

*Ruvost*

1910

# ARCHIVES BOTANIKES

*Du Nord de la France*

---

REVUE BOTANIQUE MENSUELLE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

*C.-Eg. BERTRAND*

---

TOME SECOND

---

Lille 1884-1887

---

OCTAVE DOIN, LIBRAIRE-ÉDITEUR  
8, Place de l'Odéon  
PARIS

---

LILLE. — IMPRIMERIE L. DANIEL

ARCHIVES BOTANICOES

De Noord de de Franck

REVUE BOTANIQUE MENSUELLE

C. F. BRATLAND

TOME SECOND

Lille 1884-1885

Gauthier-Villars

Paris

PARIS

1884-1885

## TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SECOND VOLUME DES MÉMOIRES

	Pages.
Y Aperçu systématique des Chytridiacées récoltées en Russie et dans l'Asie Centrale, par N. Sorokine. Figures 1-34.....	1-42
Y Recherches sur les tubercules de Jalap, par Albert Bouriez. Analyse critique, par C.-Eg. Bertrand. Figures 35-68.....	43-68
6 Phylloglossum, par C.-Eg. Bertrand. Figures 69-161.....	70-223
2 Notice sur M. L.-R. Tulasne et sur son œuvre botanique, par P. Duchartre.	224-231
6 Remarques sur les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et sur la signification morphologique des tissus des faisceaux unipolaires diploxylés, par C.-Eg. Bertrand et B. Renault.....	232-242
6 Recherches sur les Poroxyllons, Gymnospermes fossiles des terrains houillers supérieurs, par C.-Eg. Bertrand et B. Renault. Fig. 162-240.	243



APERÇU SYSTÉMATIQUE  
DES  
CHYTRIDIACÉES

RÉCOLTÉES EN RUSSIE ET DANS L'ASIE CENTRALE

*Par N. SOROKINE,*

Professeur de Botanique à l'Université de Kazan.

INTRODUCTION.

Depuis 1869, je n'ai cessé de m'occuper des êtres si intéressants qui forment le groupe des Chytridiacées, m'attachant constamment à faire connaître pour chacune de leurs formes, l'histoire complète de son développement et ses divers états aux diverses phases de son existence.

J'ai trouvé la plupart des espèces connues et décrites d'abord à Kharkow, puis plus tard à Kazan, c'est-à-dire au sud et au nord-est de la Russie d'Europe. Lors des deux voyages que j'ai pu faire dans l'Asie centrale en 1878 et 1879 dans les districts du Turkestan, de Boukhara, dans le Khanat de Khiva et dans les Steppes; j'ai eu l'occasion d'observer tant de formes nouvelles, qu'il m'a paru nécessaire de les faire connaître, bien que pour certaines d'entre elles, il ne m'ait pas été possible d'en étudier le développement d'une manière complète; c'est pourquoi je me permets de publier dès maintenant cette monographie succincte des Chytridinées.

T. II. M. 1.

Cette étude n'est que le résumé d'une partie d'un grand travail déjà prêt pour l'impression, que je ferai paraître sous le titre : « *Matériaux pour la Flore de l'Asie centrale.* » J'ai réuni dans ce travail d'ensemble, toutes mes observations sur la végétation de ce pays encore si peu exploré, l'étude des champignons y tient une large place.

Il ne m'a pas été possible, à mon grand regret, de tenir compte dans ce travail des observations de Klein sur le *Vampyrella* qui viennent de paraître dans la *Botanische Zeitung*, non plus que des observations de Fischer de Waldheim sur « *les Parasites des Saprologniées* » qui viennent de paraître dans le XIII<sup>e</sup> volume des *Jahrbücher de Pringsheim*. Lorsque j'ai reçu ces mémoires, mon travail était terminé et remis à l'imprimerie.

En 1874, j'ai signalé pour la première fois les affinités profondes qui me semblent devoir faire réunir en un même groupe naturel, les Péronosporées, les Saprologniées, les Mucorinées, les Zygochytriacées, les Chytridiacées (1). Vers la même époque, Maxime Cornu concluait de son côté, à la suite de ses recherches sur le développement des Chytridiacées, que ces êtres sont voisins des Myxomycètes (2). Cette opinion me semble parfaitement juste. Ces remarques et mes observations sur les Monadiens, qui me conduisent à ranger ces êtres parmi les Chytridiacées, m'ont déterminé à adopter l'ordre que je suivrai dans cette exposition. C'est par les formes si intéressantes des Monadiens, dont Cienkowsky le premier (3) nous a fait connaître l'histoire, que je commencerai cette étude.

(1) N. Sorokine. *Ueber einige neue Wasserpilze*. Bot., Zeit. 1874. — (Ibid). *Aperçu systématique du groupe des Siphomycètes*. Bull. d. l. soc. nat. de Kazan, 1874.

(2) Max. Cornu. Bull. Soc. Bot. de France, T. XIX, 1872.

(3) Cienkowsky. *Beitr. z. Kenntn. d. Monaden*. Arch. f. mikr. Anatomie, 1865.

## FAMILLE DES CHYTRIDIACÉES.

---

### A. — *Imparfaits. (Imperfecti).*

---

#### SOUS-FAMILLE DES MONADIENS (MONADINEÆ) (1)

---

---

*Caractères généraux.* — Les Monadiens sont très petits, visibles seulement à l'aide du microscope, ils vivent en maraudeurs, ils se rencontrent sous les formes les plus différentes. Je rappellerai les principales.

1. Les Monadiens peuvent se présenter sous la forme de petits *corps oblongs, unis ou biciliés*, mobiles, pourvus d'un noyau, de une à trois vésicules contractiles (2). Ces corps que l'on regarde comme les monades proprement dites, ne sont autre chose que des spores mobiles; chez le *Monas amyli*, elles peuvent se réunir et confluer en une *plasmodie* comme cela se fait chez les Myxomycètes. Pour se nourrir, ces spores mobiles se fixent par la tête sur leur proie, puis elles en sucent le contenu (3).

2. Les Monadiens peuvent se présenter sous la forme d'*amibes*, c'est-à-dire sous la forme de morceaux de protoplasma à longs pseudopodes aigus rappelant l'*Actinophrys*. On voit ces amibes se déplacer

(1) Cienkowsky. *Beitr. z. Kenntn. d. Monaden.* 1. c — Cienkowsky. Bulletins de l'Académie de St-Petersbourg. T. XIV, XVII. — Cienkowsky. Pringsheim's. Jahrbücher, T. I, p. 375. — Cienkowsky. Même recueil. T. III, Heft. 3.

N. Sorokine. *Développement du Vampyrella polyplasta*. Bulletins de l'Académie de St-Petersbourg, 1881.

(2) On trouve des vésicules contractiles et un noyau chez tous les Monadiens à l'exception des *Vampyrella*.

(3) On appelle tête, l'extrémité de la spore opposée aux cils.

en coulant pour ainsi dire d'un point à un autre. Dans les amibes du *Vampyrella spirogyræ*, on distingue nettement le mouvement des granules protoplasmiques à l'intérieur de la masse. Pour prendre sa nourriture, le monadien à l'état d'amibe englobe sa proie.

3. Les Monadiens se présentent encore sous l'aspect de cellules complètes, pourvues d'une membrane d'enveloppe, lorsque pendant leur repas, ils s'entourent d'une membrane englobant leur proie avec eux. Cet état particulier des Monadiens est appelé l'état cellulaire (Zellenzustand). Plus tard, les Monadiens à l'état cellulaire produisent ou bien des spores mobiles, *zoospores*; ou bien deux, quatre, ou un plus grand nombre de spores amiboïdes, *Plasmospores*.

4. D'ordinaire, les Monadiens affectent une quatrième forme dite *forme de repos*, c'est lorsque après avoir terminé leur repas, ils rejettent les résidus de leur nourriture sous la forme d'une pelote diversement colorée et s'entourent d'une nouvelle membrane.

Certains Monadiens comme le *Vampyrella polyplasta* peuvent en outre se présenter successivement sous la forme de plasmodies, puis sous celle de petits germes amiboïdes capables de s'enkyster en se revêtant d'une membrane d'enveloppe, formant alors des *microkystes*; puis encore sous la forme de *macrokystes* dus à l'enkystement d'une plasmodie tout entière dans une membrane d'enveloppe. En général, ces macrokystes se résolvent ultérieurement en petites cellules d'où sortiront des sortes d'amibes.

Somme toute le développement des Monadiens répète les principales phases du développement des Myxomycètes; la plus grande dissemblance entre les uns et les autres résulte peut-être de l'absence pour les Monadiens d'un périidium et d'un capillitium, mais cette différence en faveur des Myxomycètes s'explique, ces êtres étant terrestres.

#### § I. — MONADIENS ZOOSPORÉS. (MONADINÆ ZOOSPOREÆ) CIENK.

En général, ces Monadiens s'enkystent pendant leur digestion. Ultérieurement le contenu du kyste se partage en monades ou *spores mobiles* uni ou biciliées. Ces spores mobiles se transforment en *amibes* excepté dans le genre *Colpodella*. Les amibes en confluent donnent

une *plasmodie*, *Monas amyli*. A l'état de repos, ces Monadiens ont une double membrane dont l'extérieure chez le *Pseudospora volvocis* forme coque ou manteau.

1. — *Monas amyli*. Cienk. — Syn. *Protomonas amyli* Hœck (1).

J'ai trouvé cette espèce dans l'eau d'un vase de verre où je conservais des algues et dans laquelle des tranches de pommes de terre furent introduites accidentellement. Quelques jours plus tard, la macération était en pleine putréfaction; au bout d'une semaine, j'y trouvai des monades fusiformes biciliées dont le mouvement très spécial rappelle celui des anguillules. Quelques-unes de ces monades traînaient avec elles de petits grains d'amidon. J'observai alors le tissu des tranches de pommes de terre, je le trouvai farci de *Monas amyli* à tous les stades de développement. Ces monades ou spores mobiles peuvent rétracter leurs cils. J'ai observé directement ce retrait sur des monades qui s'étaient fixées sur un grain d'amidon, l'un des cils se rétractait, puis l'autre disparaissait à son tour. Pour disparaître, le cil se raccourcit de plus en plus et rentre dans la masse du corps. La spore mobile ainsi modifiée est transformée en amibe. Plus tard, je vis plusieurs amibes se réunir en une seule masse de protoplasma et former une plasmodie. Ces plasmodies sont très petites, grêles, filiformes, simples ou rameuses, renflées de ci de là. Ces renflements changent rapidement de forme et de place, ils apparaissent en un point, disparaissent bientôt après pour reparaître en un autre point. Lorsqu'une plasmodie en marche rencontrait un grain d'amidon, elle l'englobait, s'enkystait en se revêtant d'une membrane d'enveloppe et absorbait sa nourriture. On pouvait suivre la disparition du grain d'amidon dont la surface se corrodait et fondait pour ainsi dire à vue d'œil. Plus tard, le kyste se résolvait en un grand nombre de petites boules sphériques. Ces boules prenaient dans la suite la forme de fuseau qui caractérise les spores mobiles du *Monas amyli*. Après la résolution de la masse protoplasmique en spores fusiformes, je vis celles-ci s'agiter, presser sur la membrane d'enveloppe qui céda, les spores mobiles s'échappèrent au dehors par la déchirure. Si à ce moment, on faisait agir de la teinture

(1) J'ai observé cette espèce sur les grains d'amidon de pomme de terre à Tachkend. — M. Cienkowsky trouvait cette monade dans les cellules des *Nitella*.

d'iode sur la membrane du kyste, on y distinguait facilement des protubérances (1) à la surface de la membrane et la déchirure à travers laquelle les monades s'étaient enfuies. Les restes des grains d'amidon corrodés que les kystes contenaient encore se coloraient comme d'habitude en bleu.

Fig. 1.

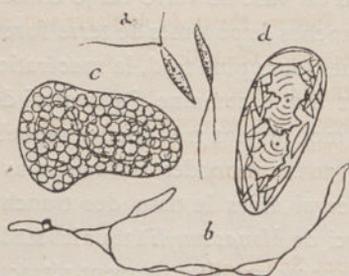


Fig. 1. — Diverses phases du développement du *Monas amyli*. Cienk. Gros.  $\frac{600}{1}$ .

a. Spores mobiles. (Stade ou état monadien).

b. Plasmodie. (Stade ou état plasmodial).

c. Kyste se résolvant en petites cellules sphériques. (Stade ou état de repos).

d. Kyste résolu en spores mobiles qui s'apprêtent à sortir.

2. — *Pseudospora parasitica*. Cienk (2).

C'est à l'état de kyste que j'observai pour la première fois, cette espèce dans les cellules de *Cladophora*. Les taches brunes que je remarquai dès l'abord dans ces kystes me firent penser de suite aux résidus digestifs des monadiens et me permirent de distinguer les kystes en question des *Chytridium*. Plus tard, je vis se former dans ces kystes des spores mobiles dont le corps oblong pyriforme présentait un noyau, deux vésicules contractiles et un long cil. Les monades rentrèrent leur cil et se transformèrent en amibes. Ceux-ci engloutirent des grains de chlorophylle, et, ou bien prirent leur forme de repos, ou bien formèrent directement de nouvelles monades. Dans les amibes enkystés, on vit bientôt le contenu de la cellule se détacher de sa membrane d'enveloppe, se contracter, puis se recouvrir d'une nouvelle membrane. Du kyste de repos, je n'ai vu sortir que des amibes et pas de monades. J'ai vu en revanche les amibes se résoudre en spores mobiles pyriformes si caractéristiques du *Pseudospora parasitica*.

Je n'ai observé que deux fois le *Pseudospora parasitica*. Chaque fois, le développement s'est produit comme je viens de l'indiquer, le parasite

(1) Ces protubérances n'existent pas toujours, contrairement à l'opinion de M. Cienkowsky.

(2) J'ai observé cette espèce dans des cellules de *Cladophora* à Tachkend.

logeant dans de grandes cellules presque vides de *Cladophora*. Il ne m'a pas été possible de compléter l'histoire du développement de cette espèce. Ainsi, je n'ai pu savoir comment le parasite envahit le *Cladophora*, ni comment, à un moment donné, le parasite quitte sa nourrice (1).

Fig. 2.

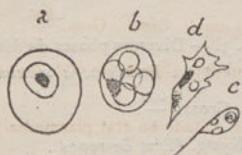


Fig. 2. — Diverses phases du développement du *Pseudospora parasitica*. Cienk. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Kyste. (État de repos).
- b. Kyste dont le contenu s'est résolu en spores.
- c. Spore mobile. (État monadien).
- d. Amibe. (Etat amiboïde).

3. — *Pseudospora maxima*. Sorok. (2).

Cette monade ne diffère en rien de l'espèce décrite par Cienkowsky sous le nom de *Pseudospora volvocis*, toutefois comme je l'ai rencontrée vivant sur une autre nourrice, un *Cedogonium*, je me suis permis de lui donner un nom spécial.

Cette espèce me semble plus fréquente que les deux premières, ses spores mobiles sont oblongues très volumineuses (3). Elles sont biciliées, elles possèdent un noyau et deux vésicules contractiles. Ces spores mobiles peuvent rentrer leurs cils et se transformer en un grand amibe. L'amibe rampe à la surface de l'algue, perce sa paroi, pénètre dans son intérieur et détruit le contenu de la cellule nourrice. Plus tard, l'amibe se recouvre d'une membrane, et, ou bien produit directement des monades, ou bien passe définitivement à l'état de repos. Dans ce dernier cas, on peut remarquer que le contour de la première enveloppe est très irrégulier comme il convient à la peau d'un amibe immobilisé. Lorsque l'amibe doit s'enkyster d'une manière définitive, on le voit se contracter violemment peu après son premier enkystement, alors apparaît autour du globule protoplasmique une paroi

(1) Les cloisons de l'algue étaient perforées, et l'on voyait le parasite passer sans difficultés d'un compartiment à l'autre de l'algue.

(2) J'ai trouvé cette espèce dans des cellules d'*Cepogonium* à Tachkend.

(3) D'après les mesures de Cienkowsky C. c. p. 214, la monade aurait 0,02, la cellule sphérique qui se trouve dans la première membrane (Schleier) aurait 0,026, le kyste 0,15.

épaisse à double contour, c'est alors seulement que l'être rejette les résidus de sa digestion, se contracte de nouveau et s'entoure d'une fine membrane d'enveloppe. Le kyste de repos du *Pseudospora maxima* présente donc une triple membrane d'enveloppe.

On doit regarder le *Pseudospora volvocis* de Cienkowsky comme une variété du *Pseudospora Maxima* vivant sur un autre substratum.

Fig. 3.

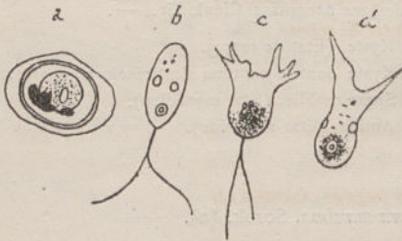


Fig. 3. — Diverses phases du développement du *Pseudospora maxima*.

Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Kyste. (État de repos).
- b. Spore mobile. (État monadien).
- c. Spore mobile se transformant en amibe.
- d. Amibe. (État amiboïde).

4. — *Pseudospora Cienkowskiana*. Sorok. (1).

Ces monades sont très petites, uniciliées, elles présentent dans leur région centrale une sorte de tâche claire, qui n'est autre que leur noyau. Elles rétractent leur cil et se transforment en amibes de très petites dimensions. Ces amibes se meuvent rapidement, ils pénètrent dans les oogones de l'*Ædogonium* par les ouvertures de celles-ci. Après s'être nourris, les amibes s'enkystent et produisent de nouvelles monades. A l'état de repos, leur kyste présente deux membranes assez épaisses presque à double contour. Ces deux membranes sont placées l'une dans l'autre, la plus intérieure étant très écartée de la première.

D'après mes observations, plusieurs monades de *Pseudospora Cienkowskiana* pénétreraient simultanément dans chaque oogone, puis ces monades conflueraient toutes ensemble en une plasmodie.

Le *Pseudospora Cienkowskiana* que je viens de décrire ne diffère du *Pseudospora nitellarum* de Cienkowsky, que par l'habitat. Pour cette raison, j'ai cru devoir changer le nom ancien, et le remplacer par un nom plus général.

(1) J'ai trouvé cette espèce dans les Oogones d'un *Ædogonium* à Tachkend.

Fig. 4.

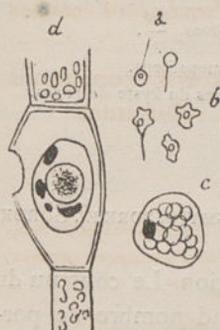


Fig. 4. — Diverses phases du développement du *Pseudospora Cienkowskiana*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Spores mobiles. (État monadien).
- b. Amibes. (État amiboïde).
- c. Kyste se résolvant en spores.
- d. Kyste. (Etat de repos).

5. — *Colpodella pugnax*. Cienk (1).

La monade de cette espèce est courbée, pointue à ses deux extrémités. Elle présente un renflement sur sa face convexe. On y distingue une ou deux vésicules contractiles. Le mouvement de cette monade présente un tremblement caractéristique qui ne s'interrompt que par intervalles pendant lesquels l'extrémité postérieure de la monade s'agite, se recourbe, puis se détendant brusquement, donne au corps une forte impulsion.

Les colpodelles se nourrissent d'algues vertes unicellulaires. Elles se fixent à l'algue par leur tête, perforent sa paroi et sucent toute sa chlorophylle. Lorsque le parasite a dévoré tout le contenu de sa nourrice, il se jette sur une autre cellule. La monade rejette ses résidus nutritifs sous forme de boules ou de taches vertes ou brunes. Lorsqu'un peu plus tard la monade s'enkyste, on ne voit pas de résidu nutritif dans le kyste de repos.

La mise en liberté des spores mobiles de cette espèce diffère de tout ce que nous avons vu jusqu'ici. La coque extérieure s'ouvre, il en sort un sac à paroi mince renfermant toutes les jeunes monades. La paroi du sac se dissout peu à peu et laisse les monades en liberté (2).

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend sur des algues unicellulaires que je n'ai pu déterminer.

(2) D'après Cienkowsky, l. c. la longueur du *Colpodella pugnax* serait 0,012. Cienkowsky trouvait cette espèce sur des *Chlamydomonas pulvisculus*.

Fig. 5.

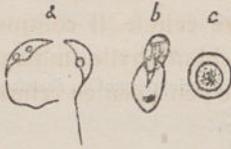


Fig. 5. — Diverses phases du développement du *Colpodella pugnax*. Cienk. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Spores mobiles. (État monadien).  
b. Sortie des spores mobiles du kyste de repos.  
c. Kyste. (État de repos).

## § II. — MONADIENS PLASMOSPORÉES (MONADINÆ PLASMATOSPORÆ). SOROK.

Ces monadiens s'enkystent pendant leur digestion. Le contenu du kyste se partage en deux, quatre ou un plus grand nombre de portions, qui deviennent des amibes et s'échappent du kyste par un ou plusieurs orifices. *Ces Monadiens ne produisent jamais de monades.*

### 6. — *Vampyrella spirogyræ*. Cienk (1).

Les kystes de cette espèce se montrent comme de grandes cellules rouges (2) collées sur les filaments des Spirogyres. La membrane de ces kystes contient de la cellulose, elle bleuit en effet sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique. Comme Cienkowsky l'avait déjà remarqué, les jeunes kystes ont une enveloppe extérieure très mince qui disparaît avec l'âge. Le contenu des kystes se partage en deux ou quatre parties qui deviennent autant d'amibes rosées. Ces amibes sortent de leur réceptacle par des orifices spéciaux (3). Les amibes des *Vampyrella* sont des masses protoplasmiques oblongues, ou sphériques qui émettent de nombreux pseudopodes longs et pointus. A cet état, les amibes de *Vampyrella* ressemblent beaucoup aux Actinophrys. Les granules protoplasmiques des amibes de *Vampyrella* peuvent se mouvoir indépendamment les uns des autres, comme il est facile de l'observer dans les pseudopodes. Les amibes de *Vampyrella* présentent généralement comme trait distinctif leur faculté d'émettre de très grands appendices. Lorsqu'un de ces amibes de *Vampyrella* rampe sur un filament de Spirogyre il s'arrête, perce la membrane, laisse

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan sur des *Spirogyra*.

(2) D'après Cienkowsky, ces cellules mesureraient 0,06.

(3) A ce moment, on distingue nettement dans le kyste vidé les résidus nutritifs colorés en rose vif ou en brun.

couler une partie de son corps à demi-fluide dans la cellule du Spirogyre. Douze à quinze minutes plus tard, toute la chlorophylle est absorbée. Le *Vampyrella* passe alors à une autre cellule. Il continue ainsi jusqu'au moment où il s'enkyste, alors la chlorophylle emmagasinée est digérée, et le *Vampyrella* se transforme peu à peu en cellules rouges ou brunes (1).

Le *Vampyrella spirogyræ* n'attaque que les spirogyres, jamais les autres algues.

Fig. 6.

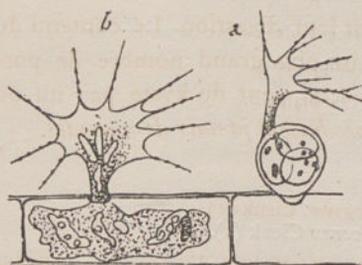


Fig. 6. — Diverses phases du *Vampyrella spirogyræ*. Cienk. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

a. Kyste de repos au moment de la dispersion des amibes.

b. Un amibe de *Vampyrella spirogyræ*. Cienk.

7. — *Vampyrella pendula*. Cienk (2).

D'après Cienkowsky, les dimensions des cellules rouges qui infestent les petites espèces d'*Edogonium* mesurent 0,012, tandis que celles qui se nourrissent de *Bulbochæte* sont quatre fois plus grandes. Les cellules de cette espèce sont fixées sur les algues par une extrémité pointue dans l'intérieur de laquelle on aperçoit un filament rigide « ein starker gerader Faden. » Pour tout le reste, cette espèce est identique au *Vampyrella spirogyræ*. Le contenu du kyste se partage en deux ou quatre amibes. Chaque amibe émet des pseudopodes très minces dans lesquels on ne remarque aucun mouvement propre des granules protoplasmiques. Les amibes perforent les parois des cellules de la plante nourrice, ils en absorbent le contenu, après quoi, ils s'enkystent. M. Cienkowsky qui a décrit ces kystes y signale deux membranes comme chez le *Vampirella spirogyræ*; l'externe (ou Schleier)

(1) Je n'ai pas observé les kystes de repos à Tachkend. Je les ai observés à Kazan. Après l'enkystement, le contenu des cellules devient rouge très foncé, la seconde membrane se couvre de protubérances.

(2) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend sur des cellules d'*Edogonium* et de *Cladophora*.

disparaît tout entière ou en grande partie. La paroi intérieure se couvre de petites protubérances. Je n'ai pas rencontré cette dernière phase du développement.

Fig. 7.

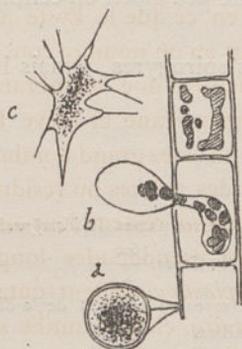


Fig. 7.—Diverses phases du *Vampyrella pendula*. Cienk.  
Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Kyste. (État de repos).
- b. Envahissement de l'algue nourrice par l'amibe du *Vampyrellapendula*. Cienk.
- c. Amibe. (Etat amiboïde).

8. — *Vampyrella vorax* Cienk (1).

Les amibes du *Vampyrella vorax* diffèrent des amibes des *V. Spirogyræ* et *V. pendula* en ce qu'ils englobent leur proie sans perforer son enveloppe, tandis que ces deux espèces, au contraire, n'englobent jamais leur proie, mais perforent les enveloppes des cellules dont ils se nourrissent. Cette manière de faire des amibes du *Vampyrella vorax* détermine pour eux des variations considérables dans les dimensions selon le calibre de la proie engloutie. Les colorations de ces amibes sont moins vives que celles des espèces précédentes; ce dernier caractère n'est pas constant. Les algues ingérées par le *Vampyrella vorax* se dissolvent (autant que possible), puis chaque amibe se revêt d'une membrane d'enveloppe, et se repose. Lors de l'enkystement définitif, on ne voit jamais de résidus nutritifs. Le contenu de chaque kyste se segmente en quatre parties, qui s'échappent un peu plus tard. Les kystes de *Vampyrella vorax* n'ont pas d'enveloppe extérieure.



Fig. 8.

Fig. 8. — Amibe de *Vampyrella vorax*. Cienk.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend sur des algues.

9. — *Vampyrella polyplasta*. Sorok (1).

