporophylles sont disposés sur la coupe suivant des cercles concentriques. Ceci est dû au fait que les sporophylles sont dirigés de façon légèrement oblique vers le haut et coupés par conséquent plus ou moins loin de l'axe qui leur a donné naissance. Les sporophylles alternent d'un cercle à l'autre. Cette position en quinconce prouve leur disposition en spirale. (Pl. H fig. 4). Ils sont également étroitement serrés, au nombre de 6 à 8 sur un même cercle, en alternance avec 6 à 8 autres sur le cercle suivant. Les sporanges mesurent jusqu'à plus de 15 mm en longueur et 10 mm en largeur à la surface du cône. L'axe du strobile a un diamètre d'environ 5 mm.

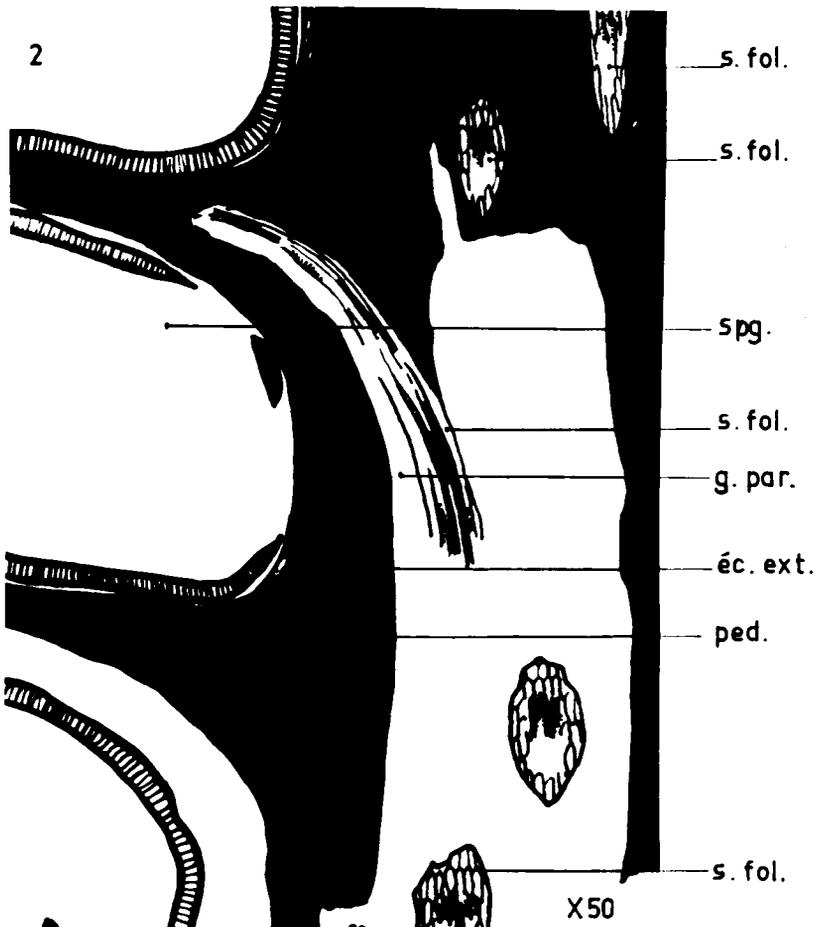
Au centre de la stèle, se trouve un vide correspondant à la moëlle. Il y reste d'ailleurs, par endroits, quelques éléments parenchymateux. Nous trouvons ensuite un anneau de métaxylème. Ce métaxylème est constitué de cellules qui augmentent de taille, de la périphérie vers le centre. Son développement est donc centripète. Lui font suite des éléments ligneux plus petits, disposés en amas nombreux et très rapprochés, participant activement à l'émission des traces foliaires. C'est là le protoxylème qui forme un anneau continu et très fin autour du métaxylème. Il n'a pas été possible de déceler le phloème. Celui-ci beaucoup trop fragile a été détruit lors de la fossilisation ainsi d'ailleurs que la zone corticale la plus interne. On a un vide qui laisse à penser que cette zone devait être parenchymateuse. Ce que corrobore la présence de parenchyme un peu plus loin, représentant sans doute les couches les plus externes de cette écorce interne. La zone suivante est également dépourvue d'éléments figurés. Il devait y avoir là une écorce moyenne. On passe ensuite à une zone importante, correspondant à une écorce externe, formée de cellules polyédriques aux parois épaissies et certainement sclérifiées. (Pl. IV fig. 2).

PLANCHE J

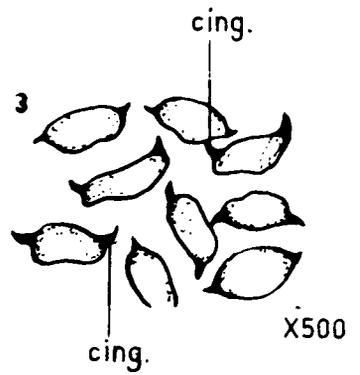
- Figure 1 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Axe du strobile-Coupe longitudinale Gx50
sp. spores, v.scal. vaisseaux scalariformes, éc.int. écorce interne - éc. moy. écorce moyenne, éc.ext. écorce externe, lac. lacune des écorces interne et moyenne.
- Figure 2 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Sorties foliaires-Coupe longitudinale Gx50
Spg. sporange, s.fol. sortie foliaire, g.par. gaine parenchymateuse, péd. pédicelle.
- Figure 3 : Lycospora
Schéma-vue équatoriale Gx500
- Figure 4 : Lycospora
Vue polaire Gx500
cing. cingulum, m. marque apicale en Y



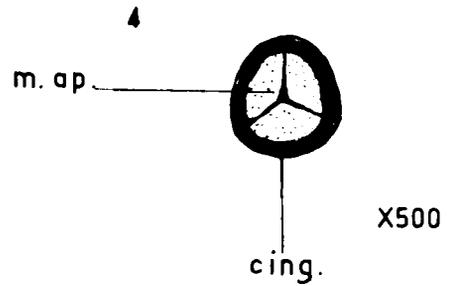
X50



X50



X500



X500

Les traces foliaires prennent naissance à la surface de la stèle à partir de petits amas constitués de quelques trachées. Ces amas sont nombreux, en relation avec le grand nombre de traces foliaires observables. La trace se détache de la stèle, les éléments les plus gros étant généralement situés postérieurement. Les trachées antérieures sont orientées radialement, les postérieures tangentielllement. A ce stade, la trace foliaire est composée d'une douzaine d'éléments. Les éléments de petite taille sont au milieu. Elle traverse le phloème, se charge d'éléments libériens, malheureusement peu visibles, et arrive dans la zone externe de l'écorce interne. A ce niveau, elle acquiert une gaine importante d'éléments parenchymateux, qui l'entoure complètement et lui donne un contour circulaire. Les cellules libériennes sont à ce stade assez visibles et entourent les éléments vasculaires ligneux (Pl. H fig. 5). La trace foliaire ressemble ainsi à celle des Lycopodes actuelles. Cette gaine est beaucoup plus importante antérieurement et présente une lacune fort visible en avant. Cette trace traverse l'écorce moyenne presque verticalement pour infléchir sa course dès son entrée dans l'écorce externe. De ce fait, le faisceau vasculaire se retrouve en position supérieure, la partie antérieure de la trace foliaire en position inférieure. Les traces pénètrent ensuite dans les sporophylles. Les sporophylles, coupés obliquement, permettent de retrouver plus loin les éléments vasculaires décrits précédemment. La gaine se montre formée non seulement de cellules parenchymateuses normales mais aussi de gros éléments spiralés, qui font que ce tissu peut être considéré comme étant un tissu de transfusion.

La lame 2559-CI montre de très bonnes sections transversales de l'écaille distale des sporophylles. La section du limbe est isocèle à losangique avec une largeur au moins six fois égale à la plus grande épaisseur. La partie centrale est bombée vers l'extérieur du cône. Cette convexité externe correspond à l'angle inférieur du triangle déterminé par le pédicelle coupé en travers. Lors du changement de direction, la partie inférieure s'est tournée vers l'extérieur. Les tissus sont fort visibles. Sous l'épiderme on trouve un hypoderme sclérenchymateux de trois à quatre rangées de cellules, aux parois épaissies (Pl. H fig. 6). Dans le parenchyme fondamental se retrouvent des éléments d'aquixylème. Le faisceau vasculaire est en position centrale. Il comprend en général une douzaine de trachéides fort distincts, formant une masse allongée tangentielllement, épaisse souvent de 2 ou 3 rangées d'éléments (Pl. IV fig. 4). On compte dans des limbes coupés plus près du pédicelle, 15 à 18 de ces éléments alors que sur des sections plus hautes, le nombre de trachées est inférieur à 12 et passe à 7 et même à 4. Il y a donc une diminution des éléments vasculaires en allant vers l'extrémité de l'écaille. Il est possible que ces éléments ne montent pas tout à fait jusqu'au bout de celle-ci. Un manchon de tissu très fin représenté par le liber entoure le xylème (Pl. IV fig. 6). Le liber se continue du côté externe en un arc comprenant des cellules sécrétrices bien caractérisées (Pl. IV fig. 4). Les cellules libériennes non sécrétrices de cet arc sont tout à fait semblables aux cellules libériennes qui entourent le bois. Ce trait est beaucoup plus net ici qu'il ne l'était dans les coussinets foliaires étudiés précédemment.

C . Conclusions

Les sporangiophores correspondent à des bases de feuilles normales ou mieux aux coussinets mêmes où s'attachaient ces feuilles, l'écusson étant la feuille proprement dite. L'analogie avec le coussinet foliaire se trouve confirmée par l'emplacement de la ligule. Je n'ai toutefois pas observé de tissu parichnique. J'ai par contre décelé un tissu aquifère fort abondant. L'absence du premier tissu se conçoit aisément quand on sait son rôle respiratoire et l'inexistence dans les sporophylles, d'orifices, telles que les parenthèses qui permettraient l'entrée de l'air. Les strobiles étaient attachés à l'extrémité des ultimes rameaux et se développaient en milieu relativement sec, l'humidité des sols marécageux, étant vraisemblablement absorbée par une épaisse végétation intermédiaire avant que d'arriver jusqu'à la cîme des arbres. L'abondance de tissu aquifère palliait ainsi au manque d'eau.