Je me bornerai à mentionner ici les stades principaux les plus caractéristiques de la vie de cet organisme. La différence essentielle entre cette espèce et les autres *Vampyrella* consiste en ce que le kyste au lieu de se diviser en deux ou en quatre se résout en un nombre considérable de petits amibes, qui se revêtent chacun d'une membrane propre. Pour sortir, chaque amibe crève sa membrane et crève la paroi générale du kyste. Le kyste vidé renferme un assez grand nombre de boules rouges foncées qui ne sont autre que des pelotes ou résidus de digestion. Les amibes du *Vampyrella polyplasta* ressemblent aux Actinophrys; comme ceux-ci, ils émettent des pseudopodes longs et pointus. Tantôt les amibes du *Vampyrella polyplasta* confluent toutes ensemble en une plasmodie; tantôt, au contraire, chaque amibe se résout en un grand nombre de petites parties mobiles. Les plasmodies englobent les Euglènes, une plasmodie peut engloutir plusieurs Euglènes à la fois. Bientôt, il ne reste de la proie ingérée que des petites pelotes colorées. La plasmodie s'enkyste alors en sécrétant à sa surface une membrane d'enveloppe. Il peut arriver que la plasmodie abandonne sa coque dans l'eau, on voit sur la coque vide une ou deux ouvertures. Si par une cause quelconque, la plasmodie vient à se dessécher, elle s'enkyste, reproduisant ainsi le stade macrokyste du développement des Myxomycètes. La paroi de ces macrokystes se dissout dans l'eau.

Si un amibe ordinaire du *Vampyrella polyplasta* se trouve à sec, il s'enkyste. L'amibe quittera son kyste au retour de l'eau. Il me semble donc parfaitement rationnel d'appeler ce stade particulier du développement la phase *microkyste*.

D'après ce simple aperçu, on peut voir que l'on rencontre chez les Monadiens les principales phases du développement des Myxomycètes; la seule différence importante entre les *Vampyrella* et les Myxomycètes tient surtout au mode de vie qui est franchement parasite chez les *Vampyrella*. Les Chytridinées qui doivent venir immédiatement à la suite des Monadiens servent de transition entre ceux-ci et les champignons dont la nature végétale est hors de doute.

(1) J'ai trouvé cette espèce sur des Euglènes enkystés à Kazan, à Tachkend et à Narizime, forteresse de Boukhara.

Fig. 9.

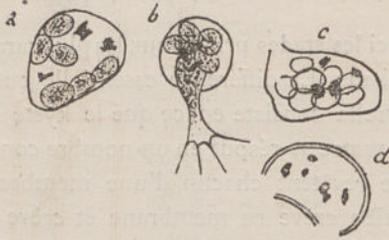


Fig. 9. — Diverses phases du *Vampyrella polyplasta*. Sorok. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

a. Kyste résolu en amibes, chacun de ces derniers est enfermé dans une membrane d'enveloppe.

b. Sortie des amibes d'un kyste mûr.

c. Coque d'un kyste et enveloppes des amibes.

d. Coque d'une plasmodie enkystée pendant sa digestion.

10. — *Nuclearia delicatula*. Cienk. (1).

L'amibe du *Nuclearia delicatula* se reconnaît à ses pseudopodes peu nombreux ou nuls. Le corps de l'amibe est incolore, mou, avec plusieurs vacuoles contractiles, ces vacuoles apparaissent et disparaissent moins rapidement que les vacuoles contractiles des *Vampyrella*. Il contient jusqu'à cinq noyaux avec nucléoles brillants. *Nuclearia delicatula* est le plus vorace de tous les Monadiens, il engloutit les restes des repas des *Vampyrella*; et si il n'est point repu, Cienkowsky assure qu'il attaque les *Vampyrella* eux-mêmes. Les amibes des *Nuclearia* rampent autour des algues mortes, *Spipogyra*, *Cladophora*, puis s'appliquent à un moment donné sur une cellule déterminée, plongent dans cette cellule leurs longs pseudopodes (2), enlacent les restes du contenu de la cellule dans un réseau fin, puis contractant leurs pseudopodes, ils tirent à eux la proie qu'ils viennent de saisir, l'amènent au dehors, l'enveloppent de toutes parts et finalement l'engloutissent. Si chemin faisant, un amibe de *Nuclearia* rencontre des parcelles de chlorophylle ou de protoplasma sans enveloppe, il les engloutit sans émettre de pseudopodes. Il se comporte d'ailleurs de la même manière vis-à-vis des algues plus petites que lui. Pas plus que Cienkowsky, je n'ai réussi à observer l'état de repos du *Nuclearia delicatula*. Une seule fois, j'ai vu un de ces amibes prendre une forme sphérique, s'entourer d'une membrane, puis se contracter. Cienkowsky a représenté quelque chose d'analogue, fig. 78. l. c.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kokhand sur les filaments de diverses algues.

(2) Les membranes en putréfaction se laissent facilement perforer par les pseudopodes des *Nuclearia*.

Fig. 10.

Fig. 10. — Diverses phases du développement du *Nuclearia delicatula*. Cienk. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Amibe du *Nuclearia delicatula*.
- b. Amibe libre.
- c. Amibe enkysté.

11. — *Nuclearia simplex*. Cienk (1).

Les amibes de *Nuclearia simplex* sont transparents, ils présentent un noyau. Ils vivent en compagnie du *Nuc. delicatula*, mais ne se nourrissent que de grains isolés de chlorophylle et d'amidon. Ils s'introduisent dans les cadavres des *Rotatoria* (Räderthiere) où ils se multiplient abondamment. Pour se reposer, un amibe de *Nuclearia simplex*, se ramasse en boule, s'entoure d'une membrane, puis se contracte, rejette ses résidus nutritifs, les débris de sa nourriture qu'il n'a pas encore digérés, et se revêt d'une seconde membrane. Plus tard, l'amibe enkysté sort de sa coque en déchirant successivement ses deux enveloppes.



Fig. 11.

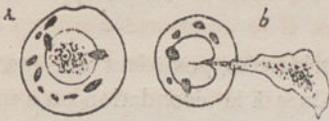


Fig. 11. — Diverses phases du développement de *Nuclearia simplex*. Cienk. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Kyste.
- b. Sortie de l'amibe.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Kokhand sur les mêmes algues que la précédente.

B. — *Parfaits (Perfecti)*.

SOUS-FAMILLE DES CHYTRIDIACÉES  
(CHYTRIDIACEÆ) (1).

*Caractères généraux.* — Les Chytriacées sont des organismes microscopiques, formés d'une seule cellule ou d'un petit nombre de cellules seulement, dont chacune se transforme en sporange et produit des spores mobiles. Ces spores mobiles sont des cellules sphériques ou oblongues, avec un noyau brillant et un très long cil; elles sont animées d'un mouvement saltatoire très rapide. De même que les monades, lorsque ces spores mobiles s'arrêtent, elles se déforment, rétractent leur cil, s'entourent d'une membrane d'enveloppe, puis elles germent.

Les Chytridiacées sont les unes parasites, les autres saprophytes. Dans le premier cas, certaines d'entre elles sont fixées sur la surface de la nourrice, tandis que d'autres sont tout entières plongées dans le sein de celle-ci ne laissant en communication avec le dehors que l'embouchure du col de leur sporange. Lorsque les spores mobiles des Chytridiacées ont à traverser la paroi de leur cellule nourricière elles le font sans laisser d'ouverture visible. Chaque spore produit plus tard une sorte de grande plasmodie. Cette plasmodie s'enkyste, se transforme en un grand sporange qui produit une quantité considérable de petites spores mobiles.

Outre les spores mobiles, les Chytridiacées possèdent des *spores immobiles*. Ces spores immobiles sont dues à la fécondation ou à une cause inconnue.

(1) Al. Braun *Ueber Chytridium*, 1856.

Schenk. *Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreich*, 1858.

Max. Cornu. *Monographie des Saprolegniées*, 1872.

N. Sorokine. *Note sur les Végétaux parasites des Anguilles*. Ann. d. sc. nat., 1877.

Nowakowsky. *Beitr. z. Kenntn. d. Chytridiaceen*. (Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. II).

§ I. — LE SPORANGE EST A LA SURFACE DE L'ORGANISME NOURRICIER.

1. — *Le sporange n'a ni opercule ni mycelium.*

12. — *Phlyctidium* (1) *globosum*. Al. Br. (2).

Le sporange de cette espèce est complètement sphérique, il s'ouvre à sa pointe. Je n'ai pu observer les spores mobiles de cette espèce.

Cet espèce vit en parasite sur les algues, Diatomées, Cladophorées, ou elle forme de ci de là des groupes nombreux.

J'ai observé sur les Diatomées une espèce que je crois être la même bien que les dimensions de ses sporanges soient beaucoup plus petites que celles du type.

Fig. 12.

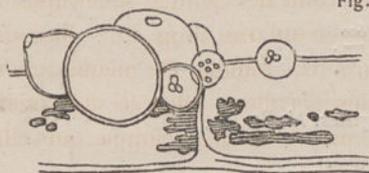


Fig. 12. — *Phlyctidium globosum*. Al. Br.

Gross  $\frac{600}{1}$ .

13. — *Phlyctidium pollinis*. Al. Br. (3).

Les sporanges de cet espèce sont parfaitement sphériques. Ils s'ouvrent à leur sommet. Ils vivent par groupes.

Fig. 13.

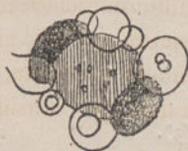


Fig. 13. — *Phlyctidium pollinis* Al. Br. Gross.  $\frac{500}{1}$ .

p. Grain de pollen d'Abiétinée.

14. — *Phlyctidium cornutum*. Al. Br. (4).

Les sporanges de cette espèce présentent des protubérances en forme de cornes. Leur orifice de sortie est à leur partie supérieure. Les spores sont oblongues.

(1) J'accorde aux dénominations spécifiques d'Alexandre Braun une valeur générique.

(2) J'ai rencontré cette espèce à Tachkend, à Kazan.

(3) J'ai trouvé cette espèce à Kazan sur du pollen de Conifère tombé dans l'eau.

(4) J'ai trouvé cette espèce sur l'*Hormidium varium* à Kazan.



Fig. 14.

Fig. 14. — *Phlyctidium cornutum* Al. Br. Gross  $\frac{500}{1}$ .

a. Spores mobiles.

b. Sporangies mûrs.

15. — *Phlyctidium laterale* Al. Br. (1).

Les sporanges sont ici très petits, sphériques, ils s'ouvrent sur le côté. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cette espèce.

Fig. 15.

15 — *Phlyctidium laterale* Al. Br. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

16. — *Phlyctidium Euglenæ* Al. Br. (2).

Les sporanges de cette espèce ont la forme de sacs allongés qui présentent à leur base une sorte de papille ou bouton fixateur. Ses spores sont oblongues. Cette espèce est toujours rare.

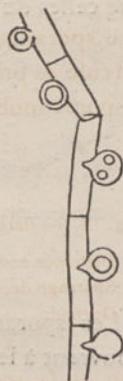
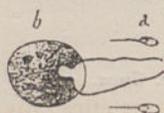


Fig. 16.

Fig. 16. *Phlyctidium Euglenæ* Al. Br.

a. Spores mobiles.

b. Sporange mûr et vidé.



17. — *Sphærostylidium ampullaceum* Al. Br. (3).

La partie supérieure du sporange de cette espèce se prolonge en un tube, sa partie inférieure forme un bouton fixateur. L'extrémité du tube disparaît de très bonne heure et l'on voit le protoplasma du sporange pointer au sommet du col du sporange. Lors de la sortie des spores, on voit cette pointe se déchirer.

(1) J'ai trouvé cette espèce sur le *Stigeoclonium* à Kazan et à Tachkend.

(2) J'ai trouvé cette espèce libre, puis enkystée sur des Euglènes à Kazan.

(3) J'ai trouvé cette espèce à Kazan et à Kharkow sur la surface de diverses algues, *Cladophora*, etc.

Fig. 17.



Fig. 17. — *Sphaerostyliidium ampullaceum*. Al. Br.

Gross.  $\frac{500}{1}$ .

a. Sporange dont le col est ouvert. Le protoplasma du sporange fait saillie à l'embouchure du col.

b. Sortie des spores d'un sporange.

c. Sporange vide.

d. Spores mobiles.

II. — *Le sporange possède un opercule mais pas de mycelium.*

18. — *Euchytridium acuminatum*. Al. Br. (1).

Le sporange de cette espèce a la forme d'un pot sans anse. Son opercule se prolonge en une sorte de manubrie. Je n'ai pu observer les spores mobiles de cette espèce.

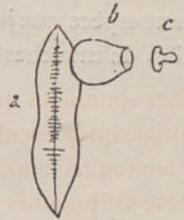
Fig. 18.

Fig. 18. — *Euchytridium acuminatum*. Al. Br. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

a. Diatomée nourrice.

b. Sporange décalotté.

c. Opercule



III. — *Le sporange possède un opercule et un rudiment de mycelium.*

19. — *Euchytridium olla*. Al. Br. (2).

Le sporange de cette espèce a la forme d'un pot à crème étiré sans anse. Son opercule rappelle un couvercle à bouton. La partie inférieure du sporange émet un prolongement court qui perce la paroi de l'Oogone d'*Edogonium* sur laquelle il est fixé et vient attaquer l'oospore qu'il finit par détruire. Cette espèce se rencontre assez communément ; les sporanges vivent réunis en groupes d'une dizaine.

Fig 19

Fig. 19. — *Euchytridium olla*. Al. Br. Gross.  $\frac{500}{1}$ .

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend sur des Diatomées.

(2) J'ai trouvé cette espèce à Kazan sur des Oogones d'*Edogonium*.



iv. — *Le sporange ne e prolonge pás en cól. Il est soutenu par une sorte de pédoncule auquel fait suite un long mycelium.*

Ces êtres sont distincts, mais vivent en troupes, les uns sur des cellules végétales mortes, les autres sur des cellules végétales vivantes qu'ils détruisent (1).

20. — *Obelidium mucronatum*. Nowak.

Le sporange de cette espèce est oblong, sa partie supérieure se prolonge en pointe. Sa partie inférieure forme pédoncule. Le mycelium part de la base du pédoncule et s'étale en rameaux dichotomes qui couvrent d'un réseau les ailes de la mouche. Le sporange s'ouvre en se déchirant sur le côté. Je n'ai pu observer les spores mobiles de cette espèce que je n'ai rencontrée qu'une seule fois à Tachkend sur les ailes de mouches noyées dans le bassin du jardin de M. Pukolow.

Fig. 20.

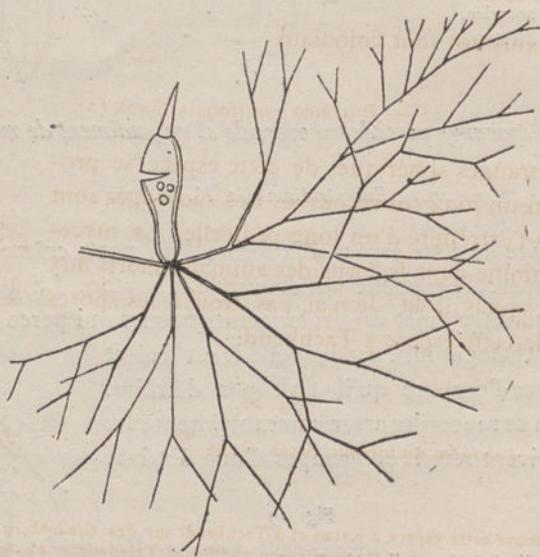


Fig. 20. — *Obelidium mucronatum*. Nowakowsky. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(1) Je n'ai trouvé comme représentant de ces deux groupes que l'*Obelidium mucronatum*.

v. — *Le sporange ne se prolonge pas en col. Le pédicelle commun à plusieurs sporanges se prolonge en un long mycelium.*

Organismes coloniaux.

21. — *Saccopodium gracile*. Sorok (1).

Les sporanges de cette espèce sont sphériques, ils sont réunis à l'extrémité d'un long pédicelle (hypha). Le mycelium vit et se propage à l'intérieur de la plante nourrice. Les spores sont très petites.

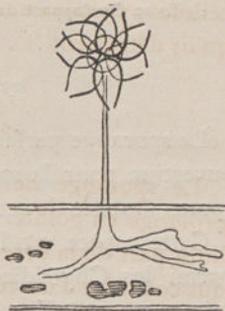


Fig. 21.

Fig. 21. — *Saccopodium gracile*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

vi. — *Le sporange se prolonge en un long col. Les sporanges sont groupés à l'extrémité d'un long pédicelle cloisonné qui se poursuit par un mycelium rameux.*

Ces organismes sont coloniaux.

22. — *Polyrhina multiformis*. Sorok (2).

Les sporanges sphériques de cette espèce se prolongent en un long col recourbé. Les sporanges sont groupés à l'extrémité d'un long pédicelle. Le mycelium se ramifie dans le corps des animaux morts aux dépens desquels il vit. Je n'ai pas trouvé les spores mobiles de cette espèce à Tachkend.

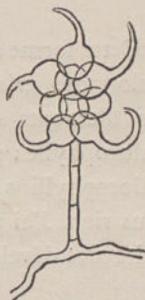


Fig. 22.

Fig. 22. — *Polyrhina multiformis*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(1) J'ai trouvé cette espèce à Kazan et à Tachkend sur des *Cladophora*. — La première description de cette espèce a été publiée en 1877 dans l'*Hedwigia*. *Vorläufige Mittheilung über zwei neue mikroskopische Pilze* par N. Sorokine.

(2) J'ai trouvé cette espèce à Kazan et à Tachkend sur des cadavres d'Anguillules.

§ II. — LE SPORANGE VIT A L'INTÉRIEUR DE LA CELLULE NOURRICE

*Organismes distincts bien que réunis en colonies.*

(a). Les sporanges sont sans col et sans mycelium.

z) Ils se développent dans les parties végétatives des algues.

23. — *Chytridium pusillum*. Sorok (1).

Le sporange parfaitement sphérique mesure  $4,5 \mu$ . Il est muni d'une ouverture pour la sortie des spores mobiles. Je n'ai pu observer les spores mobiles de cette espèce.

Cette espèce est l'une des plus petites parmi les Chytridiacées, elle se trouve fréquemment à Kazan et dans l'Asie centrale, malgré sa fréquence je n'ai pas eu occasion de suivre son développement. Cette espèce est voisine du *Chy. glomeratum*. Max. Cor. (2).

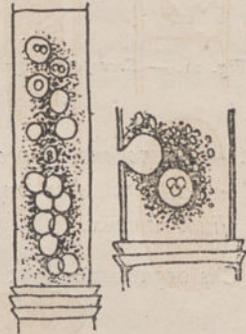


Fig. 23.

Fig. 23. — *Chytridium pusillum*. Sorok. Gross.  $\frac{500}{1}$   
et  $\frac{600}{1}$ .

24. — *Chytridium* ? (3).

Cette forme spécifique douteuse se présente sous la forme de cellules oblongues gris-foncé, de grandeur variable que l'on rencontre dans les filaments des Spirogyres, enveloppés par les rubans spiraux de chlorophylle; par la suite, le parasite augmente de volume, les rubans chlorophyllins qui l'entourent tombent en pièces, il n'en reste bientôt plus rien. J'ai pu extraire les cellules grises de l'algue nourrice. La suite des développements de cette espèce m'est restée inconnue. J'ai

(1) J'ai rencontré cette espèce à Kazan et à Tachkend dans des cellules d'Edogonium.

(2) Je laisse le nom d'*Euchytridium* aux espèces dont les sporanges ont une forme sphérique ou ovoïde avec mycelium rudimentaire. Je réserve le nom de *Chytridium* aux sporanges endoparasites sans col, sans mycélium et sans opercule.

(3) J'ai recueilli cette espèce dans des filaments de Spirogyre, dans la steppe Kirghiz à Tachkend, puis à Kazan.

rencontré cette espèce pour la première fois le 5 septembre 1878 dans les eaux de la rivière d'Ac-Tubé, plus tard, je l'ai revue à Tachkend, puis cette année même à Kazan.

Fig. 24.



Fig. 24. — *Chytridium*? Gross.  $\frac{600}{1}$ .

Fig. 25.



25. — *Rosella septigena*. M. Cornu (1).

Les sporanges de ce parasite se disposent en files dans les hypha d'*Achlya polyandra*, il en résulte que les hypha infestés semblent cloisonnés transversalement. Chaque sporange à sa maturité perce la paroi de l'*Achlya*, émet une protubérance à peine visible, qui s'entr'ouvre et laisse sortir les spores mobiles (5). Cette espèce donne deux sortes de spores mobiles, les unes sont réniformes, uniciliées, très agiles, les autres sont grandes, biciliées. Exceptionnellement, ces grosses spores sont uniciliées. Ce sont probablement des spores anormales. Je n'ai pas observé de spores immobiles chez le *Rosella septigena*.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan.

Fig. 25.—*Rosella septigena*. M. Cornu. Gross.  $\frac{800}{1}$ .

- a. Sporangies de *Rosella* dans l'extrémité d'un filament d'*Achlya polyactis*
- b. Spores mobiles de *Rosella*.
- c. Spores anormales de *Rosella*.

( $\beta$ ) Ils se développent dans les organes fructifères des algues.

26. — *Chytridium decipiens*. Al. Br. (*Phlyctidium decipiens*) (1).

Cette espèce vit en parasite dans les oogones d'*Edogonium*. Les sporangies sont sphériques. Ses spores mobiles ont une tête sphérique et un long cil. Pendant que le sporangie se vide, son sommet s'allonge en col. Si comme c'est le cas le plus ordinaire, le sommet du col se trouve devant l'ouverture de l'oogone, le col s'allonge hors du végétal nourricier. Je n'ai jamais rencontré dans cette espèce, de mycelium même rudimentaire. Le *Chytridium* adhère par sa partie profonde à l'oospore qui disparaît peu à peu. Les spores mobiles s'agitent dans leur sporangie longtemps avant leur sortie, près de vingt-quatre heures avant leur mise en liberté. Si par une cause quelconque, certaines spores demeurent incluses dans leur sporangie, on les voit sautiller sans interruption. Al. Braun avait déjà signalé ce fait : des spores qu'il avait vues en mouvement le 15 mai à neuf heures du matin, sautillaient encore le 19 mai à onze heures du soir, c'est-à-dire après cent-huit heures. J'ai moi-même observé de ces spores mobiles qui, en mouvement le 8 juillet à dix heures du matin, se remuaient encore avec une grande énergie le 10 juillet à dix heures du soir, époque à laquelle je fus contraint d'interrompre mes observations.

Les sporangies du *Chytridium decipiens* sont tantôt solitaires, tantôt groupés par deux dans un même oogone.

Fig. 26. — *Chytridium decipiens*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Sporangie se vidant.
- b. Sporangie vidé.
- c. Sporangie mûr.
- d. Sporangies vides isolés.

(b). Les sporangies ont un petit col saillant, ils n'ont pas de mycelium.

( $\alpha$ ) Organismes, parasites de végétaux ne contenant pas de Chlorophylle.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend, à Kazan, à Kharkow.

Fig. 26.

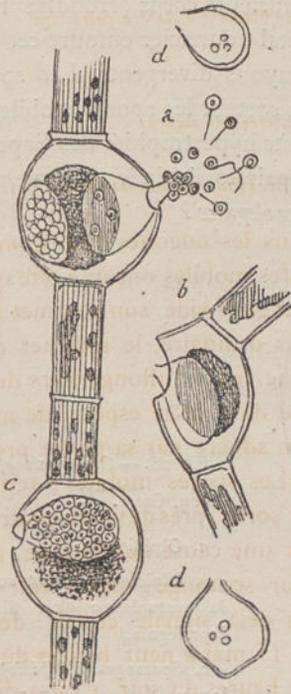


Fig. 27.



27. — *Olpidiopsis fusiformis*. M. Cornu (1).

Dans leur jeune âge, les sporanges de cette espèce se présentent sous l'aspect de corps protoplasmiques oblongs, étroits, courbés, de couleur grise, granuleux, gorgés de gouttes d'huile. Chaque sporange émet à sa maturité un petit col latéral qui perfore la paroi du filament nourricier. C'est par ce col que sortent les très petites spores mobiles uniciliées (2).

Fig. 27. — *Olpidiopsis fusiformis*. M. Cornu. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

28. — *Olpidiopsis saprolegniæ*. M. Cornu.

A Kazan et à Tachkend cette espèce vit en parasite dans les filaments de *Saprolegnia* mais pas dans les oogones. Les filaments du champignon

(1) J'ai trouvé cette espèce dans des hyphes d'*Achlya* et de *Saprolegnia* à Tachkend et à Kazan.

(2) A Kazan, je n'ai trouvé que de jeunes sporanges de cette espèce.

sont hypertrophiés sous l'influence du parasite. Dans ces filaments hypertrophiés apparaissent un ou plusieurs corps arrondis sphériques gris-foncé. Le protoplasma du végétal nourricier entoure ces corpuscules d'un réticulum granuleux à rayons divergents. Les sporanges mûrs produisent un petit col par où sortent les spores mobiles (1).

J'ai trouvé dans les mêmes filaments hypertrophiés des *Saprolegnia* de grosses cellules brunes à parois épaisses échinées. Seraient-ce les spores immobiles de l'*Olpidiopsis saprolegniæ* ?

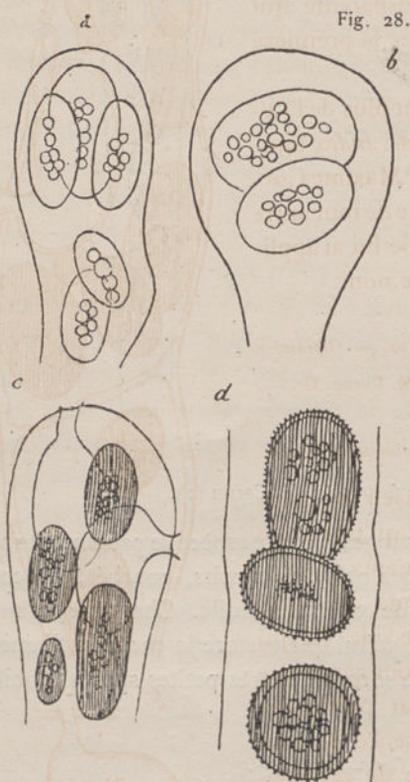


Fig. 28.

Fig. 28. — *Olpidiopsis saprolegniæ*.  
Cornu, Gross.  $\frac{600}{1}$ .

a. *Olpidiopsis*.

b. *Olpidiopsis* vivant aux dépens du protoplasma d'un filament de *Saprolegnia*.

c. Sporangies d'*Olpidiopsis saprolegniæ*.

d. Spores échinées d'*Olpidiopsis saprolegniæ*.

29. — *Olpidiopsis incrassata*. M. Cornu (2).

Les sporanges de cette espèce sont oblongs. Ils sont bruns, très

(1). Je n'ai vu de sporanges à longs cols que très exceptionnellement.

(2) J'ai trouvé cette espèce dans des *Achlya* qui étaient apparues sur des insectes tombés dans l'eau à Tachkend et à Kazan.

grands; ils se vident par un ou deux cols. Je n'ai pu observer les spores mobiles de cette espèce.