TROISIEME PARTIE

CONCLUSIONS

J'ai vérifié la structure des tiges de Lepidodendron veltheimi, étudié les coussinets foliaires de deux Lepidodendron et d'un Lepidophloios, m'attachant plus à rechercher les ressemblances que les différences existant. J'ai étudié deux Lepidostrobus et tenté de ramener, dans un but de généralisation, leur structure à celle des rameaux, de façon à montrer l'appartenance à un même genre des divers spécimens étudiés. C'est ainsi qu'étudiant le liber des traces foliaires des tiges et des strobiles, j'ai été amené à formuler une hypothèse peut être trop audacieuse.

J'ai parfois émis quelques idées sur la biologie de ces plantes, essayant de les faire rentrer dans le cadre des observations effectuées. C'est ainsi que j'ai tenté de donner une explication à la présence d'un aquixylème abondant et à l'absence de tissu parichnique dans les sporophylles des cônes sporifères.

En définitive, les plantes étudiées présentent des caractères très primitifs : ne seraient-ce que la taille réduite de la stèle, parfois l'absence de moëlle, le développement centripète du bois et l'épaisseur importante des écorces. Cependant l'examen de certaines espèces de Lepidodendron, compte-tenu de leur âge géologique, montre qu'il s'est produit une évolution. Lepidodendron esnostense du Culm possède une protostèle fort simple, Lepidodendron pettycureense du Carbonifère inférieur, une protostèle entourée de bois secondaire. Par la suite s'observe un début de médullation comme chez L. vasculare du Carbonifère inférieur et moyen. Il est à remarquer qu'il y a un passage direct entre L. esnostense et L. vasculare si on considère les formes jeunes de L. vasculare, chez lesquelles ne s'observent pas de formations secondaires. On passe ensuite aux formes siphonostéliques à moëlle pure tel que Lepidodendron veltheimi (Dinantien au Namurien).

Il est vraisemblable que tous les *Lepidodendrons* étaient hétérosporés mais les spores pouvaient ne pas être sur un même cône. Andrews (1) a démontré une certaine évolution allant vers une réduction du nombre des macrospores et une augmentation de la taille de ces dernières. Il a noté par exemple : *Lepidostrobus braidwoodensis* Arnold, qui présente quatre mégaspores, où trois avortant, une seule se développe et atteint jusqu'à 2 mm de diamètre. Le passage pourrait ensuite être fait avec les Ptéridospermales grâce à *Lepidocarpon*. Ce genre présente des mégasporanges tégmentés, assimilables à des graines, par suite du développement latéral du sporophylle qui enferme ainsi complètement la mégaspore unique. Ce serait là l'évolution maximum des *Lepidophytes*.

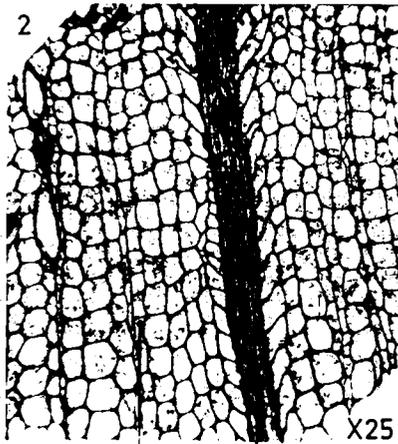


PLANCHE I

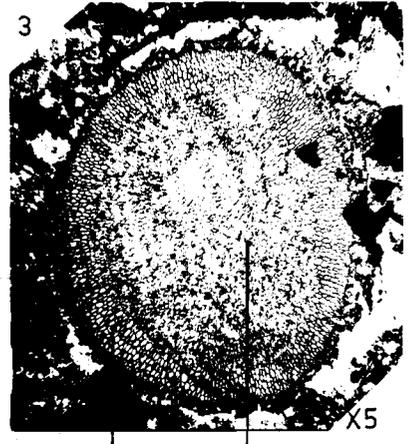
- Figure 1 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Coupe transversale d'une tige G x 5
cf. coussinet foliaire, s.ran. sortie r m eale, BII Bois secondaire.
Origine : Burntisland. Niveau : Tournaisien
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 55
- Figure 2 : Lepidodendron veltheimi Sternberg
Sortie foliaire. Coupe transversale d'une tige G x 25
sf. sortie foliaire, BII bois secondaire.
Origine : Pettycur. Niveau : Tournaisien
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2583-H2CI
- Figure 3 : Lepidophloios harcourti Witham
Coupe transversale d'une tige G x 5
mx. métaxylème, M. moëlle
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-I
- Figure 4 : Lepidophloios harcourti Witham
Coussinets foliaires. Coupe tangentielle G x 5
tp. tissu parichnique, fl. faisceau libéro-ligneux.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-6.
- Figure 5 : Lepidophloios harcourti Witham
Coupe longitudinale de la stèle vasculaire d'une tige G x 5
tr. trachéides
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-9.
- Figure 6 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail de la périphérie de la stèle vasculaire d'une tige
G x 25
px. protoxylème, s.fol. sortie foliaire.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-7
- Figure 7 : Lepidophloios harcourti Witham
Le tissu parichnique dans un coussinet foliaire coupé trans-
versalement G x 25
tp. tissu parichnique, fl. faisceau libéro-ligneux.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-I
- Figure 8 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 25
x. xylème, lib. liber, tp. tissu parichnique.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-6.
- Figure 9 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 25
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame n 2449-7



cfol. s.ram. BII
fil.