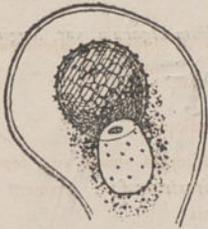
Fig. 29. — *Olpidiopsis incrassata*. M. Cornu. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

30. — *Olpidiopsis index*. M. Cornu (1).

L'organisme auquel j'applique ce nom s'est présenté à moi sous l'aspect d'une spore échinée, sphérique, immobile, portant sur un de ses côtés une cellule vide transparente qui semblait avoir communiqué avec la première par un orifice.

Cet organisme se rapprochant plus de l'*Olpidiopsis index* figuré par Maxime Cornu que de tout autre être, je lui ai appliqué ce nom.

Fig. 30.



*Olpidiopsis index* figuré par Maxime Cornu que de tout autre être, je lui ai appliqué ce nom.

Fig. 30. — *Olpidiopsis index*. M. Cornu. Gr.  $\frac{600}{1}$ .

31. — *Olpidiopsis fusiiformis*. Var. *Ædogoniarum*. Sorok.

Cet organisme appartient-il bien au genre *Olpidiopsis*? Je ne l'ai observé qu'une seule fois à Tachkend, dans des filaments d'*Ædogonium*. Je n'ai vu cet organisme que sous la forme d'un sporangie mûr et vide. Ce qui me fait hésiter à lui donner le nom générique d'*Olpidiopsis*, c'est son habitat particulier sur des algues vertes, et l'absence de tout renseignement sur l'état jeune de ces sporangies. Je ne me suis décidé à ranger ce parasite parmi les *Olpidiopsis* qu'à cause de sa ressemblance extérieure avec le parasite figuré par Reinsch (2), parasite que Cornu regarde comme un *Olpidiopsis*. Le parasite figuré par Reinsch avait été observé chez un *Phycomyces*.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend sur un *Saprolegnia*.

(2) *Beobachtungen üb. einige neue Saprolegnia*. Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XI. Taf. 17. fig. 1.

Fig 29.

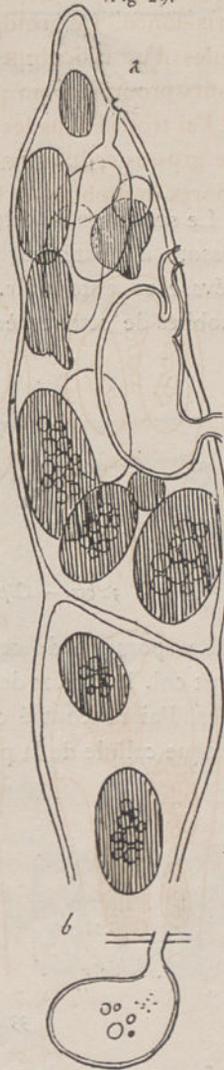


Fig. 31.

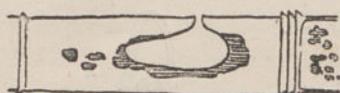


Fig. 31. — *Olpidiopsis fusiformis*. var. *Edogoniarum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

32. — *Olpidium algarum* Sorok. Var. *longirostrum* (1).

Le sporange de cette espèce est oblong, muni d'un très long col qui ressort à l'extérieur de la cellule nourrice. L'extrémité de ce col s'évase en entonnoir. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cette espèce.

Fig. 32



Fig. 32. — *Olpidium algarum*. var. *longirostrum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

32 bis. — *Olpidium algarum*. Sorok. Var. *brevirostrum* (2).

Le sporange de cette variété est sphérique ou oblong muni d'un petit col. Il en sort des spores mobiles à tête renflée réniforme uniciliées. J'ai rencontré cette variété dans les cellules d'algues vertes ; chaque cellule de la plante nourrice contenait de un à trois individus.

Fig. 32 bis.



Fig. 32 bis. — *Olpidium algarum*. var. *brevirostrum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

a. Sporangies vides.  
b. Spores mobiles.

33. — *Olpidium saccatum*. Sorok. (3).

Le sporange de cette espèce a la forme d'un sac étranglé en son milieu, il se prolonge en un petit col qui ne laisse voir au dehors que

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend dans des filaments de Confervacées.

(2) J'ai rencontré cette espèce à Tachkend et à Kazan sur des *Sphaerosoma vertebratum*.

(3) J'ai trouvé cette espèce dans diverses espèces de Desmidiées, à Tachkend.

son embouchure. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cette espèce.

Fig. 33. — *Olpidium saccatum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

34. — *Olpidium immersum* (1).

Le sporange de cette espèce a la forme d'une cornemuse, il communique par un tube étroit avec un renflement antérieur sphérique, le col naît de cette partie antérieure. Tout l'ensemble rappelle vaguement une tête d'oiseau. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cet espèce.

Fig. 33.



Fig. 34.

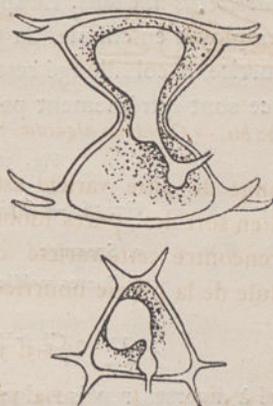


Fig. 34. — *Olpidium immersum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

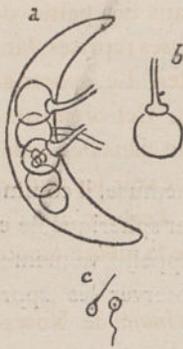
35. — *Olpidium endogenum*. Al. Br. (2).

Les sporanges de cette espèce sont souvent très nombreux dans une même cellule de *Closterium*. Ces sporanges sont sphériques, ils

(1) J'ai trouvé cette espèce dans diverses espèces de Desmidiées, *Staurastrum*, à Tachkend et à Bourdalyk (forteresse de Boukhara).

(2) J'ai trouvé cette espèce à Kazan sur des *Closterium*.

Fig. 35.



présentent à leur partie antérieure un prolongement tubulaire, ou col, qui présente à sa base un renflement annulaire. Les spores mobiles sont sphériques, uniciliées.

Fig. 35. — *Olpidium endogenum*. Al. Br. Gross.  $\frac{450}{1}$ .

- a. Sporangies vides.  
b. Sporange isolé.  
c. Spores mobiles.

36. — *Olpidium apiculatum*. Al. Br.

Je n'ai observé cette espèce qu'une seule fois à Kazan dans les spores mobiles du *Gleococcus mucosus*. Le sporange de cette espèce a la forme des ballons employés en chimie. Sa partie sphérique est cachée dans la cellule nourrice, le col allongé reste au dehors. Les spores mobiles de cette espèce sont extrêmement petites.

Fig. 36.



Fig. 36. — *Olpidium apiculatum*. Al. Br. Gross.  $\frac{500}{1}$ .

- a. Sporange.  
b. Spores mobiles.

37. — *Chytridium* ? (1).

J'ai observé à diverses reprises dans des filaments de Confervacées en putréfaction des sporanges sphériques munis d'un petit col, qui me semblent différer de tous les genres décrits jusqu'ici. Dans certains de ces sporanges, on trouvait de grosses spores immobiles. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cette espèce.

Fig. 37.

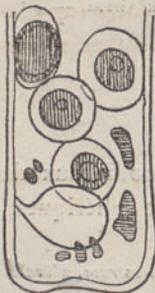


Fig. 37. — *Chytridium* ? Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(6) Organismes, parasites d'animaux.

(1) Observé à Tachkend.

38. — *Olpidium zootocum*. Sorok.

J'ai trouvé cette espèce à Tackend et à Kazan dans des pattes de Crustacés morts. J'ai eu occasion de l'observer à diverses reprises dans cette dernière ville. Je n'ai pu voir ses spores mobiles. Le sporange de cette espèce est globuleux muni d'un long col. Cet organisme rappelle un organisme semblable trouvé par Al. Braun dans des cadavres d'anguillules, comme il ne m'a pas été possible de voir les figures que Braun en a donné, je ne sais jusqu'à quel point l'espèce que j'ai observée ressemble à celle d'Al. Braun. Peut-être est-ce la même espèce vivant sur un substratum différent.

L'*Olpidium zootocum* diffère du *Chytridium gregarinum* de Nowakowsky par son col plus long.

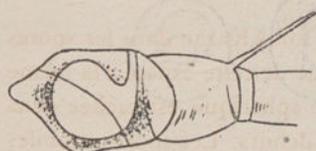


Fig. 38.

Fig. 38. — *Olpidium zootocum*. Sorok.

Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(c) Les sporanges ont un grand col saillant au dehors, pas de mycelium.

(2) Parasites de végétaux.

39. — *Olpidium Tuba*. Sorok.

Le sporange de cette espèce est oblong, il émet un col renflé qui perce la paroi de la cellule nourrice et s'étrangle au niveau de cet orifice. La forme de ce col qui ressemble tout à fait à une courge est caractéristique.

Cette espèce est commune à Kazan et à Tachkend dans les filaments de Confervacées. Malgré cela, je n'ai pu observer ses spores mobiles.

Fig. 39.



Fig. 39. — *Olpidium Tuba*. Sorok.

Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(6) Parasites de petits animaux.

40. — *Olpidium Arcellæ*. Sorok.

Le sporange de cette espèce est globuleux, sphérique, son long col sort de la cuirasse de l'Arcelle où il vit par l'orifice de passage des pseudopodes de l'animal vivant.

J'ai recueilli cette espèce pour la première fois en 1877 dans l'eau du lac Kaban à Kazan. Plus tard, j'ai trouvé ses sporanges sans spores à Tachkend et en bien d'autres endroits. Je crois que l'*Olpidium Arcellæ* ne se développe dans la carapace de l'Arcelle commune qu'après la mort de l'animal.

Fig. 40.

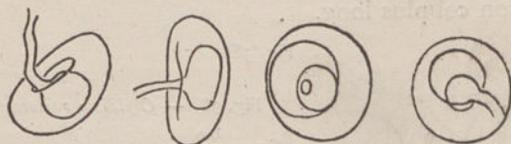


Fig. 40. — *Olpidium Arcellæ*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(d) Les sporanges sont dépourvus de col. Inférieurement, ils portent un mycelium très développé.

(z) Mycelium composé de filaments fins, rameux, extrêmement tenus.

41. — *Rhizidium confervæ glomerata*. Cienk.

Cette espèce est très commune à Kazan et à Tachkend dans les filaments du *Conferva glomerata*. Le sporange de cette espèce a un rostre pointu qui perfore la paroi de la Conferve et s'ouvre au dehors. Les spores mobiles s'échappent par cet orifice. De la partie inférieure du sporange partent en tous sens des filaments dichotomes très fins qui représentent le mycelium.

Fig. 41.



Fig. 41. — *Rhizidium confervæ glomerata* Cienk. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

42. — *Rhizidium tetrasporum*. Sorok. (1).

Le sporange de cette espèce est sphérique, son extrémité pointue forme un très petit col, à peine visible au dehors. Les spores mobiles s'échappent par l'ouverture de ce col. Chaque sporange produit quatre spores mobiles, ce qui rappelle le *Tetrachytrium*. J'ai décrit cette espèce en 1872 (2), depuis lors, je ne l'ai pas rencontrée.

Fig. 42.

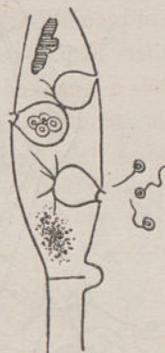


Fig. 42. — *Rhizidium tetrasporum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(3) Mycélium simple ou rameux, cloisonné transversalement.

GENRE *Aphanistis*. SOROK.

Le genre *Aphanistis* est caractérisé par des sporanges sphériques, sans col, ou dont le col n'est représenté que par une très petite éminence, exceptionnellement par deux. Ses spores mobiles ont une tête sphérique et un cil postérieur; elles ne diffèrent en rien des spores mobiles des Chytridiacées; elles se meuvent par saccades. Son mycélium consiste en un filament large cloisonné transversalement qui parcourt toutes les cellules de l'*Ædogonium* nourrice et ne se renfle en sporange que dans les Oogones. Un filament mycélien peut être simple ou rameux, il ne forme qu'un seul sporange. Le parasite détruit complètement les Oospores de sa plante nourrice.

43. — *Aphanistis Ædogoniarum*. Sorok. (3).

Le jeune sporange d'*Aphanistis Ædogoniarum* est ovoïde, pointu à l'une de ses extrémités et plein de gouttes d'huile. Plus tard, il prend une forme sphérique, puis pointe vers l'embouchure de l'oogone, s'ouvre et laisse sortir ses corps reproducteurs.

(1) J'ai trouvé cette espèce dans des filaments de *Rhynchonema*.

(2) *Recherches mycologiques*, Tab. V. fig. 19-23.

(3) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan

Fig. 43.

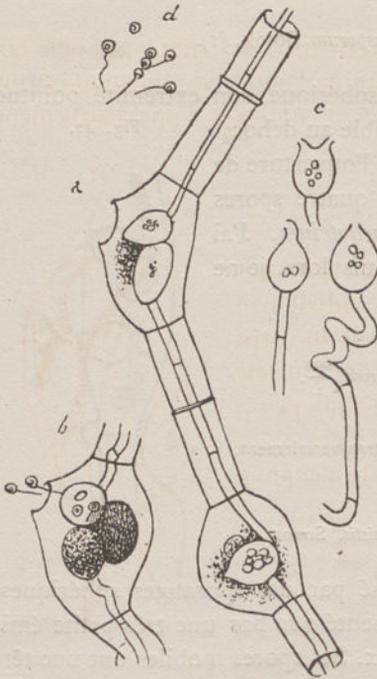


Fig. 43. — *Aphanistis Edogoniarum*.  
 Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. Sporangies mûrs.
- b. Sortie des spores mobiles.
- c. Sporangies isolés.
- d. Spores mobiles.

44. — *Aphanistis pellucida*. Sorok.

Cette espèce diffère de la précédente par son habitat. Je l'ai trouvée à Tachkend dans de jeunes *Edogonium*. Son sporange est transparent, armé d'un col pointu qui perfore la paroi de l'*Edogonium*. Son mycelium est court, cloisonné transversalement. Je n'ai pas eu occasion d'observer les spores mobiles de cette espèce.

Fig 44.



Quelle est exactement la place de cette espèce dans la classification? Je ne saurais le dire, n'ayant pu suivre l'histoire complète de son développement. Elle ressemble beaucoup extérieurement à l'*Aphanistis Edogoniarum*.

Fig. 44. — *Aphanistis ? pellucida*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

*Organismes coloniaux.*

(a). Attachés deux à deux.

GENRE *Bicricium*. SOROK.

Le genre *Bicricium* est caractérisé par des sporanges oblongs, réunis deux à deux, mais séparés l'un de l'autre par un isthme étroit. Ses spores immobiles sont sphériques et entourées d'une épaisse membrane.

45. — *Bicricium lethale*. Sorok.

J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan dans des cadavres d'anguillules. Le col allongé des sporanges de cette espèce sortait du corps de l'Anguillule. Ses spores mobiles ont une tête pointue qui les fait ressembler quelque peu à des *Colpodella*. Ces spores sont uniciliées.

Cette espèce est assez commune. Je n'ai point rencontré ses spores immobiles.

Fig. 45.



Fig. 45. — *Bicricium lethale*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

46. — *Bicricium transversum*. Sorok. (1).

Le double sporange de cette espèce est placé transversalement dans sa cellule nourrice, l'un tournant son ouverture d'un côté, l'autre ayant son ouverture sur la paroi opposée de la nourrice. Cette espèce n'a pas de spores mobiles. Ses spores immobiles ou spores durables se rassemblent dans un même sporange. On ne connaît pas le développement de ses spores immobiles.

Fig. 46.



Fig. 46. — *Bicricium transversum*. Sorok.  
Gross.  $\frac{600}{1}$ .

47. — *Bicricium naso*. Sorok. (2).

Dans cette espèce, les deux sporanges sont oblongs, renflés à une extrémité. Le col très long part de ce renflement, il perce la membrane

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend dans des filaments de *Cladophora*.

(2) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend dans des Desmidiées (*Arthrodesmus*).

de l'algue et s'allonge au dehors. Je ne connais pas les corps reproducteurs de cette espèce. Cette espèce très singulière ne se rencontre que rarement.

Il se pourrait que les parasites figurés par Reinsch l. c. pl. XVII, fig. 6, 11, 12 appartenissent au genre *Bicricium*, bien que Max. Cornu en fasse des *Myzocytium*. Schenk. D'après ce que j'ai pu voir, l'isthme des *Myzocytium* n'est jamais aussi nettement défini que chez les *Bicricium*, et les *Myzocytium* sont rarement accouplés par deux ce qui est toujours le cas des *Bicricium*.

Fig. 47.

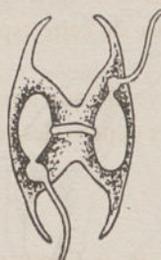


Fig. 47. — *Bicricium naso*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

(b). Attachés l'un à l'autre en grand nombre.

48. — *Achlyogeton entophytum*. Schenk. (1).

Fig. 48.



Les sporanges de cette espèce sont oblongs réunis en chapelets. Chaque sporange pointe directement son col vers la membrane de la cellule nourrice. Ses spores mobiles sont uniciliées, elles se rassemblent à la sortie, s'entourent d'une membrane d'enveloppe, puis chacune mue et se disperse.

Fig. 48. — *Achlyogeton entophytum*. Schenk. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

49. — *Achlyogeton rostratum*. Sorok. (2).

Les sporanges de cette espèce sont sacciformes, réunis en chapelets. Près de son point d'émergence à la surface de la cellule nourrice, le col se renfle. Dans la traversée de la paroi, le col se rétrécit en un bec pointu. Dans les Annales des Sciences naturelles, 6<sup>e</sup> série, tome IV, planche 3, fig. 40, j'ai décrit cette espèce comme vivant sur des Anguillules. A. Tachkend, je n'ai pas rencontré ses spores mobiles.

Fig. 49.



Fig. 49. *Achlyogeton rostratum*. Sorok.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend dans des filaments de Confervacées.

(2) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan dans des filaments de Conferves.

50. — *Catenaria anguillulæ*. Sorok. (1).

Les sporanges de cette espèce sont sacciformes, réunis les uns aux autres par des isthmes. Ils forment un chapelet. Chaque isthme se compose de deux petites cellules étroites égales. Les cols varient de longueur d'un sporange à l'autre. Les spores mobiles de cette espèce sont uniciliées, leur tête est sphérique.

Depuis que j'ai signalé cette espèce, je la retrouve chaque année. Elle provoque de véritables épidémies sur les vers aux dépens desquels elle se développe.

Fig. 50.

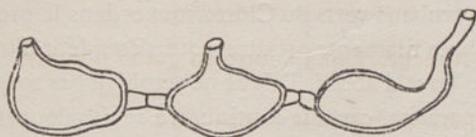


Fig. 50. — *Catenaria anguillulæ*. Sorok, Gross.  $\frac{600}{1}$ .

51. — *Woronina polycystis*. Cornu.

Dans cette espèce, les nombreux sporanges sont agglomérés en une masse. Ils remplissent indifféremment toutes les cellules des filaments nourriciers; de préférence, pourtant celles qui sont terminales. Je n'ai pas eu occasion d'observer les corps reproducteurs de cette espèce; mais mes croquis étant absolument identiques aux figures de Cornu, je ne doute nullement de l'identité de l'espèce que j'ai trouvée à Tachkend et à Kazan dans des filaments d'*Achlya racemosa* avec l'espèce décrite par Cornu.

Fig. 51.

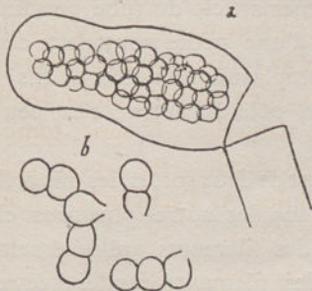


Fig. 51. — *Woronina polycystis*. Cornu.  
Gross.  $\frac{800}{1}$ .

a. *Woronina polycystis*.  
b. Sporangies vidés.

(1) J'ai trouvé cette espèce à Tachkend et à Kazan dans des cadavres d'anguilles.

52. — *Ancylistes Closterii*. Pfitzer.

J'ai trouvé cette espèce dans de petites flaques d'eau stagnante provenant d'une rigole de la cascade du jardin du Gouverneur-général. Elle vivait dans des *Closterium*. Les *Closterium* qui vivent toujours en grandes troupes dans une même mare ne présentaient au début aucune trace du parasite en question. Seuls, quelques individus attiraient l'attention par leurs grandes dimensions. Cette hypertrophie des organismes malades s'explique par l'impossibilité où ils sont de se multiplier. En examinant de plus près des *Closterium* infestés, j'ai remarqué parallèlement aux rubans verts du *Closterium* et dans le protoplasma de celui-ci de minces filaments grisâtres, qui s'étendent d'un bout à l'autre de la cellule. Tout d'abord, l'algue ne semblait pas souffrir de la présence de son parasite, car elle continuait à se développer. Chaque cellule nourrice contenait alors de trois à vingt-trois filaments grisâtres. Les filaments gris donnent naissance à des rameaux latéraux qui sortent au dehors en perçant la membrane du végétal nourricier. Puis, ils commencent à s'allonger et à se cloisonner transversalement. Le protoplasma de ces filaments émigre toujours dans la portion extrême de ces filaments. A mesure que cette extrémité s'allonge, le protoplasma la suit, il s'isole en arrière des portions anciennes en produisant de distance en distance des cloisons transversales.

Les filaments gris sont nus jusqu'au moment de l'apparition des rameaux latéraux. Si un filament germinatif rencontre un *Closterium*, il pousse au point de contact un bec conique qui perce la membrane de l'algue touchée. Le contenu du dernier article du tube germinatif se vide dans le *Closterium* sous forme d'une petite gouttelette demi-fluide. Plus tard, cette gouttelette protoplasmique s'étire en fils grisâtres qui traversent le *Closterium* d'un pôle à l'autre, c'est peu de temps après qu'éclate l'épidémie.

Parmi les filaments germinatifs, il en est de deux sortes, les uns grêles, ce sont ceux dont il est question ci-dessus, les autres plus gros, cloisonnés transversalement. Les articles des filaments grêles émettent des prolongements vers les articles des filaments renflés, ceux-ci de leur côté émettent des prolongements vers les articles des filaments grêles. Chemin faisant, les extrémités des deux séries de prolongements se rencontrent. Au moyen de ces ponts, le contenu d'un article

passé dans l'article qui lui fait face et produit une grande zygospore à paroi épaisse. Pas plus que Pfitzer, je n'ai pu observer la germination de cette zygospore. Une seule fois, j'ai vu dans la région centrale d'un *Closterium* des zygospores vidées dont la membrane présentait une ouverture. S'était-il formé là des spores mobiles déjà sorties; ou au contraire les zygospores s'étaient-elles vidées en produisant de minces filaments grisâtres, je ne puis rien dire sur ce sujet.

Fig. 52.

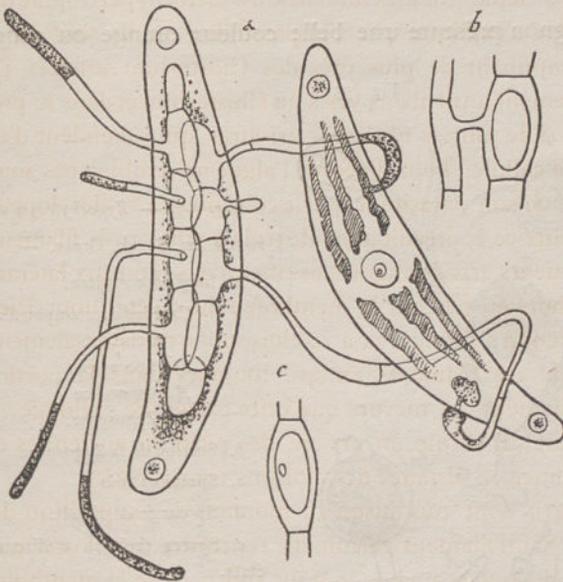


Fig. 52. — *Ancylistes Closterii*.  
Pfitzer. Gross.

a. *Ancylistes Closterii*.  
b. Zygospore.

53. — *Zygochytrium aurantiacum*. Sorok.

J'ai trouvé cette espèce sur des insectes morts (mouches et cousins) séjournant dans l'eau du Lac Kaban près du jardin botanique de Kazan.

Ce champignon consiste en un hypha dichotome terminé par des sporanges sphériques. Un peu au-dessous de chaque sporange, on remarque un petit appendice dont la fonction ne m'est pas connue. Le sporange s'ouvre par un opercule ou couvercle. Lorsque le sporange s'est ouvert, tout son contenu sort au dehors, prend une forme sphérique, puis se recouvre d'une membrane. Le contenu

protoplasmique de cette nouvelle cellule se partage en une quantité considérable de spores mobiles, qui s'échappent en déchirant la membrane commune. Les spores mobiles se meuvent d'abord très rapidement d'un mouvement saltatoire, plus tard, leurs mouvements se ralentissent, puis elles se mettent à ramper, la tête de chaque spore possédant alors des mouvements amiboïdes. Si l'eau vient à manquer, il se fait une zygospore entre les deux branches de la fourche par un processus semblable à celui que tout le monde connaît chez les Mucor, Sporodinia, etc.

Tout le champignon présente une belle couleur orange ou rouge foncé (1).

Fig 53.



Fig. 53. — *Zygochytrium aurantiacum*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

a. La plante entière.

Cr. Pied ou crampon d'attache.

Sp. Sporangie.

A. Appendice.

Zy. Zygospore.

b. Section de la Zygospore.

c. Sporangie mûr.

d. Sporangie se vidant.

e. Spores mobiles à divers états.

54. — *Tetrachytrium triceps*. Sorok. (2).

Ce champignon consiste en un filament bleu-foncé terminé inférieurement par un crampon, supérieurement par trois branches dont chacune porte un sporangie oblong, muni d'un couvercle. Un peu en

(1) Sorokine. *Ueber einige neue Wasserpilze*. Bot. Zeit., 1874.

(2) J'ai trouvé cette espèce sur des morceaux de bois dans le Lac Kaban près Kazan.

dessous de la base des trois branches, on voit un appendice enroulé en spirale comme un ressort de montre. De même que chez le *Zygochytium*, le protoplasma sort tout entier du sporange lors de la déhiscence de cet organe ; il se recouvre d'une membrane. Le contenu de la nouvelle cellule se partage en quatre spores mobiles uniciliées. Les spores mobiles s'accouplent deux à deux et donnent un corps sphérique qui grandit immédiatement et qui se transforme en un *Tetrachytium*.

Fig. 54.

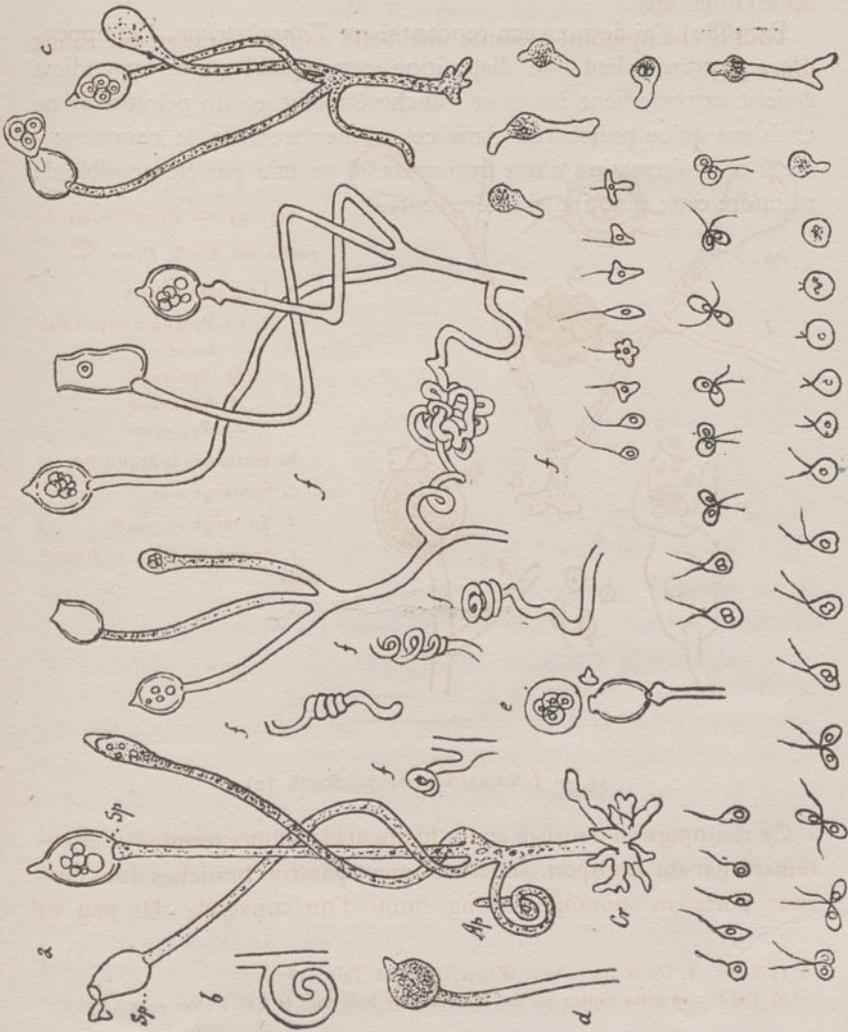
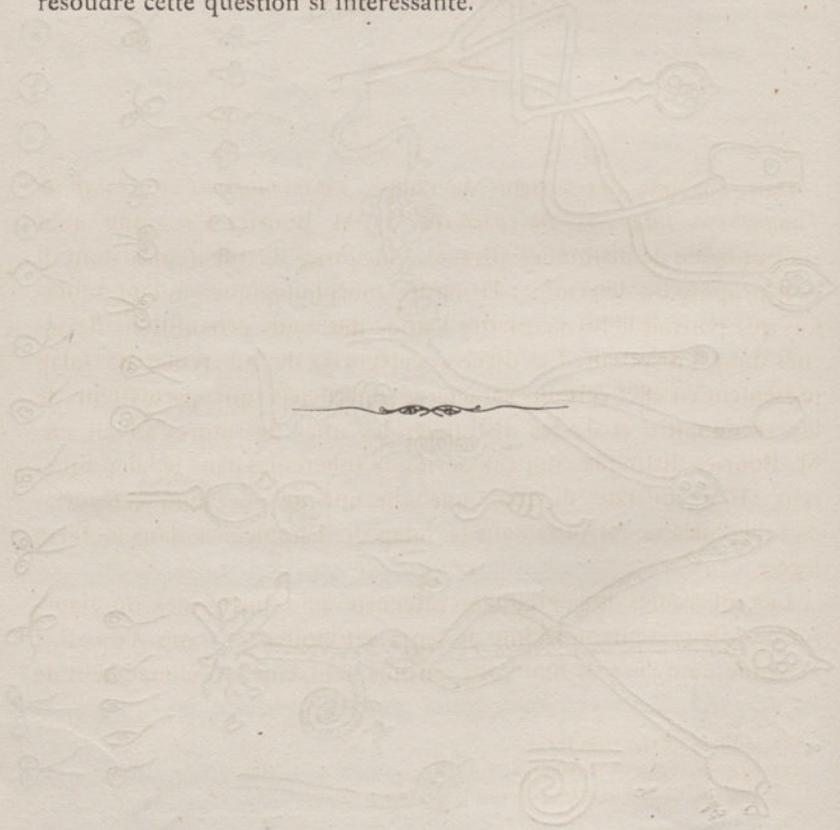


Fig. 54. — *Tetrachytrium triceps*. Sorok. Gross.  $\frac{600}{1}$ .

- a. La plante entière mûre.
- b. Appendice.
- c. Plante au moment de la déhiscence des sporanges.
- d. Sporange mûr.
- e. Sporange déhiscant.
- f. Spores mobiles à divers stades.
- g. Appendices enchevêtrés.

En 1880, j'ai de nouveau rencontré un *Tetrachytrium*. Les appendices y présentaient une disposition remarquable. Les appendices étaient extrêmement longs et s'enchevêtraient en un peloton. Je ne crois pas qu'on puisse voir dans cet enchevêtrement, le commencement de la formation d'une zygospore. Il ne m'a pas été possible de résoudre cette question si intéressante.



# RECHERCHES

SUR LES

# TUBERCULES DE JALAP

Par Albert BOURIEZ.

Compte-Rendu et Analyse critique par C.-Eg. BERTRAND.

Dans chacune des variétés de Jalaps. *Jalap tubéreux* (1), *Jalap de Tampico* (2), *Jalap léger ou fusiforme* (3), M. Bouriez a reconnu qu'il était possible de distinguer diverses catégories de tubercules dont il s'est proposé de déterminer la nature morphologique, autant toutefois que pouvait le lui permettre l'étude des seuls échantillons desséchés dont il disposait. Les diverses catégories de tubercules de Jalap présentent en effet certains caractères superficiels qui permettent de les reconnaître et de les distinguer les unes des autres à l'œil nu. M. Bouriez distingue cinq catégories de tubercules dans le Jalap tubéreux. Il a constaté de plus que chacune de ces cinq catégories de tubercules se retrouve dans le Jalap de Tampico et dans le Jalap léger.

Les tubercules de la première catégorie sont fusiformes ou napi-formes; ils présentent à l'une de leurs extrémités les restes d'une tige aérienne, dont l'axe de figure est sensiblement dans le prolongement de

(1) Jalap de l'*Exogonium purga*.

(2) Jalap de l'*Ipomœa simulans*.

(3) Jalap du *Convolvulus Orizabensis*.

l'axe de figure du tubercule. A la base de cette tige aérienne, on remarque deux cicatrices foliaires profondes, symétriques, diamétralement opposées. Inférieurement, ces tubercules types se prolongent en une pointe effilée. Ces tubercules types forment la majeure partie du Jalap commercial, Fig. 55.

Fig. 55.

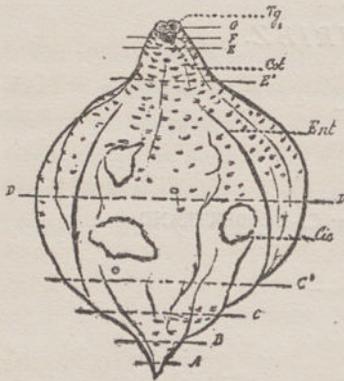


Fig. 55. — Tubercule type de Jalap officinal. Tubercule de la première catégorie.

Tgl. Tige aérienne. Tige principale de la plante comme le montreront les études ultérieures.

Cot. Cicatrice foliaire. Trace de l'insertion d'un cotylédon.

Ent. Entailles longitudinales pratiquées à la surface du tubercule pour en faciliter la dessiccation.

Cic. Cicatrices laissées par d'autres tubercules (Tubercules de la troisième catégorie), et par des exfoliations locales du tubercule.

Les droites horizontales A, B, C, C', D, E', E, F, G indiquent les niveaux des principales sections transversales du tubercule.

Les tubercules de la seconde catégorie ont sensiblement la même configuration générale que les tubercules précédents. Ils s'en distinguent parce qu'ils ne portent jamais de traces d'organes aériens (1). Ils se terminent de la même manière à leurs deux extrémités.

Les tubercules de la troisième catégorie, sont très petits, une de leurs extrémités est marquée d'une grande cicatrice, qui indique qu'en ce point ces tubercules s'inséraient sur d'autres tubercules. On constate d'ailleurs très fréquemment que les tubercules de la troisième catégorie sont directement fixés sur la partie inférieure des tubercules de la seconde et de la première catégorie.

Les tubercules de la quatrième catégorie sont également très petits. Ils sont toujours insérés sur un organe cylindrique grêle ou légèrement fusiforme. Ils se dirigent perpendiculairement à cet organe, ils ne portent aucune trace d'organes aériens.

La cinquième catégorie de tubercules est formée par les corps

(1) Il faut se garder de confondre les tubercules de la première catégorie mutilés accidentellement avec les tubercules de la seconde catégorie.

cylindriques grêles ou fusiformes sur lesquels sont insérés les tubercules de la quatrième catégorie. Lorsque ces tubercules sont un peu volumineux, il est possible de confondre un tubercule de la cinquième catégorie avec un tubercule de la seconde.

Les tubercules de la quatrième et de la cinquième catégories sont ordinairement rejetés par les pharmaciens.

En pratiquant une série de sections transversales d'ensemble à divers niveaux de chacun des tubercules des cinq catégories ci-dessus, on reconnaît, par un simple examen macroscopique, que la structure de ces tubercules n'est pas la même à leurs divers niveaux et, de plus, que la structure de certains d'entre eux présente des particularités qui méritent une étude spéciale.

Les sections transversales d'ensemble pratiquées à divers niveaux d'un tubercule de la première catégorie ou tubercule type du Jalap officinal montrent :

- 1° Une masse centrale compacte dont la coloration varie du gris cendré au brun ;
- 2° Une zone mince qui limite la masse centrale et qui se distingue par sa coloration brune ;
- 3° Un anneau périphérique peu épais, fortement coloré, criblé de points noirs brillants (1), limité sur son bord externe par une ligne sombre ondulée.

L'aspect de l'anneau périphérique et celui de la zone mince qui limite la masse centrale demeurent les mêmes à tous les niveaux. Il n'en est pas ainsi pour l'aspect de la masse centrale.

A la partie inférieure du tubercule, au niveau de l'horizontale A de la figure 55, les éléments ligneux durcis forment des lames rayonnantes qui vont du centre du cylindre central à sa périphérie, plus quatre îlots symétriquement disposés. Au niveau B, la structure radiée du cylindre central est profondément troublée ; on reconnaît encore à la périphérie quelques lames ligneuses courtes, rayonnantes. Le centre du massif est occupé par des îlots d'éléments ligneux durcis, dispersés çà et là sans ordre. Les îlots d'éléments durcis sont entourés

(1) Ces points noirs brillants sont dus aux cellules à résine.

de points noirs brillants qui ne sont autre chose que des cellules à résine. Au niveau C ; les bandes rayonnantes d'éléments ligneux durcis qui occupent la périphérie du cylindre central sont très courtes, les îlots isolés de bois durci sont plus nombreux et chacun d'eux est entouré de plusieurs cercles de points résineux. Les éléments de ces îlots ligneux ont été comme écrasés par le développement du tissu qui les entoure. Au niveau D qui correspond à la région la plus renflée du tubercule, les îlots d'éléments ligneux durcis ne se distinguent que très difficilement, même dans le voisinage de la zone brune qui limite le cylindre central. Chaque îlot ligneux est entouré de cellules à résine, et de plus les cellules à résine dessinent de ci de là dans le tissu de grandes bandes ondulées qui donnent à la section transversale de la région moyenne des tubercules de Jalap son aspect caractéristique. Au niveau E, les éléments ligneux durcis forment deux groupes diamétralement opposés de bandes ligneuses rayonnantes, contiguës à la périphérie du cylindre central. Le centre de ce cylindre est occupé par des îlots d'éléments ligneux durcis entourés chacun de cellules à résine. Au niveau F, c'est-à-dire au niveau des cicatrices foliaires de la partie supérieure du tubercule, le cylindre central devient elliptique, les lames ligneuses rayonnantes y forment deux grosses masses opposées placées aux extrémités du grand diamètre de l'ellipse. A ce niveau, le tissu qui occupait primitivement le centre de l'organe est déchiré et remplacé par une lacune. Au

Fig. 56.

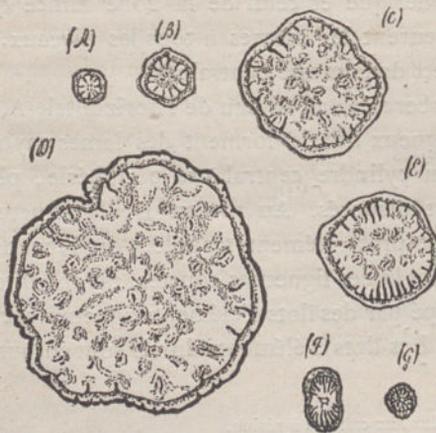


Fig. 56. — Sections transversales d'ensemble pratiquées à divers niveaux d'un tubercule type de Jalap officinal. — Les lettres A, B, C, D, E, F, correspondent aux niveaux que nous avons désignés par les mêmes lettres sur la fig. 55.

niveau G, c'est-à-dire à l'extrémité supérieure des tubercules les plus complets qu'il ait eu à sa disposition, M. Bouriez a remarqué que les tissus du cylindre central formaient deux régions, une région centrale occupée par un tissu lâche et une région périphérique formée d'un grand nombre de lames ligneuses rayonnantes placées côte à côte.

Les sections transversales successives d'ensemble d'un tubercule de la seconde catégorie montrent que les variations de structure qu'on y observe en se dirigeant de l'une de ses extrémités vers sa région moyenne se reproduisent, mais en ordre inverse, quand on se dirige de cette région moyenne vers l'autre extrémité. Ces sections montrent en outre que les variations de structure, que présente un tubercule de second ordre, quand on se dirige de l'une de ses extrémités vers sa région moyenne, reproduisent identiquement et dans le même ordre les variations de structure que nous avons signalées dans les tubercules de la première catégorie en nous dirigeant de leur région inférieure vers leur région moyenne (1).

Les tubercules de la troisième et de la quatrième catégorie ont la même structure que les tubercules de la seconde catégorie.

Les sections transversales d'ensemble d'un tubercule fusiforme de la cinquième catégorie montrent les trois grandes zones de tissu que nous avons signalées dans les tubercules types. L'enveloppe corticale de ces tubercules et la zone limite de leur cylindre central sont identiques aux tissus de même nom des tubercules types. La structure de leur cylindre central diffère de tout ce que nous avons vu précédemment. A chaque extrémité du tubercule, la section transversale du cylindre central montre trois larges massifs d'éléments ligneux durcis, symétriquement disposés autour du centre de figure de l'organe. Le centre de la section est occupé par des cellules à résine. Vers le tiers ou le quart du tubercule, la section du cylindre central est ovale asymétrique. On observe sur l'un des côtés de l'ovale trois massifs d'éléments ligneux durcis, tout le reste du cylindre central est occupé par des cellules à résine. La section transversale de la région moyenne des gros tubercules de la cinquième catégorie ne diffère pas macroscopiquement

(1) Il se peut qu'on rencontre parmi les tubercules de la seconde catégorie des tubercules qui présentent une structure toute différente de celle que nous venons de faire connaître. Cela tient à ce que ces tubercules appartiennent à la cinquième catégorie. Il se peut en effet qu'on ne puisse distinguer par un simple examen superficiel les gros tubercules de la cinquième catégorie des tubercules de la seconde.

piquement de la section transversale d'ensemble que nous avons décrite au niveau D des tubercules types.

Dans les fragments cylindriques grêles que l'on place avec les tubercules fusiformes dans la cinquième catégorie, la structure du fragment est invariable dans toute sa longueur. Cette structure est celle que nous avons fait connaître à la partie inférieure des tubercules fusiformes.

Les sections transversales d'ensemble pratiquées à des niveaux correspondants de tubercules de même catégorie du Jalap de Tampico et du Jalap léger sont identiques aux sections correspondantes du Jalap tubéreux.

L'étude macroscopique que nous venons de faire des tubercules de Jalap montre que les tubercules dont la structure est particulièrement intéressante à connaître sont les tubercules de la première et de la cinquième catégories.

Pour étudier la structure des tubercules de la première catégorie, M. Bouriez a choisi comme tubercules types, les tubercules types du Jalap officinal, c'est-à-dire ceux qui portent à leur partie supérieure des restes d'organes aériens.

Une section transversale d'ensemble d'un tubercule type de Jalap officinal pratiquée vers son extrémité inférieure, au niveau de l'horizontale A, Fig. 55, montre :

1° Quatre lames ligneuses primaires convergentes symétriques, dont les trachées initiales  $\Delta$ , les plus grêles, sont en même temps les plus extérieures. Fig. 57, 58. Les trachées de ces lames ligneuses primaires se distinguent par la coloration intense de leurs parois. Les éléments ligneux primaires compris entre les trachées initiales et le centre de figure de l'organe sont des vaisseaux à parois épaissies, qui ne diffèrent des éléments ligneux secondaires que par leur origine et par leur position. Le centre de figure de la section est occupé par un vaisseau de grand diamètre.

2° Autour des bandes ligneuses primaires et les englobant, une masse ligneuse secondaire très volumineuse. Cette masse est partagée, en secteurs et en îlots d'éléments durcis environnés de tissu parenchymateux et parfois complètement isolés dans ce tissu. Chaque-

Fig. 57.

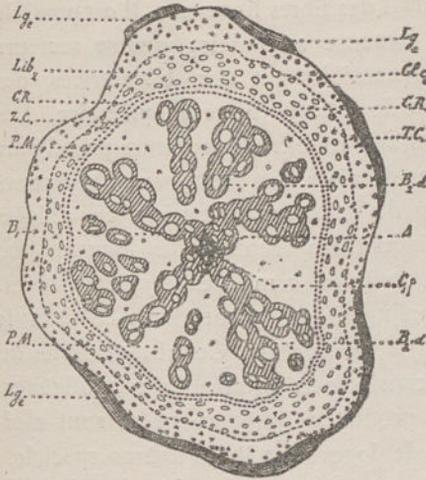


Fig. 57. — Section transversale d'ensemble de la région inférieure d'un tubercule type de Jalap officinal.

C. Centre de figure de l'organe.  
Δ. Centre de différenciation des lames ligneuses primaires  
γ. Centre de figure par rapport auquel les lames ligneuses primaires se différencient. γ. Coïncide avec C.  
B<sub>1</sub>. Bois primaire.  
B<sub>2d</sub>. Bois secondaire durci.  
P. M. Parenchyme muriforme.  
Z. C. Zone cambiale.  
Lib<sub>2</sub>. Liber secondaire.  
C. R. Cellules à résine.  
Gl. C. Glandes cristalligènes.  
Lg<sub>e</sub>. Liège superficiel.

Fig. 58.

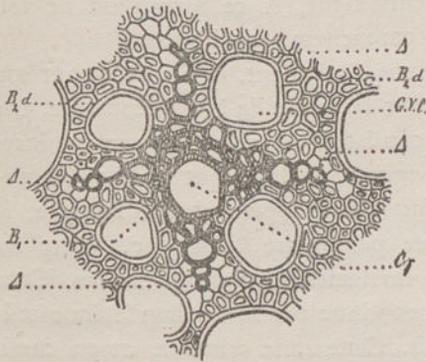


Fig. 58. — Région centrale de la figure 57 grossie.

Les lettres ont la même signification que dans la figure ci-dessus.  
G. V. I. Gros vaisseau ligneux.

massif d'éléments durcis est formé de grands vaisseaux, de fibres et de cellules parenchymateuses. Les vaisseaux résultent de la réunion de courtes cellules placées bout à bout. Les ponctuations qui ornent la surface de ces vaisseaux y dessinent un réseau fin, dont chaque maille est occupée par une aréole elliptique à fente étroite. Les fibres ligneuses durcies ne portent qu'une ou deux rangées de ponctuations espacées les unes des autres et un peu plus petites que celles qui couvrent la surface des vaisseaux. Les éléments parenchymateux durcis diffèrent des fibres ligneuses par leur moindre dimension

longitudinale. Ces cellules parenchymateuses durcies semblent provenir du cloisonnement transversal des fibres ligneuses. Il est possible de reconnaître dans la masse ligneuse secondaire quatre secteurs principaux qui correspondent sensiblement aux bissectrices des angles formés par les branches de l'étoile ligneuse primaire. Les îlots d'éléments durcis que l'on trouve entre les secteurs principaux ont la même structure que ces derniers. Le tissu parenchymateux qui sépare les diverses masses du bois durci consiste en cellules parallépipédiques à parois minces transparentes, plus longues que larges. Ces cellules sont des cellules cambiales hypertrophiées. M. Bouriez ne voulant rien préjuger sur la nature de ce tissu le désigne sous le nom de *parenchyme muriforme*. Certaines cellules du parenchyme muriforme sont transformées en glandes cristalligènes. A cet effet les cellules où s'est produit ce phénomène se sont cloisonnées en un grand nombre de loges ou cellules mères spéciales, et dans chaque loge s'est formée une masse cristalline d'oxalate de chaux qui a la forme d'un boulet. La surface de la masse cristalline est toute hérissée de pointements aigus. A ce niveau on ne voit aucune cellule à résine dans le parenchyme muriforme.

3° Une zone cambiale, continue également, épaisse sur tout son pourtour, limite superficiellement la masse de bois secondaire. Les éléments de la zone cambiale consistent en cellules à parois minces transparentes beaucoup plus longues que larges et cloisonnées tangentiellement. — Lors des premiers développements de l'organe, la zone cambiale était représentée par quatre arcs placés entre les massifs libériens primaires et les lames ligneuses primaires. Cette zone est devenue circulaire et continue par l'extension latérale et la réunion des quatre arcs primitifs. Cette zone cambiale est en continuité par sa face externe avec la masse libérienne secondaire. Les éléments de la face interne de la zone cambiale passent insensiblement au parenchyme muriforme aussi bien qu'aux éléments ligneux durcis caractérisés.

4° Une zone libérienne secondaire, épaisse, continue, qui enveloppe la zone cambiale. Le Liber secondaire est un mélange de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses, les cellules grillagées sont très étroites, elles sont dues au reclouisonnement de certaines cellules cambiales; leurs grillages sont transversaux. Alors même qu'elles sont complètement caractérisées, les cellules grillagées ne

Fig. 59.

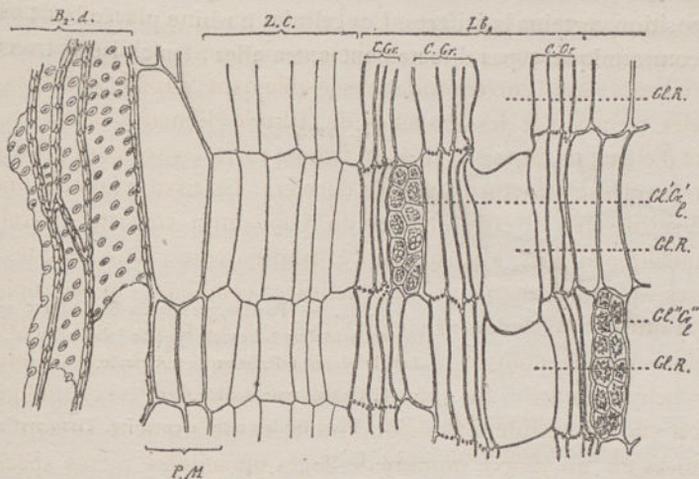


Fig. 59. — Section radiale de la zone cambiale d'un tubercule de jalap officinal type.

Z. C. Zone cambiale.

B<sub>2</sub>.d. Bois secondaire durci.

P. M. Parenchyme muriforme.

Lb<sub>2</sub>. Liber secondaire.

C. Gr. Cellules grillagées.

Gl. R. Glandes à résine.

Gl. Cr. Glandes cristalligènes.

Fig. 60.

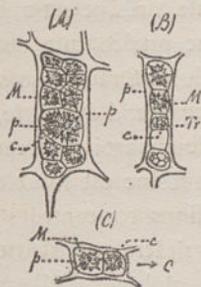


Fig. 60. — Glandes cristalligènes du liber d'un tubercule de jalap officinal.

(A) et (B). Coupes radiales de glandes cristalligènes.

(C). Coupe transversale de la glande (A).

p. Paroi de la cellule mère de la glande.

c. Cloisons qui ont délimité les cellules mères spéciales.

M. Mâcle cristalline.

Tr. Trame solide restante lorsqu'on dissout la mâcle dans l'acide chlorhydrique étendu.

sont pas plus longues que les cellules de la zone cambiale qui les avoisinent. Certaines cellules libériennes parenchymateuses se transforment en glandes cristalligènes. Cette transformation se fait de la même manière que pour les cellules du parenchyme muriforme. D'autres cellules du parenchyme libérien disposées bout à bout en files verticales s'hypertrophient, se gorgent de résine et deviennent

ainsi des glandes résinifères unicellulaires qui rappellent par leur disposition certains laticifères. Les cellules à résine placées bout à bout ne communiquent pas directement entre elles, les cloisons transver-

Fig. 61.

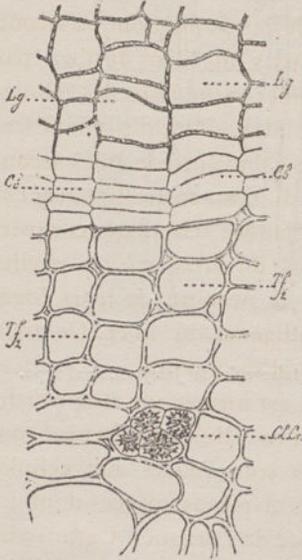


Fig. 61. — Portion grossie du bord d'une section transversale d'un tubercule type de Jalap officinal, prise dans la région inférieure du tubercule.

Cb. Cambiforme double.

Tf<sup>s</sup>. Tissu fondamental secondaire. Tissu cortical.

Lg. Liège.

Gl. Cr. Glande cristalligène du tissu fondamental secondaire.

sales qui les séparent ne disparaissant pas. Il n'y a donc jamais formation de tube ou de canal résineux ; chaque cellule à résine est une glande tout entière et peut être assimilée à l'une quelconque des cellules épithéliales d'une glande à canal. Les cellules à résine sont reconnaissables, sur des sections transversales, à leur grand diamètre, à l'irrégularité de leur contour, à la coloration de leur paroi et à leur contenu spécial. La matière résineuse des cellules à résine est soluble dans l'alcool, l'acide acétique, les solutions alcalines concentrées ; l'eau donne à cette matière résineuse une teinte grisâtre granuleuse qui est due à la formation d'un grand nombre de globules huileux que l'éther dissout. La résine est insoluble dans l'éther. La résine se colore en vert jaunâtre sous l'action de l'eau iodée, en jaune vif avec le picocarminate de Ranvier. Les autres réactifs colorants semblent sans action sur cette résine. — Vers la surface de l'anneau libérien, certains éléments parenchymateux ont des parois plus épaisses sclérifiées ; ces sclérites ne se rencontrent que sur les régions du tuber-

cule qui sont cylindriques et grêles, elles font défaut là où l'organe se tubérise (1).