BII s.fol.



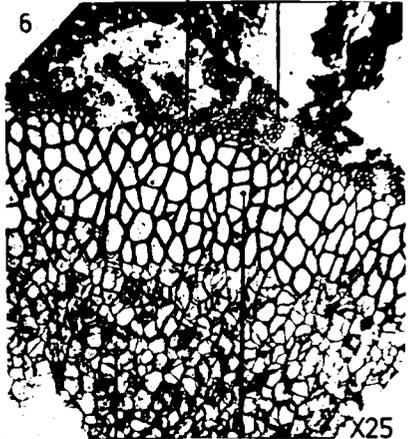
mx. M.
px. s.fol.



tp. c.fol.
tp. fil.



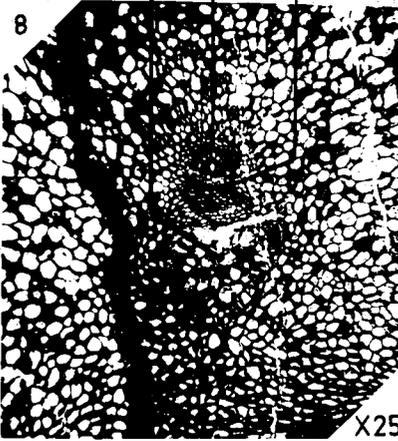
tr.
tp. x. lib.



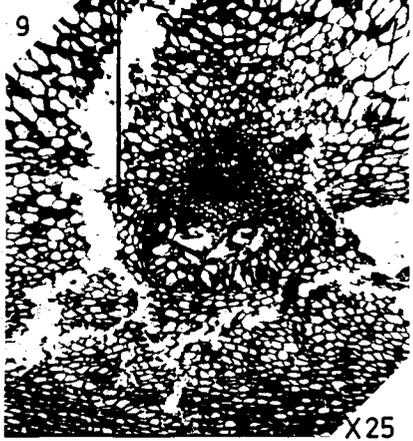
M. mx.



X25



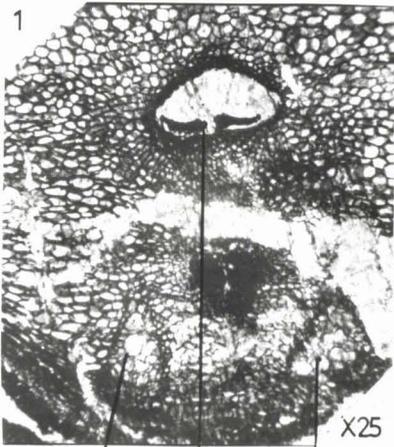
X25



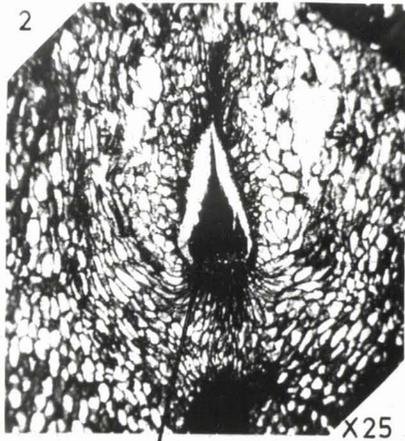
X25

PLANCHE II

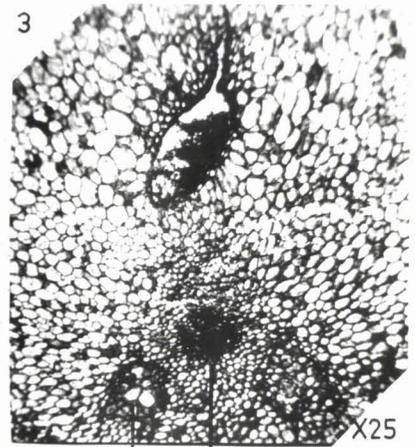
- Figure 1 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 25
tp. tissu parichnique, lig. ligule.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2449-6.
- Figure 2 : Lepidophloios harcourti Witham
La ligule. Coupe transversale G x 25
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2448-2
- Figure 3 : Lepidophloios harcourti Witham
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 25
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Viséen supérieur.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2448-4
- Figure 4 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Coussinet foliaire. Coupe transversale G x 5
fil. faisceau libéro-ligneux, tp. tissu parichnique.
Origine : Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-1
- Figure 5 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 5
f. lig. fossette ligulaire.
Origine : Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-7.
- Figure 6 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Trace foliaire au niveau d'un coussinet foliaire. Coupe trans-
versale G x 5
tr. fol. trace foliaire.
Origine : Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-2.
- Figure 7 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Détail d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 5
Origine; Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-6
- Figure 8 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Tissu parichnique divisé en deux cordons. Coupe tangentielle
G x 25
Origine : Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B.
Collection. Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-7
- Figure 9 : Lepidodendron obovatum Sternberg
Tissu parichnique au stade du cordon unique. Coupe tangentielle
G x 25
Origine : Cloughfoot Dulesgate. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2270-7.



tp. lig. tp.