5° Entre la couche subéreuse superficielle et le liber secondaire, on remarque une assise de tissu cortical superficiel formée de cellules à parois peu épaisses. On n'y observe ni cellules à résine ni cellules grillagées. En coupe radiale les éléments de cette zone sont beaucoup plus courts que les cellules parenchymateuses du liber. Il n'y a pas de limite nette entre le tissu cortical et le liber secondaire, les cellules parenchymateuses externes du liber secondaire se recloisonnant fréquemment. On ne trouve aucune trace de gaine entre le liber secondaire et le tissu cortical. Certaines cellules du tissu cortical peuvent se transformer en glandes cristalligènes. Ces glandes cristalligènes superficielles diffèrent des glandes cristalligènes du liber en ce qu'elles sont sensiblement isodiamétriques et que le nombre de leurs loges est moindre que celui des glandes cristalligènes du liber. Ce tissu cortical n'est autre que du tissu fondamental secondaire.

6° La surface du tubercule, à ce niveau, est formée par une couche de liège épaisse de 8 à 15 rangs de cellules. Les cellules subéreuses sont disposées en files radiales régulières, elles sont reliées aux cellules du tissu cortical par une couche de cellules à parois minces dont les cloisons sont toutes parallèles à la surface de l'organe. Cette assise cellulaire est l'assise génératrice qui a produit d'une part le tissu cortical et d'autre part le liège; c'est un cambiforme double phellique et fondamental. La présence de ce cambiforme double à la surface de l'organe indique quel a été le mécanisme de la décortication des tissus superficiels du tubercule de Jalap. Il est infiniment probable que tous les tissus qui dans l'organe jeune séparaient l'anneau libérien de la surface de l'organe ont disparu depuis longtemps enlevés par cet anneau isolant.

Tous les tissus de la section que nous venons de décrire sont gorgés d'amidon à l'exception des éléments ligneux durcis, des cellules subéreuses et des cellules actives de la zone cambiale. Dans la plupart des échantillons, les grains d'amidon sont transformés en empois. Ce résultat est dû au procédé brutal de dessiccation auquel les tubercules sont soumis lors de leur récolte.

(1) Dans quelques échantillons grêles, M. Bouriez a retrouvé le liber primaire. Ce tissu forme quatre amas mal délimités se confondant par leur face interne avec les tissus libériens secondaires déjà très développés. Ils sont dans les plans bissecteurs des angles des branches de l'étoile ligneuse primaire.

De la description qui précède, M. Bouriez a pu conclure la nature morphologique de la région inférieure des tubercules de Jalap officinal.

En effet : La masse ligneuse primaire étant représentée par quatre bandes ligneuses symétriques, on en conclut que la section de l'organe étudié présente plusieurs lignes de symétrie, quatre dans le cas présent, et par suite que l'organe étudié est un *axe*.

Le centre de développement de chaque lame ligneuse étant extérieur par rapport à l'ensemble des éléments ligneux primaires, alors que les éléments ligneux primaires les derniers différenciés dans chaque lame ligneuse sont les plus rapprochés du centre de figure de la section et dans la direction  $\Delta C$ , on en conclut.

1° Que les quatre lames ligneuses primaires se sont différenciées de leur trachée initiale  $\Delta$  vers le centre de figure  $C$ , de la section.

2° Que par suite ces quatre masses ligneuses se sont différenciées par rapport à un même centre de figure  $\gamma$  qui coïncide avec  $C$ .

3° Que dès lors ces quatre masses ligneuses font partie d'un même massif libéro ligneux primaire ou faisceau à quatre centres de développement.

4° Que par conséquent l'organe étudié à ce niveau ne présente qu'un seul faisceau primaire tétracentre, symétrique, dont le centre de figure coïncide avec le centre de figure de l'organe.

Cette dernière conclusion entraîne forcément cette autre : L'organe étudié à ce niveau a la valeur morphologique d'une *Racine*. *La région tout à fait inférieure des tubercules types du Jalap officinal est donc une RACINE.*

Cette conclusion s'accorde avec les remarques suivantes :

1° Les restes du liber primaire quand on les retrouve se rencontrent près de la surface de l'organe, dans les plans bissecteurs des angles des branches de l'étoile ligneuse primaire.

2° Les grands secteurs d'éléments ligneux secondaires sont situés dans les plans bissecteurs des branches de l'étoile ligneuse, mais contre cette étoile même.

3° La surface de l'organe, même dans les régions qui ne sont soumises qu'à un accroissement diamétral très faible, sont couvertes de liège.

4° Le tissu cortical superficiel est du tissu fondamental secondaire.

En pratiquant une suite de sections transversales d'ensemble de l'extrémité inférieure d'un tubercule type de Jalap officinal vers sa région moyenne, on voit que l'organe, tout en conservant d'abord sa nature morphologique, devient le siège d'une tubérisation de plus en plus prononcée que M. Bouriez a étudiée très complètement. Les observations de M. Bouriez peuvent se résumer ainsi :

Fig. 62.



Fig. 62. — Section transversale d'ensemble de la région inférieure d'un tubercule type de Jalap officinal pratiquée au niveau de l'horizontale B, de la figure 55.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 63.

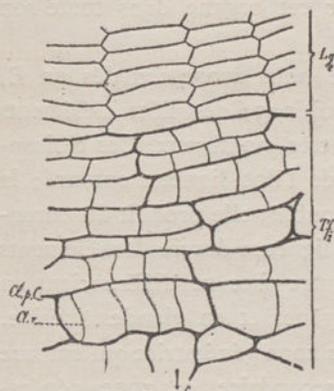


Fig. 63. — Portion d'une section transversale grossie des tissus superficiels d'un tubercule type de Jalap officinal pratiquée au niveau B. Cette figure est destinée à montrer le recloisonnement radial des cellules du tissu fondamental secondaire

Tf<sub>2</sub> r. Tissu fondamental secondaire recloisonné radialement.

Cl. p. C. Cloison primitive de la cellule.

Cl. r. Cloison récente.

Lg. Liège.

Au niveau de l'horizontale B, les quatre lames ligneuses primaires encore très reconnaissables sont fortement écartées les unes des autres. Elles semblent avoir été déplacées de leur position initiale par l'intercalation d'un tissu secondaire dû au recloisonnement

des cellules existantes. Leur disposition symétrique première est profondément troublée. Les grands secteurs d'éléments ligneux secondaires sont dissociés en îlots isolés les uns des autres par du parenchyme muriforme. Il semble que des cloisonnements se soient produits au sein des éléments parenchymateux à parois minces parallèlement à la surface des éléments ligneux durcis. Cette intercalation de tissus parenchymateux provoque dès ce niveau un épaissement considérable de l'organe. A ce même niveau la zone cambiale qui limite le cylindre central donne une plus grande quantité de parenchyme muriforme. Pour suivre l'accroissement diamétral de l'organe, les cellules du tissu fondamental secondaire et les cellules du liège s'élargissent tangentiellement puis se cloisonnent ensuite radialement.

Du niveau B, au niveau C, on ne voit aucune modification importante dans la structure du tubercule. Les lames ligneuses primaires sont complètement écrasées par l'intercalation des nouveaux tissus secondaires. Au niveau C, il est impossible sur les tubercules adultes de retrouver les éléments ligneux primaires. Il est donc impossible à ce niveau de reconnaître sur une section transversale isolée la nature morphologique de l'organe étudié. Ce fait montre une fois de plus combien il est important lorsqu'il s'agit de déterminer la nature morphologique d'un organe, d'étudier cet organe dans toute son étendue.

Au niveau C, les cloisonnements que nous avons signalés en B, dans le parenchyme muriforme au voisinage des îlots d'éléments ligneux secondaires durcis, deviennent très nombreux. Ces cloisonnements sont parallèles à la surface de l'îlot ligneux entouré; la zone génératrice qui s'établit ainsi est double; elle produit du parenchyme muriforme entre elle et la masse ligneuse durcie. Les éléments secondaires qu'elle produit sur son autre face se différencient en cellules grillagées, en glandes cristalligènes et en glandes à résine. Le tissu produit par la face externe de la zone génératrice qui entoure chaque îlot ligneux est donc du liber secondaire, ces zones génératrices secondaires, doivent donc être regardées comme des zones cambiales secondaires, qui produisent du liber secondaire sur leur face externe et du parenchyme muriforme sur leur face profonde. Ultérieurement le parenchyme muriforme qui entoure chaque îlot d'éléments ligneux durcis se gorge d'amidon et augmente ainsi la

capacité du réservoir alimentaire de la plante. Au niveau C. le travail de gènèse des nouveaux tissus dus à l'activité des zones cambiales secondaires est surtout localisé dans la région centrale de l'organe. Plus haut cette action se généralise. Au niveau C, la zone cambiale externe est très épaisse ; il se produit dans le liber secondaire une très grande quantité de glandes à résine. Au niveau C, comme au niveau B, les éléments des tissus superficiels, liège et tissu fondamental secondaire, se cloisonnent radialement un très grand nombre de fois (1). De ci de là, une lame plus ou moins importante de tissu fondamental secondaire se subérifie et détermine la décortication des tissus extérieurs qui la recouvrent. Telle serait l'origine des larges cicatrices que l'on observe parfois sur la surface des tubercules types.

Fig. 64.

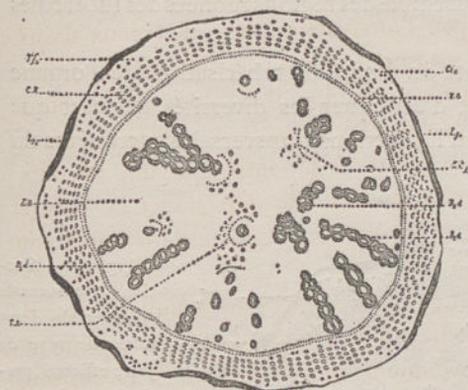


Fig. 64. — Section transversale d'ensemble d'un tubercule de jalap officinal pratiquée au niveau de l'horizontale C.

Z. C<sub>2</sub>. Zone cambiale secondaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Quand on s'élève du niveau C au niveau C' les diverses modifications que nous venons d'indiquer s'accroissent de plus en plus ; chaque îlot de bois secondaire durci s'entoure d'une zone cambiale secondaire qui produit du liber secondaire sur sa face externe et du parenchyme muriforme sur sa face profonde. Au-dessus du niveau C', on voit des zones cambiales secondaires qui s'établissent dans le parenchyme

(1) En certains points de la surface du tubercule, le cambiforme double qui produit le tissu fondamental secondaire et le liège donne une plus grande quantité de cellules corticales. Il en résulte une sorte d'hypertrophie locale du tissu fondamental secondaire qui provoque la rupture de la couche subéreuse superficielle. Le tissu fondamental secondaire est mis à nu. La portion découverte se subérise et forme une de ces petites excroissances brun clair que l'on observe à la surface des beaux tubercules du Jalap officinal.

muriforme englobant une portion plus ou moins étendue du cylindre central. Ces grandes zones cambiales secondaires fonctionnent de la même manière que les zones cambiales secondaires qui entourent chaque îlot ligneux, elles produisent du parenchyme muriforme sur l'une de leurs faces et du liber secondaire sur la face opposée. Rien extérieurement ne semble déterminer la surface libre par rapport à laquelle fonctionnent ces zones cambiales secondaires. Plus on approche du niveau D, plus les zones cambiales secondaires se multiplient, c'est au niveau D que les tissus secondaires intercalés dans le cylindre central atteignent leur maximum de puissance. Au-delà de D l'importance des tissus secondaires intercalés va sans cesse en diminuant d'autant plus qu'on s'élève davantage. Comme il n'y a rien de fixe ni dans le nombre, ni dans la disposition des lames génératrices secondaires, il en résulte une variété très grande dans l'aspect des sections transversales d'ensemble des régions renflées des tubercules de Jalap.

Ce qui précède rend compte du mode de tubérisation de l'organe que nous étudions et permet d'expliquer les diversités d'aspect que nous ont présentées à l'œil nu les sections transversales successives du

Fig. 65.

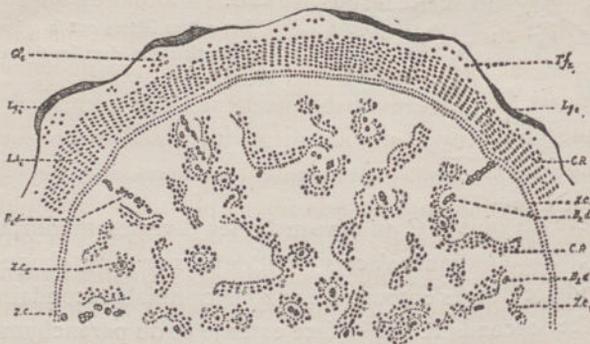


Fig. 65. — Section transversale d'ensemble d'un tubercule type de Jalap officinal, pratiquée au niveau de l'horizontale D.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes

tubercule type. La ligne sombre ondulée qui limite extérieurement les sections est formée par le liège superficiel. La zone brune continue voisine de la surface représente la zone cambiale et les jeunes cellules libériennes fortement aplaties par la dessiccation. L'anneau plus clair compris entre la zone brune et la surface n'est autre que l'anneau libérien au sein duquel les points noirs brillants disposés en cercles

concentriques représentent les cellules à résine. Le cylindre central est formé par le parenchyme muriforme plus ou moins recloisonné et par les îlots d'éléments ligneux durcis. Enfin, les lignes ondulées que l'on observe entre les îlots ligneux sont dues aux tissus produits par les grandes lames cambiales secondaires.

De ce qui précède, nous pouvons conclure :

1<sup>o</sup> Que la tubérisation de la région moyenne des tubercules types du Jalap officinal est due à l'activité de la zone cambiale externe et plus encore à l'interposition dans le bois secondaire de zones cambiales secondaires très actives qui produisent du parenchyme muriforme et du liber secondaire avec cellules à résine.

2<sup>o</sup> Que les variations de structure que l'on observe d'une section à l'autre d'un même tubercule sont dues, dans cette région du moins, au mécanisme spécial de la tubérisation de l'organe et en particulier à la disposition très variable des zones cambiales secondaires.

Une section transversale d'ensemble pratiquée dans la partie supérieure d'un tubercule type de Jalap officinal, au niveau de l'horizontale G, montre :

1<sup>o</sup> Une masse ligneuse primaire disposée en zone annulaire continue autour du centre de figure C de l'organe et à une certaine distance de ce centre. Cette zone est formée d'un grand nombre de lames rayonnantes groupées en faisceaux. Chaque lame de bois primaire comprend quelques trachées contiguës disposées radialement. Les parois de ces trachées sont minces et fortement colorées. La trachée initiale de chaque lame ligneuse est à la fois la plus grêle et la plus intérieure. La trachée différenciée la dernière est à la fois la plus grosse et la plus extérieure. La différenciation des éléments ligneux primaires progressant toujours de leur trachée initiale  $\Delta$  vers le centre de figure  $\gamma$  du faisceau dont ils font partie, on peut dire ici, que la différenciation des éléments de chaque lame ligneuse primaire s'est faite dans une direction  $\Delta\gamma$ , qui passe par le centre de figure de l'organe C, et qui laisse le point  $\Delta$  entre le centre de figure C de l'organe et le centre de figure  $\gamma$  de la masse libéro-ligneuse.

L'ensemble de la masse ligneuse primaire présente plusieurs lignes de symétrie.

Fig. 66.

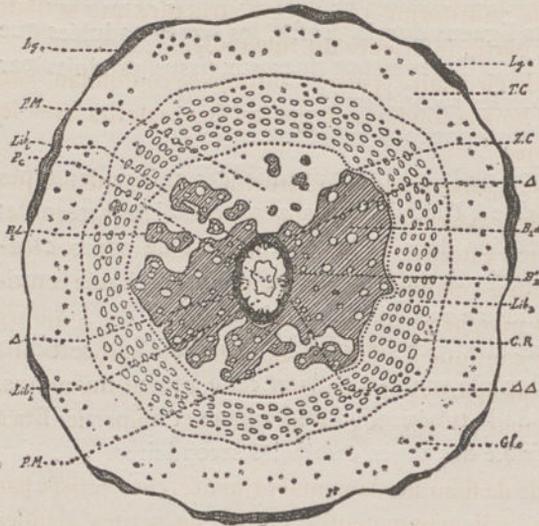


Fig. 66. — Section transversale d'ensemble de la région supérieure d'un tubercule type de Jalap officinal, pratiquée au niveau de l'horizontale G.

B'2. Bois secondaire de première formation.

Pc. Parenchyme fondamental interne.

Lib1. Liber intérieur.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

2° Une zone annulaire épaisse continue de liber interne. Cette assise libérienne interne est contiguë aux trachées et à l'intérieur de celles-ci. La structure de ce tissu est la même que la structure du liber extérieur.

3° Une masse centrale de tissu fondamental interne. Cette masse est constituée par des cellules parenchymateuses, certaines de ces cellules plus petites que les autres, à contour irrégulier sont transformées en cellules à résine. D'autres cellules du tissu fondamental interne recloisonnées sont transformées en glandes cristalligènes. Ces dernières sont semblables à celles du liber, les glandes à résine sont plus petites et plus irrégulières que celles du liber. Très généralement, le tissu fondamental interne présente en son centre une grande lacune.

4° Un anneau épais de bois secondaire dans lequel il y a lieu de distinguer deux zones. Une zone interne intimement appliquée contre le bois primaire et formant autour de lui une enveloppe continue et une zone externe. Le bois secondaire est caractérisé par l'absence de grands vaisseaux. Le bois secondaire nouveau comprend deux grands massifs d'éléments ligneux secondaires durcis réunis l'un à l'autre par des ponts de parenchyme muriforme, dans lequel sont isolés quelques amas d'éléments durcis. Les masses ligneuses secondaires externes sont

criblées de gros vaisseaux, leurs éléments sont semblables à ceux que nous avons décrits dans la partie tout à fait inférieure du tubercule étudié. Le parenchyme muriforme a la même structure que le tissu de même nom dans la partie inférieure du tubercule.

5° Une zone cambiale circulaire épaisse continue se confondant par sa face interne avec le bois secondaire et par sa face externe avec le liber secondaire externe.

6° Un anneau libérien externe dont la structure est la même que celle de l'anneau libérien externe de la partie inférieure du tubercule. Dans cet anneau libérien externe, on observe de nombreuses cellules à résine, de nombreuses glandes cristalligènes et de nombreuses cellules grillagées. La périphérie de cet anneau libérien est toujours occupée par une zone continue d'éléments libériens primaires reconnaissables à leurs parois épaisses et à leurs éléments parenchymateux recloisonnés radialement. Il n'y a pas de sclérites dans ce liber primaire.

7° Une zone corticale de tissu fondamental primaire, caractérisée par des cellules à parois collenchymateuses et par de petites glandes résinifères semblables à celles que nous avons signalées dans le tissu fondamental interne. Cette zone corticale est contiguë au liber primaire.

8° Une zone corticale plus extérieure formée de tissu fondamental secondaire. Ce tissu fondamental se distingue du précédent et par son origine et par l'absence de glandes résinifères.

8° Une assise subéreuse superficielle continue. Cette assise est produite par une zone cambiforme double qui a donné sur sa face profonde une couche plus ou moins épaisse de tissu fondamental secondaire et sur sa face externe l'assise subéreuse. Ce liège ne diffère pas du liège que nous avons décrit sur la partie inférieure du tubercule.

Dé la description qui précède nous pouvons conclure la nature morphologique de la partie supérieure des tubercules types de Jalap officinal au niveau de l'horizontale G.

En effet :

De ce que la masse ligneuse primaire de l'organe à ce niveau présente plusieurs lignes de symétrie passant par le centre de figure C de l'organe, on peut conclure que cet organe est un *Axe*.

La disposition des lames ligneuses primaires montre que les faisceaux de l'organe sont monocentres et que le centre de développement

$\Delta$  de chacun d'eux se trouve sur la ligne qui joint le centre de figure  $\gamma$  du faisceau au centre de figure C de l'organe et entre ces deux points.

L'organe étudié a donc, à ce niveau G, *la valeur morphologique d'une TIGE.*

D'où cette conclusion, *au niveau de l'horizontale G, le tubercule type du Jalap officinal a la valeur morphologique d'une TIGE.*

Cette conclusion s'accorde avec les remarques suivantes :

1° Le centre de l'organe au niveau G est occupé par du tissu fondamental primaire ;

2° L'espace compris entre le tissu fondamental primaire et le bois primaire est occupé par du liber primaire intérieur ;

3° Il existe à la périphérie du liber secondaire une couronne d'ilots libériens primaires. Chacun de ces ilots correspond à l'un des rayons C  $\Delta$  qui joignent le centre de figure de l'organe C au centre de développement  $\Delta$  de l'une des masses ligneuses primaires ;

4° Il existe contre le liber primaire externe une zone de tissu fondamental primaire.

Ayant ainsi reconnu que la partie inférieure d'un tubercule type de Jalap officinal est une racine, alors que la partie supérieure de ce même tubercule est une tige, M. Bouriez a cherché à relier ces deux régions et à voir de quelle manière s'établissait le passage de l'une à l'autre

Pratiquons une série de sections transversales successives d'ensemble de la partie supérieure du tubercule type vers sa région moyenne. Au niveau de l'horizontale F, c'est-à-dire dans la région des cicatrices foliaires que nous avons signalées à la surface du tubercule, une section transversale d'ensemble montre :

1° Deux masses ligneuses primaires écartées l'une de l'autre, diamétralement opposées et formées de lames contiguës rayonnantes semblables à celles que nous avons vues en G ;

2° Entre les deux masses ligneuses primaires deux grands rayons. A l'extrémité de chaque rayon, on voit un bourgeon qui insère ses éléments ligneux sur chacune des masses ligneuses primaires qui l'avoisinent. Chaque bourgeon est recouvert par une sorte de coiffe dans l'épaisseur de laquelle on reconnaît quatre faisceaux primaires,

monocentres, orientés comme les faisceaux de la tige. Ces lames représentent les sections basilaires des pétioles des appendices à l'aiselle desquels sont nés les bourgeons ci-dessus ;

3<sup>o</sup> Les deux masses d'éléments ligneux secondaires durcis de seconde formation que nous avons signalées en G se retrouvent encore ici, mais profondément déchiquetées et presque dissociées dans la masse du parenchyme muriforme.

Le reste des tissus a la même structure et la même disposition générale que les tissus de même nom au niveau G.

On peut conclure des faits ci-dessus.

1<sup>o</sup> Que les cicatrices latérales symétriques que l'on observe à la partie supérieure des tubercules types du Jalap officinal représentent les points d'insertion de deux appendices opposés ;

2<sup>o</sup> Que chacun de ces appendices reçoit quatre faisceaux ;

3<sup>o</sup> Qu'à l'aiselle de chacun de ces appendices naît un bourgeon.

Ces conclusions entraînent cette autre conclusion que, au niveau de l'horizontale F, le tubercule type du Jalap officinal a encore la valeur morphologique d'une tige ; et que dans cette région de la tige, les feuilles sont verticillées par deux. Cette conclusion s'accorde avec celle qui précède.

Un peu au-dessous du niveau F, on remarque que les faisceaux des deux appendices de la tige viennent se placer entre les arcs ligneux principaux de la tige et sur la même circonférence, *comme les faisceaux des cotylédons se placent entre les faisceaux anastomatiques de l'AXE HYPOCOTYLÉ*. Les faisceaux de ces appendices à ce niveau sont composés de trachées de quelques vaisseaux rayés et d'une petite masse de liber primaire. Chacun de ces faisceaux ne contient que une, deux ou trois lames rayonnantes d'éléments ligneux primaires et la trachée initiale de chaque groupe est à la face interne de chaque groupe.

Au niveau de l'horizontale E, la section transversale d'ensemble d'un tubercule type de Jalap officinal montre les particularités suivantes :

1<sup>o</sup> Deux petites masses ligneuses primaires fort écartées l'une de l'autre et diamétralement opposées. Ces masses sont la continuation directe des deux masses ligneuses primaires que nous avons signalées

au niveau F, mais en E elles sont beaucoup plus grêles qu'en F; le nombre de leurs lames constituantes étant extrêmement réduit au niveau E. Chacune de ces masses au niveau E ne représente qu'un faisceau comparable aux faisceaux anastomatiques des axes hypocotylés. La trachée initiale de chacun de ces faisceaux est à la face interne de ce faisceau ;

2° Sur la même circonférence que les deux masses ligneuses primaires, dans les espaces qui correspondent aux grands rayons de la section F, on voit quelques petits faisceaux primaires, quatre de chaque côté. Un peu au-dessous du niveau E, ces petits faisceaux primaires qui sont la terminaison inférieure des faisceaux sortants dans les appendices disparaissent au sein du parenchyme muriforme ;

3° En regard des deux masses ligneuses primaires principales et à leur face interne on trouve deux gros îlots de tissu libérien ;

4° Le bois secondaire est représenté par de très petits îlots d'éléments ligneux secondaires durcis séparés les uns des autres par des plages plus ou moins étendues de parenchyme muriforme. De ci de là, ce parenchyme muriforme présente des zones cambiales secondaires. Les productions ligneuses secondaires du niveau E se continuent directement d'une part avec les productions ligneuses secondaires du niveau F et d'autre part avec les productions ligneuses secondaires des niveaux E' et D ;

5° Les tissus extérieurs à la zone cambiale externe ont la même structure que les tissus extérieurs à cette zone dans la région inférieure du tubercule.

Fig. 67.



Fig. 67. — Section transversale d'ensemble d'un tubercule type de Jalap officinal pratiquée au niveau de l'horizontale E

Z. B. Zone au pourtour de laquelle sont disposés circulairement les petits faisceaux destinés aux appendices cotylédonaire.

A. l. Tg. Arcs ligneux principaux, (Faisceaux anastomatiques) de l'axe hypocotylé.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Sur la section transversale d'ensemble d'un tubercule type de Jalap

officinal pratiquée au niveau de l'horizontale E', les faisceaux des appendices n'existent plus, les deux masses ligneuses primaires principales du niveau E se montrent sous la forme de trachées grêles à la face interne de deux petits îlots d'éléments ligneux secondaires durcis. Toute la région centrale de l'organe est occupée par les tissus produits par de petites zones cambiales secondaires qui ont troublé l'arrangement primitif des tissus primaires. La plupart des îlots extérieurs d'éléments ligneux secondaires durcis sont entourés d'une zone cambiale secondaire. Dès ce niveau E' nous entrons dans la région de tubérisation de l'organe.

Un peu au-dessous du niveau E' toute trace des lames ligneuses primaires disparaît et on ne peut voir la mise en rapport directe des éléments ligneux primaires de la tige avec les lames ligneuses primaires de la racine. A cela d'ailleurs il y a une double raison. Les éléments ligneux primaires de la tige sont *éteints* à ce niveau et les éléments ligneux primaires de la racine ont été écrasés par l'intercalation des tissus qui provoquent la tubérisation.

De l'étude que nous venons de faire de la structure de la partie supérieure du tubercule type du Jalap officinal, nous pouvons conclure :

1° Que cette partie supérieure présente *la structure d'une tige gamopétale Convolvulacée* ;

2° Que cette tige porte à sa base deux feuilles opposées dont les faisceaux s'éteignent librement à peu de distance au-dessous de l'insertion des appendices et entre les faisceaux anastomotiques de la tige ;

3° Que par conséquent les deux appendices opposées de la tige du Jalap ont *la valeur morphologique de cotylédons* ;

4° Que par conséquent, la région du tubercule placée immédiatement au-dessous de l'horizontale F jusqu'au niveau de l'horizontale E' représente *un axe hypocotylé hypertrophié* ;

5° Que les bourgeons nés dans l'aisselle des cotylédons sont destinés à fournir *des rameaux rampants* ;

6° Que les productions secondaires de l'axe hypocotylé et de la tige principale se continuent directement avec les productions secondaires de la racine tubérisée et que dès lors cette racine tubérisée dans sa région d'insertion est vraisemblablement *une racine principale*.

En résumé : La partie hypertrophiée des tubercules types de Jalap comprend :

- 1° LA PARTIE SUPÉRIEURE DE LA RACINE PRINCIPALE.
- 2° LA RÉGION D'INSERTION DE LA RACINE PRINCIPALE SUR L'AXE HYPOCOTYLÉ.
- 3° L'AXE HYPOCOTYLÉ.
- 4° LA BASE DE LA TIGE PRINCIPALE.

De leur région moyenne à l'une de leurs extrémités, les tubercules de Jalap de la seconde catégorie présentent la structure de la région inférieure des tubercules types du Jalap officinal. Cette région des tubercules de la seconde catégorie représente donc *une racine tubérisée*. Dans sa région grêle on retrouve en effet les quatre lames ligneuses primaires convergentes qui permettent de caractériser directement l'organe comme racine. Dans la région supérieure des tubercules de la seconde catégorie, on ne retrouve aucune trace des productions ligneuses primaires. Le bois primaire dans cette région est écrasé de bonne heure par les produits des zones cambiales secondaires qui provoquent la tubérisation de l'organe. Il subsiste donc une certaine indécision dans la détermination de la nature morphologique de cette région supérieure des tubercules de la seconde catégorie, mais comme dans les échantillons où cette région se montre le plus grêle on n'y reconnaît jamais la structure d'une tige, on peut en conclure croyons-nous avec M. Bouriez que les tubercules de la seconde catégorie sont *des racines tubérisées à une petite distance de leur point d'insertion, et dont on ne retrouve les tissus primaires qu'au-dessous de la région tubérisée*.

Les tubercules de la troisième catégorie sont des *racines tubérisées qui s'inséraient largement sur d'autres tubercules*.

Les tubercules de la quatrième catégorie sont des *racines tubérisées* qui s'inséraient largement sur les tubercules de la cinquième catégorie.

Nous pouvons conclure de ce qui précède que les tubercules de seconde, de troisième et de quatrième catégorie, représentent des *Racines tubérisées de différents ordres, Racines de second ordre, Racines de troisième ordre, Racines nées sur des rameaux souterrains*.

Les tubercules de la cinquième catégorie présentent toujours à leurs deux extrémités la structure de *tiges*. Ceux de ces tubercules qui sont grêles cylindriques présentent cette même structure dans toute leur étendue, ce sont donc des *tiges*. Ceux de ces tubercules qui sont fusiforme présentent cette même structure modifiée par la tubérisation dans leur région moyenne, ce sont des *tiges tubérisées*.

En comparant la structure d'une section transversale d'ensemble pratiquée à l'une des extrémités d'un tubercule de la cinquième catégorie à la structure de la section transversale d'ensemble pratiquée au niveau G du tubercule type, on remarque les différences suivantes :

1° Dans les tubercules de la cinquième catégorie, le bois primaire est composé d'un petit nombre de lames trachéennes disposées par petits groupes fortement espacés les uns des autres.

2° Le liber intérieur est plus épais dans les tubercules de la cinquième catégorie que dans les tubercules types, les éléments du liber primaire interne sont sclérifiés.

3° Le tissu fondamental interne des tubercules de la cinquième catégorie présente de grandes lacunes, et quelques éléments sclérifiés.

4° La zone cambiale interne des tubercules de la cinquième catégorie est très épaisse.

5° Dans les tubercules de la cinquième catégorie, les éléments ligneux secondaires durcis de seconde formation forment trois masses principales criblées de nombreux vaisseaux. Le parenchyme muriforme qui sépare latéralement ces trois masses principales ne contient pas d'éléments durcis.

6° Le liber externe des tubercules de la cinquième catégorie est caractérisé par un très petit nombre de cellules à résine (1). Les éléments libériens primaires externes de ces tubercules, sont fortement sclérifiés. Sur les régions renflées des tubercules de la cinquième catégorie, la sclérisation des éléments ligneux primaires ne se produit pas.

7° Le tissu fondamental primaire externe des tubercules de la cinquième catégorie présente des lacunes disposées de la même

(1) Cette différence dans le nombre des cellules à résine semble dépendre uniquement du degré de développement de la région que nous examinons, car en avançant vers la partie renflée de ce même organe on voit augmenter rapidement le nombre des cellules à résine.

manière que celles du tissu fondamental primaire de *Convolvulus soldanella*.

Fig. 67.

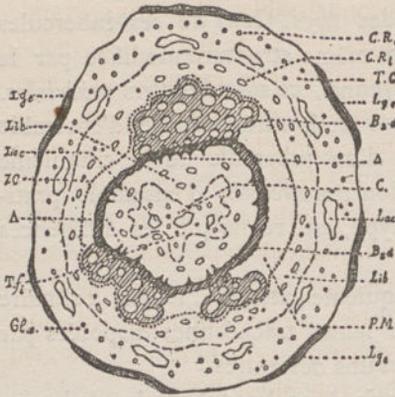


Fig. 67. — Section transversale d'ensemble d'une extrémité d'un tubercule cylindrique de la cinquième catégorie.  
Tfi. Tissu fondamental primaire intérieur.  
Lac. Lacunes

Si nous pratiquons une série de sections transversales successives d'ensemble d'une des extrémités d'un tubercule fusiforme vers sa région moyenne, nous assistons en quelque sorte à la tubérisation du tubercule

de la cinquième catégorie. Cette tubérisation est ordinairement excentrique.

Fig. 68.

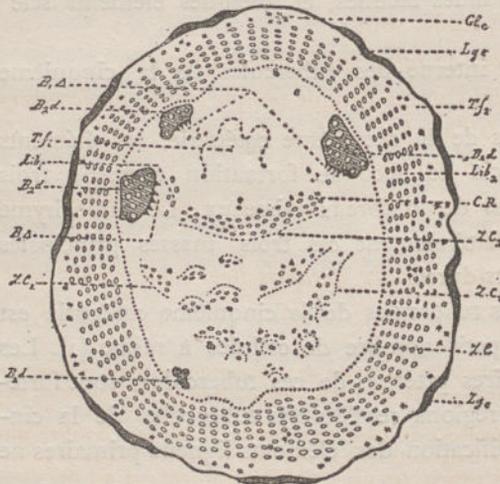


Fig. 68. — Section transversale d'ensemble de la région tubérisée d'un tubercule de la cinquième catégorie.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Dans les régions des tubercules de la cinquième catégorie qui sont le siège d'une tubérisation prononcée, on reconnaît que les masses ligneuses primaires sont fortement écartées les unes des

autres par de grands rayons de parenchyme muriforme. A ce niveau la masse ligneuse secondaire de première formation, celle qui est dépourvue de vaisseaux est très réduite et discontinue. Plus près de la région moyenne du tubercule, l'un des arcs de la zone cambiale qui correspond à l'un des grands rayons produit une quantité énorme de

tissu muriforme. Cet accroissement prédominant d'une des faces de la zone cambiale provoque une hypertrophie latérale du tubercule. Plus près encore de la région moyenne du tubercule, les éléments ligneux primaires ne sont plus reconnaissables. Les trois grandes masses d'éléments ligneux secondaires durcis de seconde formation sont remplacées par des îlots d'éléments durcis entourés de parenchyme muriforme ; et chacun de ces îlots est entouré d'une zone cambiale secondaire, qui fonctionne comme les zones cambiales du tubercule type. Dès ce niveau il n'y aurait plus moyen de distinguer la structure de la région renflée d'un tubercule de la cinquième catégorie de celle de la région D d'un tubercule type, sans la présence du tissu libérien interne à sclérites, qui occupe le centre de figure de l'organe (1). On voit ainsi que deux organes de nature morphologique différente prennent une structure secondaire presque identique lorsqu'ils ont à remplir le même rôle physiologique.

Les diverses catégories de Jalap léger et de Jalap de Tampico ont la même structure que les catégories correspondantes des tubercules du Jalap officinal. Elles ont donc la même valeur morphologique (2).

Les conclusions générales du travail de M. Bouriez qui résument les divers résultats de son étude, sont :

1° *Que les diverses espèces de Jalap ont la même structure.*

2° *Que le Jalap considéré comme drogue simple est formé de tubercules dus à l'hypertrophie de l'axe hypocotylé et de la partie supérieure de la racine principale du végétal qui les fournit.*

3° *Que cette drogue renferme d'autres tubercules dus à l'hypertrophie de racines de différents ordres.*

4° *Que le Jalap renferme en outre quelques tiges souterraines tubérisées.*

(1) Dans la région renflée des tubercules fusiformes de la cinquième catégorie la structure des tissus superficiels est la même que celle des tissus superficiels de la région renflée des tubercules types.

(2) Dans un tubercule très volumineux de Jalap digité majeur M. Bouriez a constaté dans l'anneau libérien externe des îlots d'éléments ligneux secondaires durcis entourés de parenchyme muriforme recloisonné et séparés des tissus libériens environnants par des tissus écrasés. L'auteur a recherché quelle était l'origine de ces massifs ligneux si singulièrement disposés au premier abord et que quelques auteurs ont voulu regarder comme caractéristiques des tubercules de Jalap digité majeur. M. Bouriez a déterminé les rapports de ces masses ligneuses excentriques en pratiquant une suite de sections transversales d'ensemble de leur origine jusqu'à leur terminaison. M. Bouriez a ainsi reconnu que ces éléments ligneux secondaires sont produits par la zone cambiale externe, qu'ils ne sont par conséquent que des expansions locales au sein des tissus extérieurs de la zone cambiale externe comme la plupart des faisceaux secondaires.

# PHYLLOGLOSSUM

Par C.-Eg. BERTRAND.

---

## INTRODUCTION.

Je me propose, dans cette deuxième partie de mes recherches sur les Centrademides, d'exposer les résultats des analyses anatomiques et morphologiques que j'ai faites du *Phylloglossum Drummondii* et de déterminer directement les affinités de cet être. Il me sera possible, au cours de cette étude, tout en apportant de nouvelles données pour la connaissance des Cryptogames vasculaires, de montrer que les règles que j'ai formulées dans mes mémoires antérieurs s'appliquent encore à un type regardé comme aberrant et demeuré jusqu'ici à peu près inconnu.

Le *Phylloglossum Drummondii* est le seul représentant d'un groupe de Cryptogames vasculaires que j'élève au rang de famille sous le nom de *Famille des PHYLLOGLOSSÉES*. KUNZE voyait dans ce groupe un ordre intermédiaire entre les Lycopodiacées et les Ophioglossées, réunissant aux organes végétatifs des premiers l'épi fructifère des seconds. A. BRAUN, puis SPRING, n'y ont vu au contraire qu'une espèce particulière de Lycopode. D'autres auteurs, sans se prononcer sur les affinités familiales des *Phylloglossum*, les ont comparés aux Isoètes. J'ai montré, en donnant dans mes *Recherches sur les Tmésip-*

téridées, l'Esquisse d'une Classification naturelle des *Centradesmides*, que les plus proches parents des Phylloglosses dans la nature actuelle sont les Lycopodes. J'ajouterai que les plus proches parents connus des Phylloglosses dans la nature passée sont, outre les Lycopodes, les Lépidodendrons du type *Hartcourtii* et surtout les Lépidodendrons du type *Rhodumnense* (1). Pour moi, les Lycopodiées, les Phylloglossées, les Lépidodendrées (limitées aux types *Lepidodendron Rhodumnense* et *Lepidodendron Hartcourtii*) sont trois Familles d'un même Ordre des *Centradesmides* que je sépare sous le nom de *Lycopodiacées*. Ces *Lycopodiacées* étant caractérisées par ce fait : que les faisceaux bipolaires de leurs stipes ont même Centre de figure, ou en d'autres termes, que les faisceaux bipolaires de leurs stipes ont tous leur Centre de figure au Centre de figure du Stipe.

L'énoncé des affinités attribuées au Phylloglossum, et cette opinion généralement admise qu'ils sont un terme de passage entre les Lycopodiacées et les Ophioglossées, suffirait à justifier l'intérêt que les botanistes attachent à la connaissance de cette plante, puisque de cette connaissance dépend la solution d'un des problèmes les plus intéressants de la Classification naturelle. Cet intérêt déjà très grand est singulièrement accru par ce fait que le Phylloglossum réunit tout un ensemble de particularités organiques des plus étranges, qui ne se trouvent que chez lui, et dont la plupart sont demeurées incompréhensibles. De grands efforts ont été faits pour mieux connaître cette plante, mais son extrême rareté, son exiguité ont rebuté les plus persévérants, et le *Phylloglossum Drummondii* n'est encore connu que par la brève description que Kunze en a donnée (2) et par le mémoire posthume de Mettenius (3). Ce dernier mémoire, l'un des meilleurs que je connaisse, n'est malheureusement accompagné d'aucune figure qui puisse le rendre intelligible à qui n'a pas étudié directement la plante (4).

(1) Je dois à M. B. Renault la communication d'observations inédites sur les Lépidodendrons du type *Jutieri* qui ne me permettent plus le rapprochement que j'avais indiqué entre ces Lépidodendrons et les Phylloglosses en m'appuyant sur la première description qui a été donnée du *Lepidodendron Jutieri*.

(2) Kunze. *Phylloglossum*. *Botanische Zeitung* 1843, p. 721-722. avec 4 figures.

(3) G. Mettenius. *Ueber Phylloglossum*. *Botanische Zeitung*. 1867, n° 13. Cette note posthume a été publiée par les soins d'Alexandre Braun, qui y a joint quelques remarques.

(4) Il y a lieu de signaler aussi quelques observations de M. L. Crie sur le Phylloglossum. J'aurai occasion de m'en occuper plus spécialement dans la critique bibliographique.

Le *Phylloglossum Drummondii* est une plante minuscule dont le port rappelle de loin un Plantain ou un très petit Orchis. Il est, comme je l'ai dit, d'une extrême rareté. Il vit à demi-noyé sur la terre argileuse des bords des rivières et des mares peu profondes de la Nouvelle-Hollande, de la Tasmanie, de la Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire à l'extrémité de ces terres australes où se sont réfugiés les derniers représentants de tant de Familles primitives en voie d'extinction comme le *Ceratodus*, l'*Apteryx*, l'*Ornithorhynque*, l'*Australoïde*.

Je dois à l'extrême bonté de mon excellent correspondant, M. le baron F. v. Müller d'avoir pu disposer de quelques échantillons de cette plante rarissime qui m'avait été refusée par plusieurs grands herbiers. Je profite de cette occasion pour remercier publiquement M. le baron F. v. Müller et pour le prier d'agréer l'expression de ma vive reconnaissance pour tous les envois qu'il n'a cessé de me faire. Il m'a été possible, en y consacrant beaucoup de temps et de soins, de ramener à peu près à l'état frais quelques-uns des échantillons que j'ai reçus de Melbourne. Grâce à ces échantillons, que j'ai pu en quelque sorte revivifier, auxquels j'ai si bien rendu la physionomie et la consistance du vivant, qu'ils ont étonné tous les botanistes auxquels je les ai montrés, il m'a été possible de compléter les données acquises sur le *Phylloglossum* en plusieurs points essentiels. Ces échantillons m'ont permis en particulier de traiter toutes les questions anatomiques et morphologiques compatibles avec l'état de développement auquel ils étaient arrivés.

Mes premières analyses du *Phylloglossum Drummondii* datent de 1879; les dernières datent de 1883. J'ai constamment retardé la publication de ces résultats dans l'espoir de pouvoir les compléter par une étude embryogénique et par la description des premiers états de la plante. Les spores en bon état germent facilement sur la terre humide en donnant un prothalle hermaphrodite. Malgré cette indication très exacte que j'ai reçue de M. F. v. Müller en 1879, les semis que j'ai tentés n'ont encore rien donné après six années d'attente. Comme je ne puis plus espérer arriver à un résultat favorable dans cette voie, je me décide à publier ces recherches, quoique incomplètes. Je pense, en effet, qu'en l'état où elles sont, elles ne seront pas sans intérêt, surtout en ce moment où les botanistes rivalisent d'efforts pour arriver à une connaissance plus complète des *Centradesmides*; elles exciteront à coup sûr les chercheurs à explorer

cette voie. Ces recherches montrent en outre certaines ressemblances qui m'ont beaucoup frappé, entre les premiers états du jeune *Lycopodium cernuum* et l'état adulte du *Phylloglossum*. Il y a là une vérification inattendue des belles découvertes de M. Melchior Treub sur l'*Embryogénie des Lycopodes*, en même temps que, fait bien rare chez les végétaux, on est forcé de reconnaître dans l'état adulte d'une plante la reproduction d'un des stades que traverse l'embryon d'une autre plante proche parente lors de son développement. Ce qu'il y a de singulier dans le cas présent, c'est que le *Phylloglossum* est supérieur aux *Lycopodes* et que son état adulte n'est cependant qu'une reproduction d'un stade embryonnaire de ces derniers. Il y a là une régression ayant pour cause première la vie demi-aquatique.

J'ai donné un extrait très succinct de quelques-uns des résultats que je vais exposer dans les trois notes que j'ai publiées en 1883 dans les *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, T. 97. J'en ai donné un exposé plus complet dans la *Communication verbale* que j'ai faite à la *Société Botanique de France* en novembre 1883. Je me suis servi de quelques-uns de ces résultats dans mes *Recherches sur les Tmésiptéridées* là où je compare les Tmésiptéridées au *Phylloglossum*.

J'ai divisé ce mémoire sur le *Phylloglossum* en quatre parties :

La première est consacrée : à la *Description de l'Extérieur de la plante*.

La deuxième est consacrée : à son *Anatomie*.

La troisième est consacrée : à la *Discussion de la position du Phylloglossum dans la Classification naturelle et à la Caractéristique des Phylloglossées*.

La quatrième est consacrée : à une *Critique bibliographique*.

## I.

### EXTÉRIEUR DE LA PLANTE.

---

#### I. — ENSEMBLE.

Pris dans son ensemble, un pied de *Phylloglossum Drumondii* complètement développé montre :

1° Un axe ou pédoncule fructifère nu dans sa région inférieure, portant à sa partie supérieure de nombreuses frondes très courtes, pour la plupart sporangifères. Ces frondes forment un épi terminal.

2° Une petite émergence bilobée au sommet que je désigne sous le nom d'*Organe de Mettenius* (1). L'Organe de Mettenius est placé en haut et en avant de la pousse issue du vieux tubercule vers le point où s'attache le pédoncule fructifère ; il adhère longuement à ce pédoncule.

3° Un pédicelle rigide, courbé vers le sol, renflé à son extrémité libre. Ce pédicelle est directement inséré sur la pousse basilaire au-dessous de l'Organe de Mettenius avec lequel il est coalescent. Le renflement qui termine inférieurement ce pédicelle est un jeune tubercule en voie de formation. J'appelle ce jeune tubercule : le nouveau tubercule ou encore le tubercule  $T_{(n+1)}$ . Le cône végétatif du jeune tubercule est caché dans une chambre (*Chambre d'inclusion*) dont la cavité communique avec l'extérieur par un canal que j'ai nommé *Canal de Braun* (2). L'orifice extérieur du canal de Braun est à la base du sillon de l'organe de Mettenius. La rigidité du pédicelle du nouveau tubercule a pour effet d'enfoncer ce tubercule dans la vase, de manière que la chambre d'inclusion soit en haut.

4° Un gros tubercule, le vieux tubercule, le tubercule ancien ou encore le tubercule  $T_n$ . Les tissus superficiels de la région supérieure de ce tubercule sont déchirés. Ils forment une sorte de coléorhize ou de manchette autour d'une grosse colonne cylindrique verticale nettement circonscrite à sa base.

5° Une colonne cylindrique plus ou moins allongée insérée à la partie supérieure du vieux tubercule. Cette colonne porte à sa partie supérieure les frondes inférieures, l'Organe de Mettenius, le pédicelle du nouveau tubercule et le pédoncule fructifère. J'appelle cette colonne la *Pousse* issue du vieux tubercule.

6° Un groupe de grandes frondes inférieures connées à leur base. Elles sont insérées vers le haut de la colonne issue du vieux tubercule, toutes ensemble forment un grand arc ouvert antérieurement.

7° Des racines non ramifiées. Elles naissent sous les frondes inférieures. Elles sont localisées dans la région postéro-supérieure de la

(1) J'ai choisi ce nom pour rappeler la mémoire du célèbre professeur de Leipzig, qui a le premier étudié la structure du *Phylloglossum*.

(2) J'ai choisi ce nom pour rappeler la mémoire de l'illustre botaniste Alexandre Braun, à qui nous devons la publication du travail de Mettenius et les notes qui l'accompagnent.

pousse issue du vieux tubercule. Ces racines sont d'origine endogène.

Fig. 69.

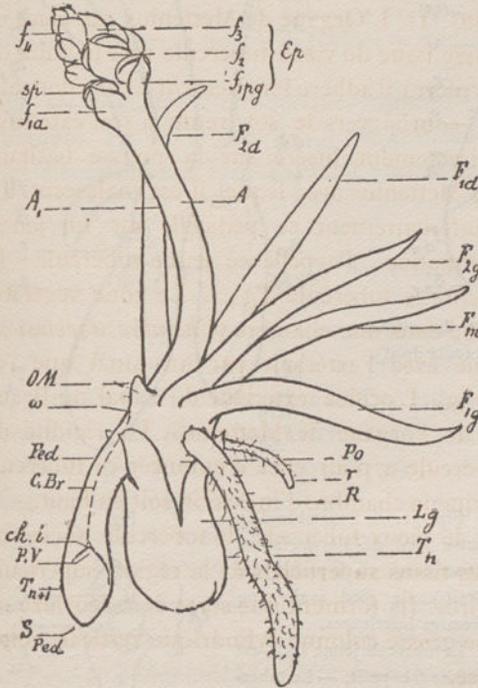


Fig. 69.—Ensemble d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* vu de profil (côté gauche). Ce pied avait cinq frondes inférieures.

A. Pédoncule fructifère. — A<sub>1</sub> Génératrice antérieure.

Ep. Epi.

f<sub>1</sub>. Frondes du premier verticille de l'épi. — f<sub>1a</sub>. Fronde antérieure du premier verticille. — f<sub>1pg</sub>. Fronde postérieure gauche de ce verticille. — f<sub>m</sub>.

f<sub>2</sub>. Fronde du second verticille de l'épi. — f<sub>2ag</sub>. Fronde antérieure gauche du second verticille.

O. M. Organe de Mettenius.

Ped. Pédicelle du nouveau tubercule. — Sped. Sommet organique de ce pédicelle.

C. Br. Canal de Braun indiqué en pointillé.

ω. Position de l'orifice extérieur du canal de Braun.

Ch. i. Chambre d'inclusion indiquée par transparence.

T(n+1). Le nouveau tubercule.

P. V. Point de végétation du nouveau tubercule indiquée par transparence. Ce point de végétation est le sommet organique du nouveau tubercule.

F. Frondes inférieures. — F<sub>m</sub>. Fronde médiane postérieure. — F<sub>1g</sub>. Fronde gauche immédiatement contiguë à F<sub>m</sub> et placée à gauche du plan médian de l'observateur. — F<sub>1d</sub>. Fronde droite immédiatement contiguë à F<sub>m</sub> et placée à droite. — F<sub>1d</sub> est symétrique de F<sub>1g</sub> par rapport au plan médian de l'observateur. — F<sub>2g</sub>. Fronde gauche immédiatement contiguë à F<sub>1g</sub>. — F<sub>2d</sub>. Fronde symétrique de F<sub>2g</sub>.

R. Grosse racine, R<sub>d</sub>. Grosse racine droite, R<sub>g</sub>, Grosse racine gauche. r. Petite racine.

Po. Pousse issue du vieux tubercule.

T<sub>n</sub>. Le vieux tubercule.

Lg. Languettes provenant de la déchirure des tissus superficiels du vieux tubercule.

A la fin de chaque période de végétation tout ce qui n'est pas le nouveau tubercule (tubercule T<sub>(n+1)</sub>) disparaît. A la période de végétation suivante, le sommet du nouveau tubercule donne une rosace de frondes inférieures et un organe de Mettenius, un nouveau pédi-

Fig. 70.

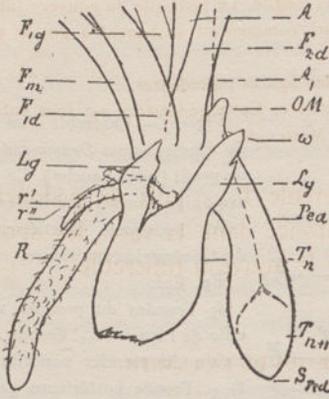


Fig. 70. — La région inférieure du même pied de *Phylloglossum* vue de profil (côté droit). Même grossissement.

Les lettres ont la même signification que ci-dessus.

Fig. 71.

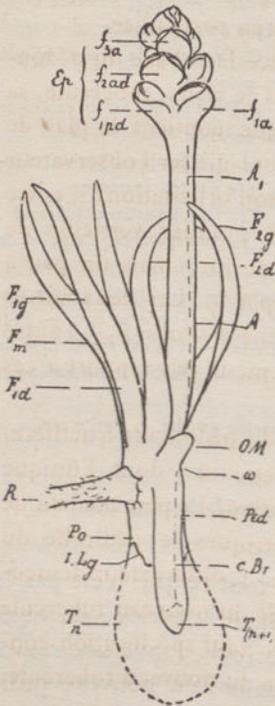


Fig. 71. — Ensemble d'un autre pied de *Phylloglossum Drummondii* vu de profil (côté droit). Ce pied avait cinq frondes inférieures.