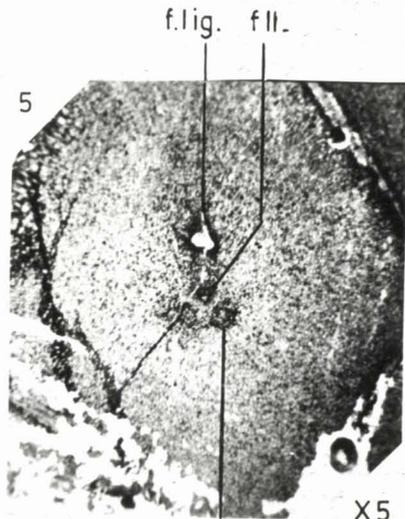
lig.



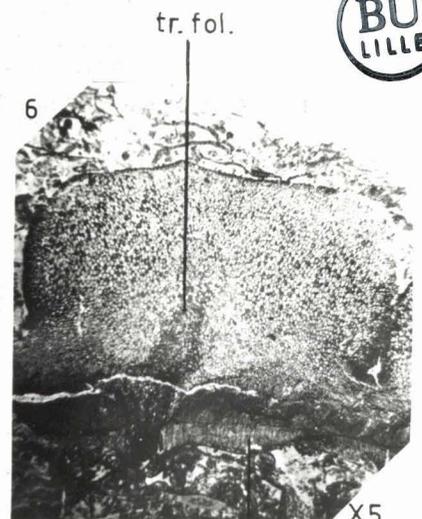
tp. fll. tp.



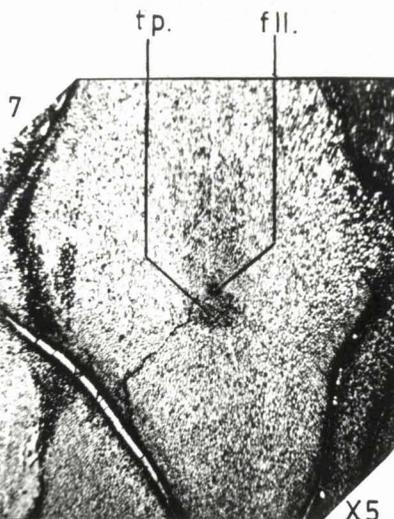
fll.



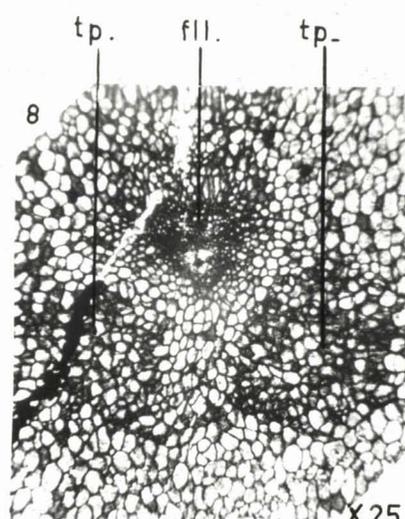
tp.



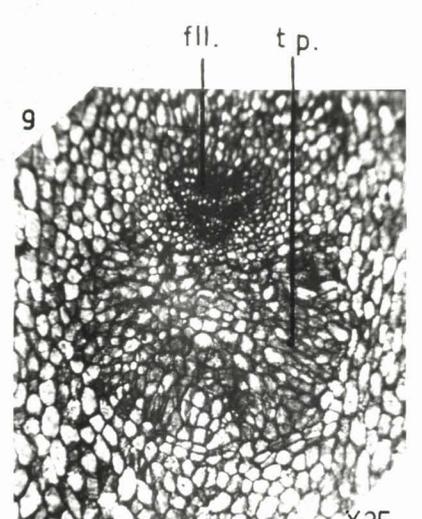
pd.



X5



X25



X25

PLANCHE III

- Figure 1 : Lepidodendron aculeatum Sternberg.
Coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 5
tp. tissu parichnique, fl. faisceau libéro-ligneux.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2043-1.
- Figure 2 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
La course d'une trace foliaire dans un coussinet foliaire.
Coupe transversale G x 5
pd. périderme, tr.fol. trace foliaire.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2043-2.
- Figure 3 : Lepidodendron aculeatum Sternberg.
L'arrivée d'une trace foliaire dans un coussinet foliaire.
Coupe tangentielle G x 25
x. xylème.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2045-7.
- Figure 4 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Le libér d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle G x 25
lib. libér.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2452-C2.
- Figure 5 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
Le tissu parichnique. Coupe tangentielle G x 25
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2043-I.
- Figure 6 : Lepidodendron aculeatum Sternberg.
La fossette ligulaire. Coupe tangentielle G x 25
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2046-10
- Figure 7 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
L'aquixylème d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle
G x 25
x. xylème, aqx. aquixylème
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2044-4
- Figure 8 : Lepidodendron aculeatum Sternberg
L'aquixylème d'un coussinet foliaire. Coupe tangentielle
G x 100
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2046-9.
- Figure 9 : Lepidostrobos sp = cf L. oldhamius Williamson
L'aquixylème d'un pédicelle d'un strobile coupé transversalement
G x 100
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2559-CI





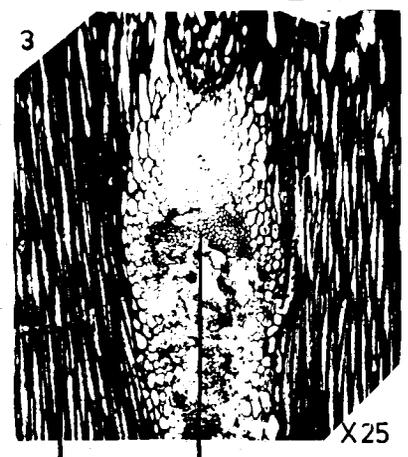
tp. fl. tp.

X5



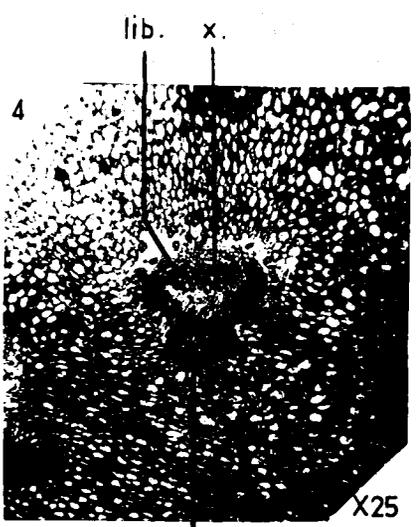
pd. tr. fol.

X5



pd. x.

X25



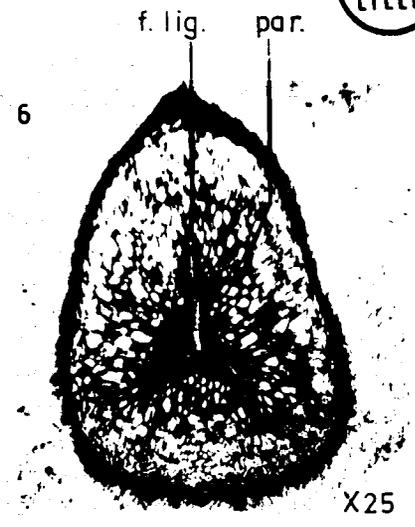
lib. x.

X25



tp.

X25



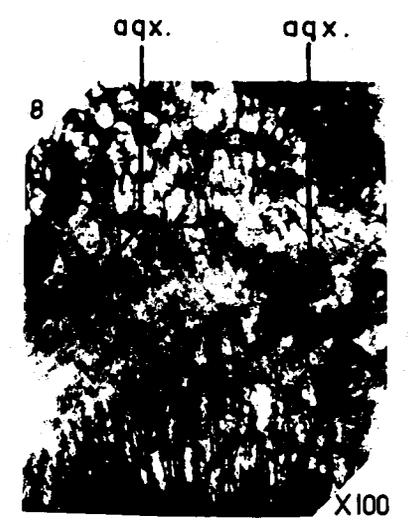
f. lig. par.

X25



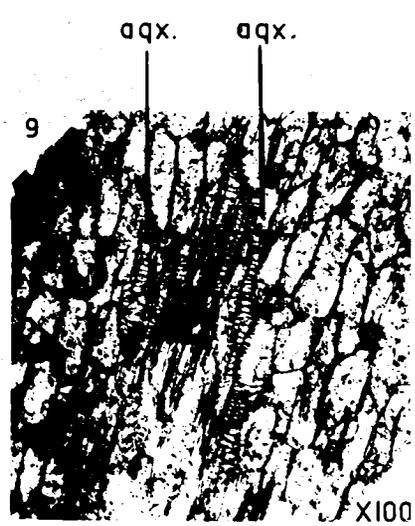
x. aqx.

X25



aqx. aqx.