Le tubercule jeune  $T_{n+1}$  est encore très petit. — Le tubercule  $T_n$  est en grande partie détruit. (Il avait été dévoré).

l. Lg. Insertion des parois de la chambre d'inclusion sur le tubercule ancien.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 72. — Région inférieure d'un pied très grêle de *Phylloglossum Drummondii* vu de profil (côté gauche).

La pousse  $P_o$  issue du vieux tubercule est très longue. Le jeune tubercule  $T_{(n+1)}$  commence seulement à grossir.

Fig. 72.

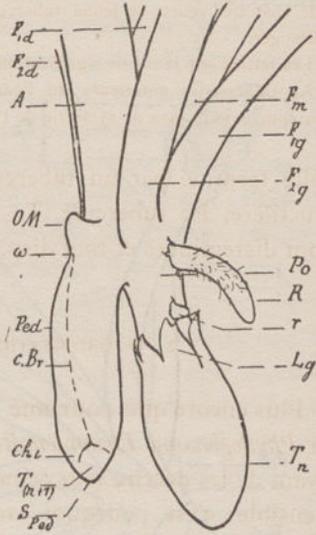


Fig. 73.

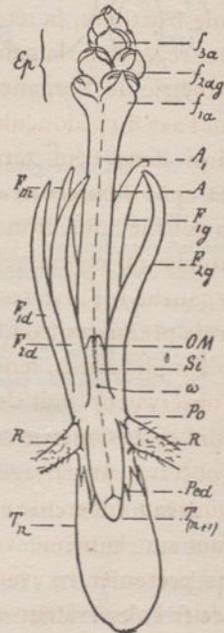


Fig. 73 (A). — Un pied de *Phylloglossum Drummondii* vu de face. L'échantillon figuré avait cinq frondes inférieures, une pousse *Po* très longue. Le pédicelle du nouveau tubercule était très court, le jeune tubercule très court commençait seulement à grossir et à s'allonger.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

A<sub>1</sub>. Génératrice antérieure du Pédoncule fructifère. Cette génératrice est tout entière contenue dans le plan de symétrie de l'Organe de Mettenius.

celle terminé par un tubercule (tubercule  $T_{n+2}$ ) puis un pédoncule fructifère. Le tubercule ( $T_{n+2}$ ) est enfoncé dans la vase, les spores sont disséminées et tout disparaît sauf le nouveau tubercule.

## 2. — ORIENTATION DES PARTIES DE LA PLANTE.

Plus encore que pour une autre plante, il importe lorsqu'on étudie le *Phylloglossum Drummondii* de préciser l'orientation de ses organes avant de les décrire sous peine de s'y perdre et de cesser d'être compréhensible; c'est pourquoi avant d'aller plus loin je vais spécifier les positions que j'assigne à l'observateur, soit qu'il examine la plante dans son ensemble, soit qu'il étudie un organe en particulier.

Je supposerai tout d'abord l'observateur placé dans l'axe du pédoncule fructifère, la tête vers l'épi, les pieds vers le vieux tubercule, sa face regardant la génératrice du pédoncule que contient le plan de symétrie de l'organe de Mettenius. Je fais alors glisser l'observateur sur l'axe du pédoncule fructifère sans changer son orientation; il entre ainsi dans l'épi terminal. En traversant le premier verticille de cet épi, l'observateur voit presque en face de lui, mais un peu à sa gauche, une fronde fertile qu'il désignera par  $f_{1a}$ . Les deux autres frondes du même verticille sont derrière lui une à droite  $f_{1pd}$ , l'autre à gauche  $f_{1pg}$ . Le reste de l'épi s'oriente facilement par rapport à ces trois premières frondes.

En glissant en sens inverse le long de l'axe du pédoncule fructifère, l'observateur voit devant lui l'Organe de Mettenius, dont l'unique surface de symétrie coïncide avec son plan médian. Le plan médian de l'observateur partage en deux parties symétriques le pédicelle du nouveau tubercule et ce tubercule lui-même. L'observateur demeurant sur la même verticale, verra le pédicelle du nouveau tubercule lui présenter en avant sa génératrice concave. Sauf spécification contraire l'observateur sera extérieur au pédicelle du nouveau tubercule.

— Dans les sections transversales de cet organe, il sera à la partie inférieure du dessin.

Le plan médian de l'observateur partage l'arc des frondes inférieures en deux moitiés l'une droite, l'autre gauche. Il y a généralement cinq frondes inférieures (1) deux à droite, deux à gauche et une fronde postérieure médiane. J'appelle :

F<sub>m</sub>. La fronde médiane postérieure.

F<sub>1d</sub>. La fronde de droite contiguë à la fronde médiane.

F<sub>2d</sub>. La fronde de droite la plus rapprochée du plan perpendiculaire au plan de symétrie de l'observateur et passant par l'axe du pédoncule.

F<sub>1g</sub>, F<sub>2g</sub>, les frondes symétriques de F<sub>1g</sub>, F<sub>1d</sub> par rapport au plan médian de l'observateur.

En général les frondes F<sub>1g</sub>, F<sub>1d</sub> sont plus extérieures que les autres elles semblent aussi un peu antérieures à ces autres frondes.

Fig. 74.

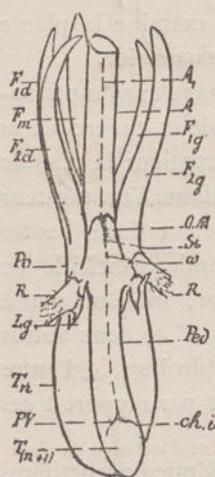


Fig. 75.

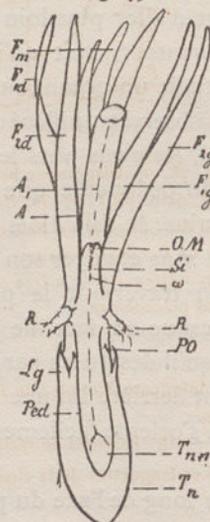


Fig. 76.

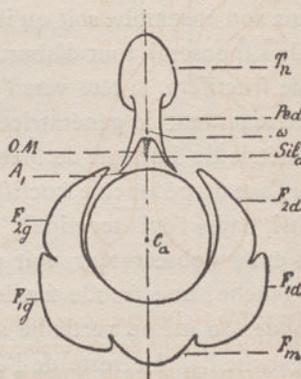


Fig. 74. — Un autre pied de *Phylloglossum Drummondii* vu de face. La pousse Po de ce pied est très courte. Le Pédicelle du nouveau tubercule est très long — L'Epi a été coupé.

(1) Je crois cependant, d'après la structure de la plante, que le nombre normal des frondes inférieures est de six ; mais le plus grand nombre des échantillons que j'ai étudiés n'en montrait que cinq. Lorsqu'il y a six frondes inférieures au lieu de cinq, trois de ces frondes sont placées à droite du plan de symétrie de l'observateur, les trois autres sont placées à sa gauche. Je désigne alors les deux frondes contiguës au plan médian de l'observateur par F<sub>mg</sub> pour celle de gauche et par F<sub>md</sub> pour celle de droite. Les autres s'appellent encore F<sub>1d</sub>, F<sub>2d</sub>, F<sub>1g</sub>, F<sub>2g</sub>, F<sub>1g</sub> et F<sub>1d</sub> sont encore les frondes les plus extérieures et les plus anciennes.

Fig. 75. — Un pied de *Phylloglossum Drummondii* à sept frondes inférieures, vu de face. Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 76. — Diagramme horizontal de la région inférieure d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* au niveau de l'Organe de Mettenius d'après un spécimen ayant cinq frondes inférieures.

C<sub>A</sub>. Centre de figure du Pédoncule fructifère. — Sil<sub>a</sub>. Sillon antérieur de l'organe de Mettenius.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 77.

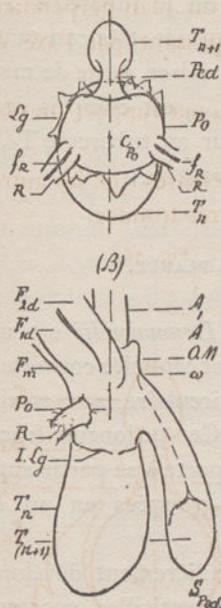


Fig. 78.

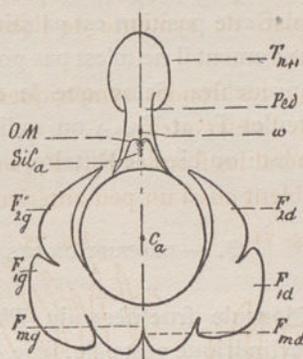


Fig. 78. — Diagramme horizontal de la région inférieure d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* au niveau de l'Organe de Mettenius d'après un spécimen ayant six frondes inférieures.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 77 (A). — Diagramme de la région inférieure d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* montrant les rapports des deux tubercules.

C<sub>Po</sub>. Centre de figure de la pousse Po. — f<sub>R</sub>. Faisceau de racine.

(B). — Profil vertical (côté droit). — Les languettes de la chambre d'inclusion du vieux tubercule ont été coupées.

Pour étudier une fronde déterminée considérée séparément, l'observateur tourne autour de l'axe du pédoncule fructifère, de manière à ce que la partie antérieure de son plan médian contienne la trace libéro-ligneuse de la fronde étudiée. Cette remarque s'applique aussi bien aux frondes inférieures qu'aux frondes supérieures fertiles.

Les racines se distinguent et se désignent facilement par leurs rapports spéciaux et par leur volume relatif.

Le plan médian de l'observateur partage le vieux tubercule et la pousse qui en est issue en deux parties symétriques l'une droite, l'autre gauche.

Les tubercules successifs ont tous même plan de symétrie. Quelle est la position du tubercule à venir de la pousse du tubercule  $T_{(n+1)}$  par rapport à ce tubercule et par rapport à celui qui lui a donné naissance et qu'on appelle le vieux tubercule ou le tubercule  $T_n$  ? Jé ne sais. Cette position est parfaitement déterminée, très constanté, malheureusement il ne m'est pas possible de la préciser, faute de matériaux convenables. Selon que le tubercule  $T_{(n+2)}$  est compris entre les tubercules  $T_n$  et  $T_{(n+1)}$  ou qu'il est extérieur au tubercule  $T_{(n+1)}$  la plante est : ou bien sédentaire, ou un peu voyageuse.

### 3. — DESCRIPTION DES PARTIES DE LA PLANTE.

Le pédoncule fructifère du *Phylloglossum Drummondii* est une colonne cylindrique vert pâle, lisse, ou légèrement cannelée couverte de stomates, à section transversale régulièrement circulaire, sans torsion sauf dans les cas de blessures accidentelles (1). Ce pédoncule fructifère est plus long que les frondes inférieures. Il porte à sa partie supérieure de nombreuses frondes sporangifères groupées en un épi dense.

Les frondes de cet épi lorsqu'il est bien régulièrement développé sont verticillées par trois. Les termes de deux verticilles successifs n'alternent pas régulièrement. Ainsi tandis que les divergences des frondes des verticilles 1 et 2 donnent ordinairement six angles voisins de  $60^\circ$ , les divergences des frondes des verticilles 2 et 3 donnent trois angles très supérieurs à  $60^\circ$  alternant avec trois angles inférieurs à  $60^\circ$ . Les divergences des frondes des verticilles 3 et 4 donnent six angles très voisins de  $60^\circ$ . Les divergences des frondes des verticilles 4 et 5 donnent trois angles très supérieurs à  $60^\circ$  et trois angles très inférieurs à ce même nombre. Les grandes divergences des frondes des verticilles 4 et 5 correspondent aux petites divergences des verti-

(1) Une éraillure oblique peut déterminer cette torsion. Une blessure longitudinale détermine l'atrophie d'un secteur entier en laissant les secteurs voisins intacts.

cilles 2 et 3, et réciproquement. — Très fréquemment par suite de déplacements semblables à ceux que l'on observe dans les *Lycopodium* l'ensemble des frondes sporangifères affecte une disposition en hélice de cycle  $\Omega = \frac{2}{11}$ . Cette distribution des appendices indique qu'il y a dans l'épi des atrophies de certains secteurs ou des coalescences prolongées de certaines pièces.

La première fronde du premier verticille de l'épi est presque sur la génératrice que contient le plan de symétrie de l'organe de Mettenius. Il faut en effet une étude très attentive pour reconnaître que la surface de symétrie de la première fronde sporangifère et sa trace libéro-ligneuse sont rejetées un peu à gauche du plan médian de l'observateur. Comme les trois frondes du premier verticille sont sensiblement équidistantes, la fronde postérieure gauche  $f_{1pg}$  est plus rapprochée de la partie postérieure du plan médian de l'observateur que la fronde postérieure droite  $f_{1pd}$ .

Les frondes du second verticille alternent sensiblement avec celles du premier. Il y a par suite dans ce second verticille une fronde postérieure  $f_{2p}$  rejetée un peu à droite du plan médian et deux frondes antérieures situées l'une à droite  $f_{2ad}$ , l'autre à gauche du plan médian  $f_{2ag}$ .  $f_{2ad}$  est plus rapprochée du plan médian que  $f_{2ag}$ .

Des trois frondes du troisième verticille une  $f_{3a}$  est antérieure mais

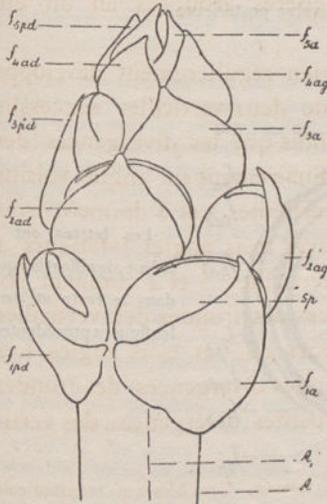


Fig. 79.

Fig. 79. — Epi régulier de *Phylloglossum Drummondii* vu de profil par sa face antérieure.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

un peu à droite du plan médian de l'observateur. Les deux autres sont postérieures, celle de droite  $f_{3pd}$  est plus rapprochée du plan médian que l'autre  $f_{3pg}$ .

Les frondes du quatrième verticille alternent régulièrement avec celles du troisième.

Les frondes du cinquième verticille sont directement superposées

à celles du verticille 1. A partir de là les mêmes faits se reproduisent dans le même ordre, mais plus on s'élève plus les perturbations sont fréquentes. Vers le sommet de l'épi il est fort difficile de reconnaître l'ordre de succession des frondes.

Fig. 80.

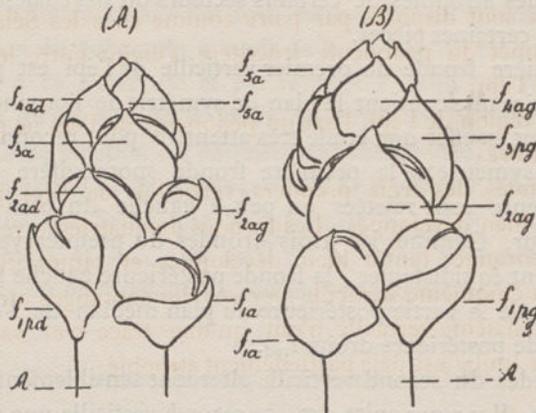


Fig. 80. — Épi régulier de *Phylloglossum Drummondii*.

(A). — L'épi vu de profil sous un angle de 60° à gauche.

(B). — Le même épi vu de profil sous un angle de 30° à droite.

f<sub>1</sub>. Frondes fructifères du premier verticille. — f<sub>1a</sub> fronde antérieure, f<sub>1pg</sub> fronde postérieure gauche, f<sub>1pd</sub> fronde postérieure droite.

f<sub>2</sub>. Frondes fructifères du second verticille.

f<sub>3</sub>. Frondes fructifères du troisième verticille.

Sp. Sporangies ouverts, v.a. valve antérieure, v.p. valve postérieure.

Fig. 81.

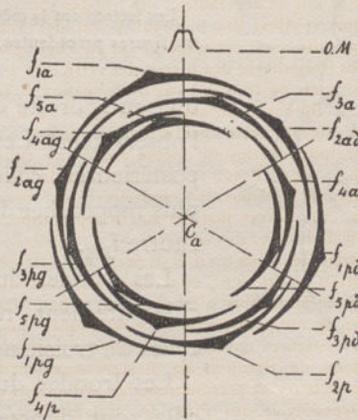


Fig. 81. — Diagramme horizontal de l'Épi du *Phylloglossum Drummondii*.

Les lettres ont la même signification que dans le texte et dans les figures précédentes.

Il importe dans cette étude de ne faire intervenir que des épis bien réguliers. Il faut d'ailleurs contrôler l'examen extérieur par l'étude des émergences des masses libéro-ligneuses des frondes sporangifères. En résumé il y a dans l'épi du *Phylloglossum* 12 séries verticales de frondes conjuguées ou trois groupes de quatre files verticales dont les appendices sont disposés par paire comme chez les Sélaginelles (1).

Le sommet du pédoncule fructifère s'éteint entre les dernières frondes de l'épi.

Dans la région de l'épi, l'axe ou pédoncule de l'épi ne présente pas de région libre.

Les frondes des trois premiers verticilles de l'épi portent des sporanges bien développés. Les frondes du quatrième verticille portent des sporanges tantôt bien développés et tantôt atrophiés. Les frondes du cinquième verticille portent des sporanges atrophiés. Les frondes du sixième verticille n'ont qu'une trace très vague de sporange, leur limbe est déjà partiellement atrophié.

Une fronde sporangifère comprend :

1<sup>o</sup> Un pétiole court qui porte à sa partie supéro-antérieure un gros sporange.

2<sup>o</sup> Un limbe en forme de languette triangulaire à bords lisses et dont le milieu de la base est légèrement bombé vers le bas.

Le pétiole des frondes sporangifères est décurrent sur le pédoncule fructifère. Sa face inférieure est fortement concave, elle est plus

(1) La détermination de la Loi de distribution des frondes sporangifères du *Phylloglossum* a fort embarrassé Mettenius et Alex. Braun. Braun y voit des verticilles de trois termes en alternance régulière. Par suite, pour cet auteur, l'épi du *Phylloglossum* a six files verticales de frondes. Les divergences irrégulières des pièces des verticilles 2 et 3, 4 et 5, l'ont cependant très vivement frappé, mais ne trouvant pas d'explication à ces irrégularités, il les a négligées. Un peu plus tard Spring ayant décrit des épis à 4 files verticales de frondes; Alex. Braun s'est demandé, devant cette observation de Spring, s'il n'y avait pas chez les *Phylloglossum* des variétés individuelles de même ordre que celle qu'on observe chez les Lycopodes. Malgré Spring, Alex. Braun se décida à regarder la disposition en verticilles alternes de trois termes comme la disposition régulière. Alex. Braun hésitant encore sur la certitude de sa conclusion, crut devoir justifier son interprétation. Pour cela, il fit remarquer qu'il avait eu occasion d'observer des échantillons à six frondes inférieures disposées en apparence sur un même verticille, alors qu'il était porté à y voir deux verticilles alternes de trois pièces. Cette explication ne dit rien, et si dans les échantillons à six frondes dont parle Alex. Braun, l'Organe de Mettenius n'est pas compté pour une fronde (ce que le texte ne permet pas de décider), je me permets de faire remarquer que les rapports des parties dans un pied à six frondes inférieures rendent impossible l'hypothèse des deux verticilles.

Plusieurs des échantillons de Braun et de Mettenius avaient leurs épis déformés par l'atrophie d'un ou de deux secteurs et présentaient des réductions comparables à celles que montrent parfois les axes hypocotylés des Pins, des Calycanthes, des Légumineuses, des Nerium.

grande que sa face supérieure et se continue avec le talon médian de la base du limbe. Le sporange réniforme est à cheval transversalement sur la face supérieure du pétiole.

L'extrémité supérieure du limbe est pointue non acérée. Les angles latéraux du limbe sont mousses. Le talon médian de la base est arrondi. Ce talon et la courbure de la face inférieure de la fronde sporangifère lui permettent de couvrir et de protéger très efficacement les sporanges des frondes inférieures.

Les frondes sporangifères sont vert jaunâtre. Comme les frondes des Lycopodes elles n'ont ni ligule, ni auricule, elles ne sont pas circinées.

Fig. 82.

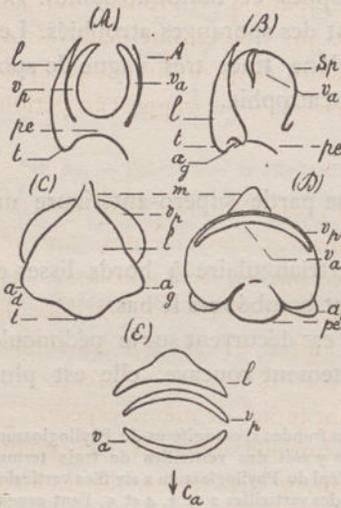


Fig. 82. — Une fronde fructifère de l'Épi du *Phylloglossum Drummondii*. (Cette fronde est prise dans le second verticille de l'Épi).

(A). — Profil de la section radiale d'ensemble de la fronde et du sporange qu'elle porte.

(B). — Profil d'une fronde sporangifère (vue du côté gauche).

(C). — La fronde vue par sa face externe.  
Pe. Pétiole de la fronde.

l. Limbe, m. Sommet du limbe, t. Talon médian du limbe.

a. Angles du limbe, ad. Angle droit, ag. Angle gauche.

Sp. Sporange, va. Valve antérieure, vp. Valve postérieure.

(D). — La fronde vue par sa face interne.

(E). — Diagramme d'une fronde fructifère.

Fig. 83.

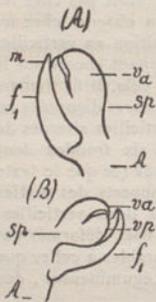


Fig. 83. — Profil d'une fronde fructifère du premier verticille de l'épi.

(A). — Vue du côté gauche.

(B). — Vue du côté droit.

Les frondes sporangifères sont imbriquées dans le jeune âge.

Les frondes du premier verticille de chaque épi sont sessiles, leur limbe est directement décurrent

sur le pédoncule, le talon médian de leur base est souvent peu indiqué. Elles n'ont en effet rien à recouvrir.

Je n'ai jamais vu de frondes sporangifères à limbe trifide comme celles qu'a figurées M. L. Crié d'après des spécimens de la Nouvelle-Zélande. Y aurait-il à la Nouvelle-Zélande une espèce de *Phylloglossum* différente du *Phylloglossum Drummondii*? La figure originale de M. Crié qui montre une fronde à limbe trifide est d'ailleurs en contradiction avec la figure d'ensemble de l'épi dont elle aurait été détachée. Cette dernière figure n'est que la reproduction de la figure donnée par Kunze en 1843, d'après le *Phylloglossum* d'Australie et dans cette espèce le limbe de la fronde sporangifère est entier.

Le sporange de chaque fronde fertile est réniforme, lisse, à parois épaisses. Le sporange est dressé sur le pétiole. Il présente sur son bord supérieur une ligne de déhiscence qui y détermine deux valves, une valve postérieure et une valve antérieure, ce qu'on énonce quelquefois en disant que la déhiscence est transversale par rapport au pétiole et à la nervure de la fronde.

Les spores sont tétraédriques. Elles présentent trois faces internes triangulaires, planes ou légèrement concaves, convergentes, *sans ornementation* et une face externe bombée *qui est seule ornementée* (1). Cette paroi externe vue à un grossissement très fort semble criblée de puits plus ou moins profonds reliés l'un à l'autre par des rigoles tortueuses qui y dessinent un réseau à mailles très irrégulières (2).

Les spores sont jaunes d'or. Elles sont toutes de même espèce.

Les spores semées sur la terre humide germent facilement. M. F. v. Müller en a obtenu fréquemment des levées. M. L. Crié en a obtenu des prothalles hermaphrodites qu'il a figurés.

L'organe de Mettenius est une languette verdâtre libre de toute adhérence avec les frondes inférieures. Cette languette que Mettenius regardait comme une fronde atrophiée est très courte, lisse, bilobée

(1) Les ornements de la face externe de la spore sont visibles par transparence à travers les faces internes lorsqu'on regarde la spore par le sommet à un grossissement faible. Les figures que M. Crié a donné des spores du *Phylloglossum* sont mauvaises, peu exactes pour la forme des spores, elles montrent sur les faces internes des ornements qui n'y sont pas. Le mode d'ornementation n'a pas été compris.

(2) Au moment de la germination de la spore, l'exospore se fend suivant les trois arêtes convergentes au sommet.

Fig. 84.

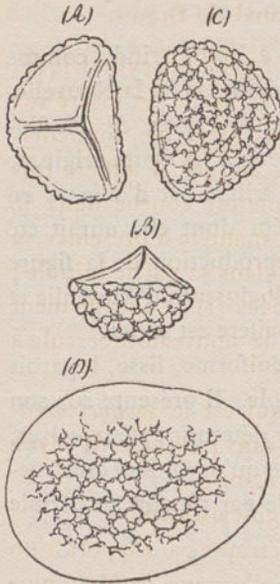


Fig. 84. — Spore de *Phylloglossum Drummondii*.

(A). — Spore vue par sa face interne.

(B). — Spore vue de profil.

(C). — Contour de la face externe de la spore.

(D). — Ornementation de la face externe de la spore.

— La mise au point a été faite sur le centre de cette face dont le contour n'est qu'indiqué.

à son extrémité. Sa face antérieure montre un léger sillon dans son plan de symétrie, ce sillon passe entre les lobes du sommet et se réfléchit sur la face externe ou postérieure de l'organe. C'est à la base de ce sillon que se trouve l'orifice externe obstrué du canal de Braun.

L'organe de Mettenius est inséré sur la partie antérieure de la pousse issue du vieux tubercule, vers le même niveau que les plus élevées des frondes inférieures. Il adhère longuement à la partie antérieure de la base du pédoncule fructifère par coalescence des tissus superficiels.

Sur tous les exemplaires de *Phylloglossum* que j'ai pu observer, sur toutes les figures qui ont été publiées, je n'ai vu qu'un seul organe de Mettenius; cet organe constitue donc un excellent repère dans l'orientation des parties du *Phylloglossum*. En est-il toujours ainsi (1)?

(1) Qu'advient-il en effet lorsque la plante forme simultanément plusieurs tubercules. Mettenius a rencontré un spécimen qui présentait cette particularité. Je n'ai pas eu occasion de voir cet échantillon. Mettenius dit qu'il présente au-dessous d'une fronde inférieure que rien ne distinguait de ses voisines, un second tubercule en voie de formation.

L'organe de Mettenius a un plan de symétrie qui contient l'axe de figure du pédoncule fructifère et l'orifice du canal de Braun.

Le pédicelle du nouveau tubercule est un corps blanc, cylindrique, allongé, rigide, renflé vers son extrémité. Ce pédicelle est inséré sur la région antérieure de la pousse issue du vieux tubercule, immédiatement au-dessous de l'organe de Mettenius auquel il adhère très longuement. Le pédicelle du nouveau tubercule est courbé dans le plan de symétrie de l'organe de Mettenius de manière à présenter sa concavité à l'observateur. Le pédicelle est lisse dans sa partie initiale ; plus bas, il se couvre de poils à parois gélatinées (1). Le revêtement pileux est surtout abondant vers le niveau où le nouveau tubercule a son épaisseur maximum.