X100



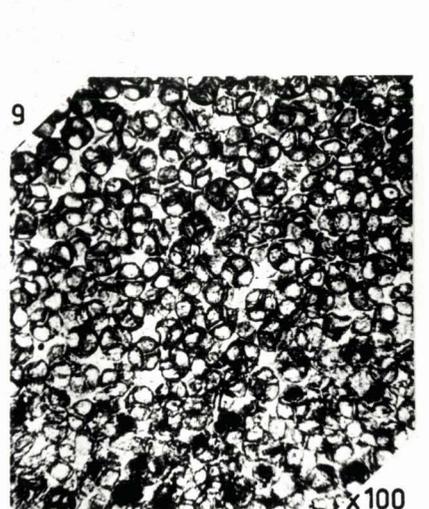
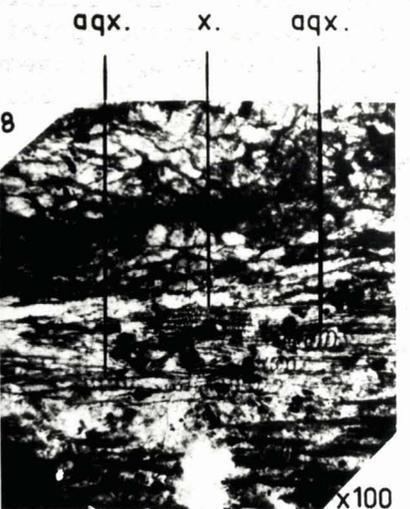
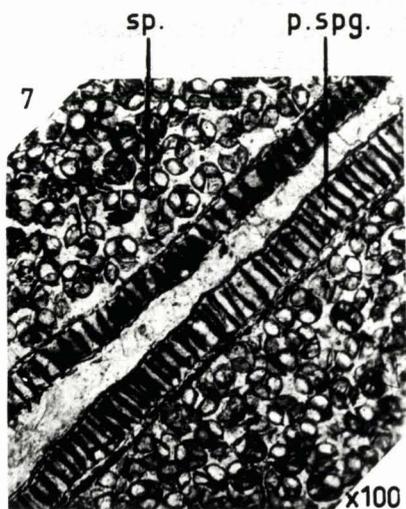
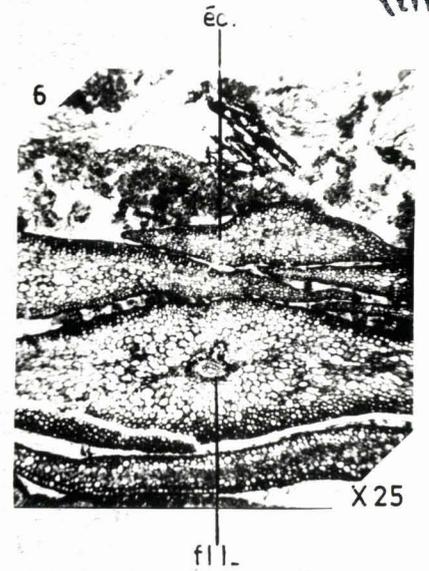
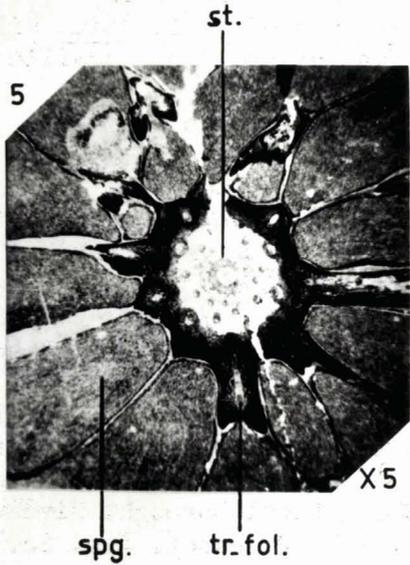
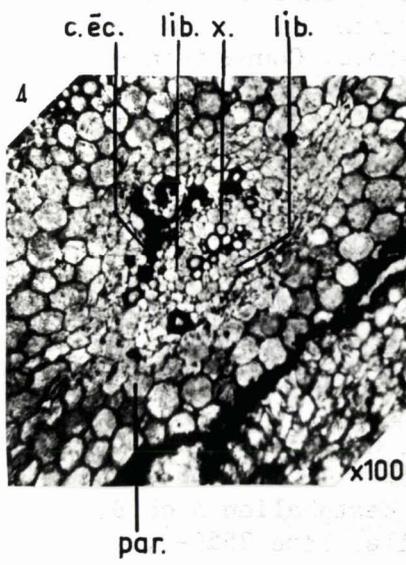
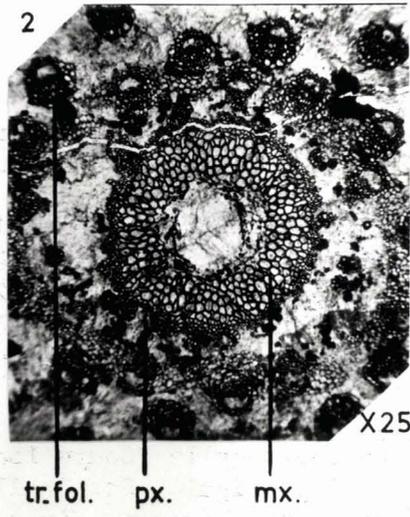
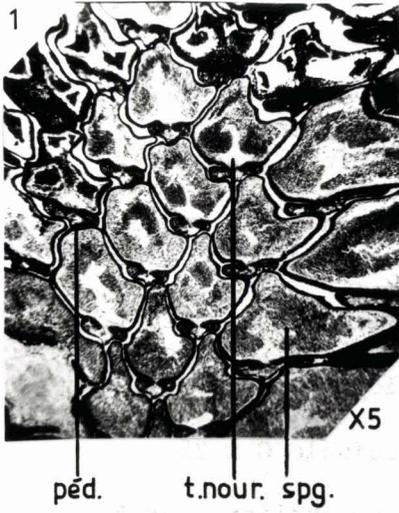
aqx. aqx.

X100

PLANCHE IV

- Figure 1 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Les sporanges. Coupe longitudinale G x 5
spg. sporange, péd. pédicelle, t.nour. tissu nourricier
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2142-24
- Figure 2 : Lepidostrobus sp = cf L. oldhamius Williamson
Sorties foliaires au niveau de la stèle vasculaire de l'axe
du strobile. Coupe transversale G x 25
tr. fol. trace foliaire px. protoxylème, mx, métaxylème.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2559-CI.
- Figure 3 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
La ligule d'un sporophylle. Coupe longitudinale G x 25
spg. sporange, lig. ligule, éc. écaille.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2142-21.
- Figure 4 : Lepidostrobus sp = cf L. oldhamius Williamson
Le faisceau vasculaire d'une écaille distale. Coupe trans-
versale G x 100
x.xylème, lib. liber, c.séc. cellule sécrétrice, par. paren-
chyme.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B
Collection : Lab. Paobot. Fac. Sc. Lille, lame 2559-CI.
- Figure 5 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
L'axe du strobile. Coupe transversale G x 5
st. stèle vasculaire, tr.fol. trace foliaire.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2560-CI.
- Figure 6 : Lepidostrobus sp = cf L. oldhamius Williamson.
Écailles du strobile. Coupe transversale G x 25
éc. écaille, fil. faisceau libéro-ligneux
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2559-C.
- Figure 7 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
La paroi des sporanges. Coupe transversale G x 100
sp. spores en tétrades, p.spg. paroi prismatique du sporange.
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2560-CI
- Figure 8 : Lepidostrobus oldhamius Williamson.
L'aquixylème d'un pédicelle coupé transversalement G x 100
aqx. aquixylème, x. xylème
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2142-24
- Figure 9 : Lepidostrobus oldhamius Williamson
Tétrades de Lycospora. Coupe transversale G x 100
Origine : Shore Littleborough. Niveau : Westphalien A et B.
Collection : Lab. Paléobot. Fac. Sc. Lille, lame 2560-CI





BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANDREWS Jr.H.N. (1961) *Studies in Paleobotany* - J. Wiley and sons, Inc, Publishers.
- 2 - ARNOLD CA. (1960) A *Lepidodendrid stem* from Kansas and its bearing on the problem of cambium and phloem in paleozoic lycopods. The University of Michigan. Ann. Arbor. Vol. XV.
- 3 - BERTRAND C.E.G. (1891) *Remarques sur le Lepidodendron Hartcourtii* de Witham. Trav. et Mém. des Facultés de Lille. Tome II. Mémoire n°6.
- 4 - BERTRAND P. (1947) *Les végétaux vasculaires*. Masson et Cie. Paris.
- 5 - CORSIN P. (1932) *Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France*. Trav. et Mém. de l'Univ. de Lille. Album fasc. n°5.
- 6 - CORSIN P.M. (1962) *Les Lépidoxytes. Historique et classification*. 1962. Ann. des Sci. Nat. Bot. et biol. végétale. 12e série. Tome III. Fascicule 2.
- 7 - DARRAH W.C. (1939) *Principles of Paleobotany*. Leiden-Holland. Chronica Botanica Company.
- 8 - EGGERT D.A. (1961) *The ontogeny of carboniferous arborescent Lycopsida*. Nägele u. Obermiller. Stuttgart.
- 9 - EMBERGER L. (1944) *Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants*. Masson et Cie, Editeurs. Paris.
- 10 - EMBERGER L. (1960) *Les végétaux vasculaires*. Masson et Cie, Editeurs. Paris.
- 11 - GOTHAN W. et WEYLAND H. (1954 et 1964) *Lehrbuch der Palaeobotanik*. Akad.verlag. Berlin.
- 12 - HIRMER M. (1927) *Handbuch der Paläobotanik*. München und Berlin.
- 13 - HOVELACQUE M. (1892) *Recherches sur le Lepidodendron selaginoïdes* Sternberg. Extrait des mémoires de la Société linéenne de Normandie. Vol. XVII, 1° fascicule.
- 14 - LEMOIGNE Y. (1961) *Etudes analytiques et comparées des structures internes de Sigillaires. Notion d'aquixylème dans la série des végétaux fossiles et actuels*. Masson et Cie, Editeurs Paris.

- 15 - RENAULT B. (1878) Recherches sur la structure et les affinités botaniques des végétaux silicifiés. imp. DeJussieu Père et fils. Autun.
- 16 - SCOTT D.H. (1920) Studies in fossil botany. Vol. I. Adam et Ch. Black. Londres.
- 17 - SEWARD A.C. (1910) Fossil Plants. Vol. II. Cambridge : at the University press.
- 18 - THOMAS B.A. (1966) The cuticle of the Lepidendroid stem. Blackwill scientific publications. Oxford.
- 19 - ZALESSKY M.D. (1909) On the international structure of stem of the type of Lepidodendron aculeatum Sternberg and Sigillaria boblayi Brongniart. Verk.K.Russ. Mineralog. Gesellsch. 46,1909.
- 20 - ZEILLER R. (1900) Eléments de paléobotanique. Carré et Naud, éditeurs.