L'extrémité inférieure du nouveau tubercule qui est le sommet organique du pédicelle est lisse, arrondie, blanche, sans pilorhize. Il n'y a certainement jamais eu de pilorhize sur cette région.

Le pédicelle du nouveau tubercule est d'origine exogène.

Le pédicelle du nouveau tubercule est symétrique par rapport à un plan qui coïncide avec le plan de symétrie de l'organe de Mettenius et avec le plan de symétrie du vieux tubercule. Une section longitudinale du pédicelle menée dans ce plan de symétrie montre : que vers le point où ce pédicelle se renfle il contient une chambre dans laquelle est enfermé un point de végétation. Cette chambre que j'appelle *Chambre d'inclusion* est conique, elle se prolonge davantage en avant qu'en arrière. Un canal complètement fermé, très difficile à trouver, s'étend du sommet de la chambre d'inclusion jusqu'à l'orifice que j'ai signalé à la base du sillon de l'organe de Mettenius. Il y a eu là une invagination d'un point de végétation qui rappelle grosso modo l'invagination du cône végétatif des tubercules d'Orchidées. C'est ce canal que je nomme *Canal de Braun*. L'orifice externe du canal de Braun est une fente longitudinale étroite à peine un peu plus grande que l'ostiole d'un stomate de *Phylloglossum*. Le plus souvent cet orifice est obstrué par des tubes mycéliens ou par des hypha d'Algues voisines des *Stigeoclonium* et des *Draparnaldia*. C'est à cette cause qu'il doit d'avoir échappé à la sagacité de Mettenius (2) et d'Alex. Braun.

(1) Ces poils ne se développent que tardivement.

(2) Mettenius a cependant soupçonné l'existence de ce *Canal de Braun*. Il se demande en effet, en décrivant la structure de la région moyenne du pédicelle du nouveau tubercule, quel est ce tissu spécial qui avoisine la génératrice externe de cet organe.

Le canal de Braun, tout à fait superficiel et extérieur dans sa partie supérieure, est à peu près axial au sommet de la chambre d'inclusion.

Fig. 85.

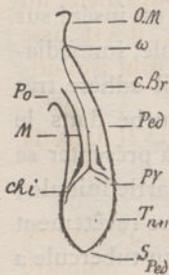


Fig. 85. — Section longitudinale médiane du Pédicelle du nouveau tubercule et du nouveau tubercule d'un pied de *Phylloglossum Drummondii*.

Cette section montre la chambre d'inclusion, le trajet du Canal de Braun et la disposition de la masse libéro-ligneuse par rapport à ce canal.

O. M. Organe de Mettenius.

Ped. Pédicelle. — S. Sommet organique de ce pédicelle.

T<sub>(n+1)</sub> Le nouveau tubercule. P.V. Son point de végétation. Ce point de végétation marque son sommet organique.

C. Br. Trajet du Canal de Braun. ω, Son orifice externe.

Ch. i. Chambre d'inclusion du point de végétation du nouveau tubercule.

M. Masse libéro-ligneuse se terminant inférieurement par un grand diaphragme annulaire.

Po Corps de la pousse issue du vieux tubercule.

J'ai vu parfois (sur deux échantillons) à la base de la chambre d'inclusion un pore qui faisait communiquer cette chambre avec l'extérieur. Ce pore, qui m'a toujours paru accidentel, était placé sur la génératrice antérieure du pédicelle à la base de la chambre d'inclusion, là où la paroi de cette chambre a son épaisseur minimum.

Fig. 86.

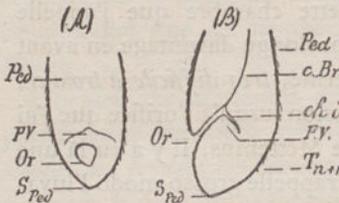


Fig. 86 (A). — Extrémité inférieure d'un pédicelle du nouveau tubercule de *Phylloglossum Drummondii* vu par sa face antérieure. Ce pédicelle est un de ceux dont la chambre d'inclusion communiquait avec l'extérieur par un orifice accidentel Or.

(B). — Section longitudinale médiane du même pédicelle.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Ordinairement il n'y a pas de stomates sur la surface du nouveau pédicelle (1), bien que le tissu de cet organe soit très lâche et creusé de grands méats à travers lesquels l'air peut circuler abondamment.

Le nouveau tubercule (tubercule T<sub>(n+1)</sub>) est un corps ovoïde blanc terminé inférieurement par une pointe conique mousse qui est le sommet organique du pédicelle. Cette extrémité supérieure est

(1) J'en ai observé quelques-uns accidentellement.

cachée dans une chambre (la chambre d'inclusion) dont la paroi se continue directement avec la périphérie du point de végétation. Sur le sommet végétatif du nouveau tubercule s'étend une nappe dermatogène lisse continue sans cellule apicale. L'épiderme superficiel du nouveau tubercule est villos dans sa partie supérieure, il est lisse dans sa partie inférieure. Les éléments de cet épiderme sont très différents des cellules épidermiques du pédicelle.

Le nouveau tubercule est un organe de dissémination. Il passe la mauvaise saison dans la boue (1).

Le vieux tubercule (tubercule  $T_n$ ) consiste en un corps ovoïde souvent rongé dans sa partie inférieure. Sa surface est brunâtre couverte de poils courts. A sa partie supérieure, les tissus superficiels du vieux tubercule se prolongent par une mince membrane déchirée en grands lambeaux; ce sont les débris des parois de la chambre d'inclusion de son point de végétation. Du milieu de cette manchette qui présente une double lame épidermique part une grosse colonne, blanche, lisse, plus ou moins longue, que j'appelle la *Pousse* issue du nouveau tubercule (2). Elle porte en haut et postérieurement l'arc des frondes inférieures; elle porte en avant l'organe de Mettenius.

La base du corps de la pousse est légèrement aplatie en arrière et en avant. A ce niveau, la face antérieure et la face postérieure de la pousse sont marquées chacune d'un sillon. Plus haut, le corps de la pousse s'arrondit, ses sillons s'effacent. Au niveau de l'insertion du pédicelle du nouveau tubercule, c'est-à-dire vers le niveau d'insertion des frondes inférieures  $F_1$ , la section transversale du corps de la pousse est un rectangle peu allongé à côtés convexes.

Le nombre des frondes inférieures est très variable. Je l'ai trouvé ordinairement de 5, plus rarement de 6 bien que très certainement il y ait normalement six frondes inférieures, plus rarement encore de 4. Mettenius signale des échantillons très grêles n'ayant que *deux frondes inférieures*. (3) Le célèbre professeur de Leipzig a vu d'autres

(1) La mauvaise saison n'est peut-être ici que la période de dessèchement de la vase où vit la plante.

(2) Dans quelques échantillons très grêles, j'ai vu cette pousse très allongée.

(3) Mettenius se demande, à propos de cet échantillon à deux frondes, s'il ne provient pas de spore. Il se peut qu'il en soit ainsi, mais on verra plus loin qu'il n'est nullement nécessaire d'avoir recours à cette hypothèse pour cet échantillon qui réalise une des formes typiques du *Phylloglossum*.

spécimens avec 11 et 12 frondes inférieures. Sur les échantillons que j'ai étudiés, quand il y avait un nombre impair de frondes, 5 par exemple, l'une d'elles était médiane et postérieure. Dans les échantillons à 4 ou à 6 frondes inférieures, les frondes formaient deux groupes symétriques. Dans chaque groupe, une pièce était plus extérieure que les autres. J'ai donné page 78 la nomenclature des frondes inférieures, je ne crois pas utile d'y revenir.

Dans les échantillons à 3, 7 ou 8 frondes, je n'ai trouvé aucune régularité dans la distribution des frondes inférieures. Il y avait seulement deux frondes plus extérieures que les autres, une à droite, l'autre à gauche, une ou deux frondes médianes postérieures et deux frondes symétriques plus antérieures que les autres et qui représentent les frondes  $F_2$ . En somme, la distribution des frondes inférieures n'est régie très souvent par aucune loi simple. Les pieds à 5 et à 6 frondes où la distribution est régulière sont des états moyens vers lesquels la plante tend avec plus ou moins de succès.

Les frondes inférieures toutes semblables entre elles sont droites rectilignes, jamais circinées, sans ligule et sans stipules. Leur section transversale moyenne est circulaire ou légèrement elliptique. Vers le bas cette section transversale montre une face antérieure plane ou légèrement concave, une face postérieure convexe et deux bords latéraux. Plus bas encore, les bords latéraux des frondes voisines sont coalescents, puis la face antérieure des frondes disparaît et elles ne sont indiquées à la surface postérieure du corps de la plante que comme des sortes de larges côtes qui s'atténuent à mesure qu'on descend. C'est à ce niveau que se montrent les grandes lacunes de la partie inférieure de ces frondes.

L'extrémité supérieure des frondes inférieures est un petit mucron mou.

Chaque fronde inférieure n'a qu'une seule masse libéro-ligneuse très grêle.

Sur chaque fronde inférieure, on peut distinguer une région basilaire incolore et une région supérieure colorée en vert.

Les frondes inférieures du *Phylloglossum Drummondii* ressemblent beaucoup aux premières frondes du jeune *Lycopodium cernuum*. Pour permettre cette comparaison, j'ai reproduit plus loin quelques-unes des figures que M. Treub a données des premières frondes du jeune *Lycopodium cernuum*.

Les racines du *Phylloglossum* sont cylindriques, non ramifiées, à surface villeuse. Leurs poils longs, monocellulaires sont épatés à leur extrémité ; il est rare qu'ils soient rameux dès la base. Le nombre de ces racines est très variable. J'en ai vu le plus souvent deux grosses directement insérées sous les frondes  $F_1$ . Lorsqu'il y a d'autres racines elles sont plus grêles que les deux précédentes.

Les racines naissent sous les frondes inférieures de la plante, sur tout le pourtour de la région postérieure de la pousse issue du vieux tubercule. Aucune d'elles n'est nécessairement, directement opposée au pédicelle du nouveau tubercule comme le croyait Mettenius ; je doute même qu'il puisse en être ainsi d'après les rapports des tissus intérieurs. Je crois que la disposition la plus régulière comporte deux grosses racines égales et symétriques insérées sous chacune des frondes  $F_1$ , deux racines médianes postérieures grêles, une racine latérale droite, grêle, placée sous la fronde  $F_{2d}$ , et une racine latérale gauche symétrique de celle-ci. Les racines sont d'origine endogène. Pour atteindre la surface du corps de la plante elles doivent percer une grande épaisseur de tissu. Elles partent des deux diaphragmes basilaires des frondes inférieures ; puis s'enfoncent plus ou moins obliquement et de haut en bas dans la partie supérieure de la pousse, enfin elles émergent à quelque distance des frondes entre les débris de la chambre d'inclusion. Ces racines sont donc incontestablement des racines adventives.

#### 4. — RAPPORTS DES PARTIES DE LA PLANTE.

L'extérieur des diverses parties d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* étant connu, quels sont les rapports apparents de ces parties ?

La pousse cylindrique issue du vieux tubercule repose sur la partie supérieure de celui-ci au niveau où s'attachent les lambeaux des parois de la chambre d'inclusion de son point de végétation. Les frondes inférieures toutes coalescentes entre elles par leurs bords et coalescentes avec la pousse par leurs faces antérieures sont disposées sur un ou sur deux rangs à la partie supérieure et postérieure de la pousse. Deux de ces frondes sont plus extérieures et plus inférieures que les autres. Ces frondes  $F_1$  (1) sont symétriquement placées de

(1) Ces frondes  $F_1$ , existent seules dans l'échantillon de Mettenius qui ne présente que deux frondes.

chaque côté de la partie postérieure du plan médian de l'observateur. Les frondes inférieures forment deux groupes symétriques, par rapport au plan médian de l'observateur, insérés chacun sur un diaphragme aquifère.

Les racines partent des diaphragmes d'insertion des frondes inférieures. Elles descendent obliquement de haut en bas puis se courbent, et sortent en cheminant presque horizontalement.

Au niveau d'insertion des frondes inférieures  $F_1$  sur leurs diaphragmes basilaires, on voit s'attacher à la partie antérieure du corps de la plante le pédicelle du nouveau tubercule. Au-dessus de ce pédicelle, au-dessus même de l'émergence des frondes inférieures  $F_2$  et à la face antérieure du corps de la plante on trouve l'organe de Mettenius.

Le pédoncule fructifère s'insère au sommet de la pousse et à sa partie antérieure. Sa masse libéro-ligneuse repose sur celle des frondes postérieures et sur celle de l'organe de Mettenius par l'intermédiaire d'un vaste diaphragme aquifère. Une des masses ligneuses du pédoncule fructifère est dans le plan de symétrie de l'organe de Mettenius. Cette masse ligneuse pénétrant dans l'épi émet sur sa gauche la masse ligneuse de la fronde antérieure du premier verticille de l'épi.

##### 5. — ORIGINE PROBABLE DES PARTIES DE LA PLANTE.

Bien qu'il ne m'ait pas été possible d'observer directement l'origine des parties d'un pied de *Phylloglossum*, je crois, tout en faisant les plus grandes réserves, pouvoir tirer de mon étude anatomique et morphologique du pied adulte l'origine probable de ses principales parties.

1° Le point de végétation du tubercule enfoui dans la vase grossit quand vient sa période d'activité; il brise et fend les parois de sa chambre d'inclusion. (1)

2° Sur la partie externe et postérieure du point de végétation du tubercule se dessinent deux mamelons symétriques qui sont les premières traces des frondes inférieures et extérieures  $F_1$  (2). Puis tout de suite après et plus intérieurement mais toujours sur le bord postérieur du point de végétation, on voit se dessiner d'autres mamelons qui

(1) Par suite même de la disposition de ses parties, le nouveau tubercule est enfoncé dans la vase de manière à ce que son point de végétation soit en haut.

(2) Ces deux premières frondes inférieures peuvent être seules, les suivantes ne se forment pas. Tel est le cas de l'échantillon à deux frondes dont parle Mettenius.

se succèdent sans ordre simple, peut-être même sans ordre. Il y a 3 ou 4 de ces mamelons (1). Les plus antérieurs correspondent aux frondes  $F_2$ , ce sont eux qui apparaissent les derniers.

3° Vers la fin de cette période 2, ou peut-être déjà vers son milieu, se dessine à la partie antérieure du point de végétation un mamelon isolé qui est l'origine de l'organe de Mettenius.

4° Un peu après l'apparition de l'organe de Mettenius se forme au dessous de lui (2) à la face antérieure de la pousse, un gros mamelon exogène qui est le début du pédicelle du nouveau tubercule  $T_{(n+1)}$  ;

5° Bientôt après l'apparition du pédicelle du nouveau tubercule on voit un nouveau point de végétation entre le sommet de l'organe de Mettenius et le sommet du nouveau pédicelle, c'est le point de végétation du nouveau tubercule.

6° Ultérieurement il y a invagination du point de végétation du nouveau tubercule. Extinction du sommet de l'organe de Mettenius et formation du sillon de cet organe.

7° Après un temps d'arrêt plus ou moins long mais très net ; ce qui est resté libre du point de végétation de la pousse et qui est presque localisé dans la moitié antérieure de la plage occupée primitivement par le cône végétatif, fournit une *suite régulière de frondes verticillées par trois mais de manière à former douze files conjuguées*. Le corps qui porte ces frondes est un *axe régulier*.

Pendant cette dernière période les frondes inférieures grandissent, les parois de la chambre d'inclusion sont déchirées, les racines apparaissent.

Finalement un accroissement intercalaire considérable localisé entre le premier verticille des frondes sporangifères et l'insertion de l'axe régulier se produit, le pédoncule fructifère s'édifie et élève l'épi au-dessus de l'eau, pendant que le pédicelle du nouveau tubercule croissant de son côté enfonce dans la vase le nouveau tubercule.

En somme, à la périphérie d'un cône végétatif se fait d'abord une couronne d'appendices distribués sans ordre simple et destinés à devenir de très grandes frondes. Puis plus tard, après un temps d'arrêt

(1) Lorsqu'il y a 3 mamelons intérieurs, un est médian postérieur et correspond à la fronde  $F_m$ , les deux autres sont latéraux et symétriques. Lorsqu'il y a quatre mamelons intérieurs, ils sont symétriques deux à deux. Deux d'entre eux sont médians et postérieurs. Il peut y avoir jusqu'à 6 et 8 mamelons intérieurs.

(2) Et coalescent partiellement avec lui.

plus ou moins long, le cône végétatif produit un axe d'allure régulière ayant des files de frondes conjuguées. Comme particularités spéciales, il y a lieu de mentionner 1<sup>o</sup> le nombre des files d'appendices du stipe régulier qui est ici de 12 ; 2<sup>o</sup> l'émergence qui s'est produite à la partie antérieure du cône végétatif et qui demeure stationnaire ; 3<sup>o</sup> l'invagination d'un point de végétation adventif formé de cette émergence ; 4<sup>o</sup> la localisation des racines sous les frondes inférieures irrégulières

6. — COMPARAISON DU PHYLLOGLOSSUM DRUMMONDII ET DU JEUNE  
LYCOPODIUM CERNUUM.

A plusieurs reprises, j'ai dit dans ce qui précède qu'il y avait de grandes ressemblances entre un pied de *Phylloglossum* adulte et les jeunes *Lycopodium cernuum* figurés tout dernièrement par M. Treub dans son travail intitulé « *Etudes sur les Lycopodiacées* » (1) Pour permettre au lecteur de constater cette ressemblance, j'ai reproduit en les annotant quelques-unes des figures données par le savant professeur de Buitenzorg. Au stade représenté Figure 19 le jeune *Lycopodium cernuum* comprend un tubercule parenchymateux à surface blanchâtre ou brunâtre couverte de longs poils à la fois fixateurs et absorbants. Au-dessous de ce tubercule on voit une couronne de grandes frondes distribuées sans ordre apparent. Ces frondes sont contiguës. Le point de végétation qu'elles cachent entre leurs bases n'est pas encore caractérisé comme un cône saillant à période régulière. Les grandes frondes inférieures du *Lycopodium* ressemblent beaucoup à celles du *Phylloglossum* ; elles ont la même forme, les mêmes stomates, une masse libéro-ligneuse unique très grêle, indéterminée. Les masses libéro-ligneuses des plus élevées de ces frondes inférieures sont en rapport avec celles des premières frondes. La masse libéro-ligneuse de ces premières frondes est terminée en pointe mousse. A cet état il n'y a pas encore de stipe. Le corps de la jeune plante tient au prothalle par un pied étroit, grêle. La première racine naît profondément dans les tissus sous les premières frondes, au-dessus du tubercule. La masse libéro-ligneuse de cette première racine est en rap-

(1) Melchior Treub. *Etudes sur les Lycopodiacées*, in *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg* (Java), vol. IV, p. 107-138, pl. IX à XVII. Leyde, fin décembre 1884.

port avec celle des premières frondes. La première racine se montre déjà comme une sorte de racine adventive. Il ne saurait être question ici de radicule ou de racine principale. (1) Plus tard le point de végétation placé entre les bases des frondes inférieures devient un cône saillant et prend une allure régulière dans la formation des frondes qui sont alors distribuées sur le stipe, suivant une loi simple. Un accroissement intercalaire notable écarte les paires ou les tétrades d'appendices de ce stipe.

Fig. 87.

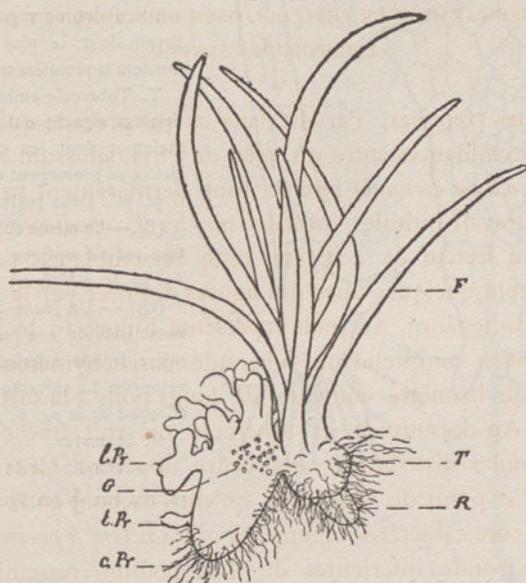


Fig. 87. — Jeune *Lycopodium cernuum* L. tenant encore à son prothalle, avant l'émission de son stipe régulier. (Croquis de la fig. 6, Pl. XI du mémoire de M. Treub).

Pr. Prothalle. c. Pr. Corps du prothalle. G. Niveau des glandes génitales. l. Pr. Lobes lamelleux du prothalle. t. Pr. Tubercule initial du prothalle.

F. Frondes inférieures du jeune Lycopode.

T. Tubercule embryonnaire du jeune Lycopode.

R. Première racine du jeune Lycopode.

Le tubercule embryonnaire, la racine et la base du corps du prothalle sont couverts de poils fixateurs et absorbants.

Le Pied du jeune Lycopode est caché dans le prothalle.

(1) M. Treub attache une grande importance à ce fait. Bien qu'il n'en soit guère cité d'exemple jusqu'ici, on sait que je le regarde comme très général.

Fig. 88.

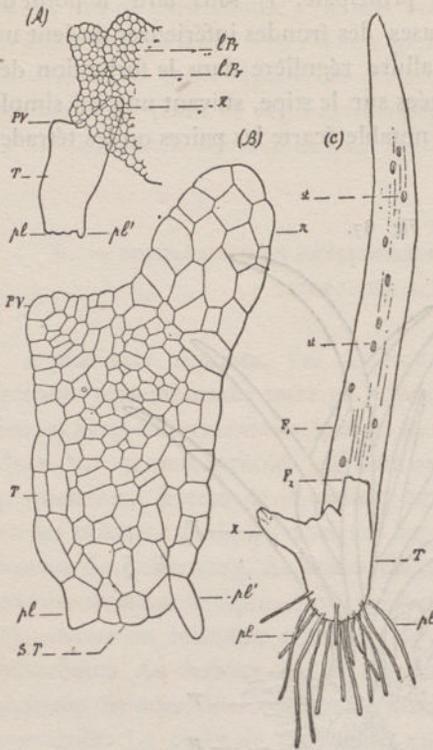


Fig. 88 (A). — Très jeune *Lycopodium cernuum* après la version de son sommet, au moment de la formation de la première fronde. Le tubercule embryonnaire vient de se former. (Croquis de la fig. 3a, pl. XV, l. c.)

Pr. Prothalle. l. Pr. Lobes membraneux du prothalle.

II. Pied de l'Embryon.

PV. Point de végétation de l'Embryon dont la plus grande partie donnera la première fronde inférieure.

T. Tubercule embryonnaire. S T. Sommet organique du Tubercule déjà éteint et dont les cellules superficielles se prolongent en poils.

pl. pl'. Deux poils.

(B). — Le même échantillon en section radiale optique. (Croquis de la fig. 3b, pl. XV, l. c.)

(C). — Un jeune *Lycopodium cernuum* isolé de son prothalle. Sa première fronde inférieure est bien développée. La suivante a été abimée. (Croquis de la fig. 6, pl. XV, l. c.)

st. Stomates.

Les croquis de la figure 88 sont réduits aux  $\frac{2}{3}$  des figures originales.

En somme chez le jeune *Lycopodium cernuum* il y a formation d'un tubercule embryonnaire latéralement et au-dessous du point de végétation de l'embryon. Pendant qu'il s'établit, le point de végétation de l'embryon produit des frondes disposées sans ordre apparent ou tout au moins suivant une loi différente de celle qui préside à l'arrangement des frondes ordinaires sur le stipe régulier. Après avoir donné un certain nombre de ces frondes inférieures, le point de végétation prend une allure régulière et donne le stipe normal. Les racines apparaissent tardivement près des frondes au-dessus du tubercule. C'est donc ce qui se fait dans la période de végétation d'un pied de *Phylloglossum*, moins l'inclusion du point de végétation, moins la localisation de l'accroissement intercalaire, moins aussi la répétition du phénomène

Fig. 89.

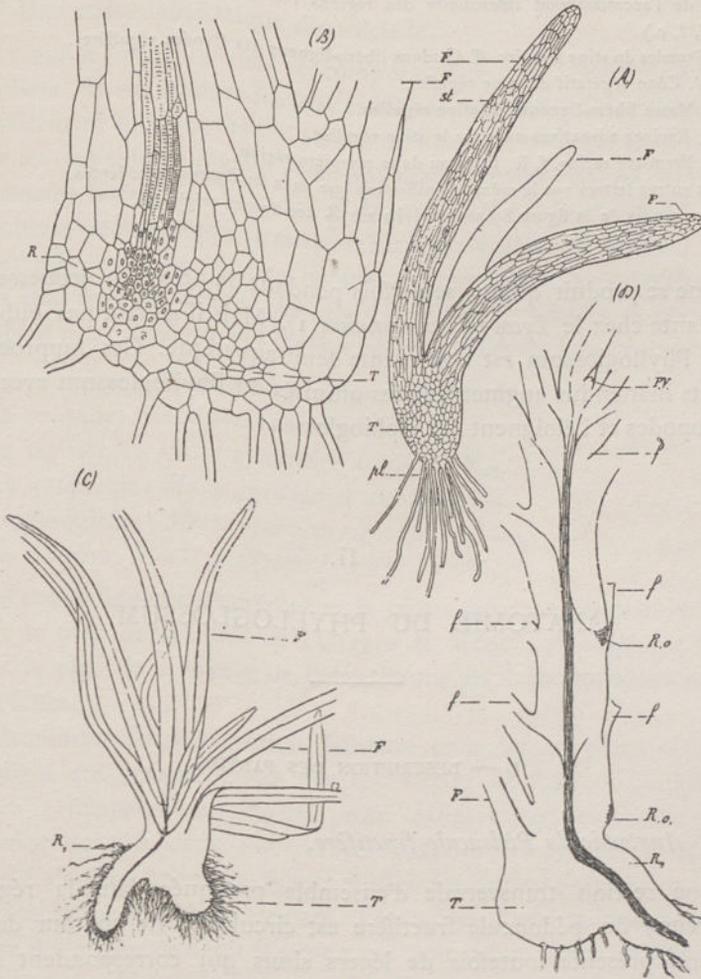


Fig. 89 (A). — Jeune *Lycopodium cernuum* pourvu de trois frondes inférieures n'ayant pas encore sa première racine. (Croquis de la fig. 1, pl. XVI, l. c.)

(B). — Section radiale de la base d'un jeune *Lycopodium cernuum* montrant l'insertion de sa première racine. (Croquis de la fig. 1, pl. XVII, l. c.)

(C). — Un jeune *Lycopodium cernuum* déjà pourvu de sa première racine, vers l'époque où se constitue son cône végétatif régulier. L'échantillon a été éclairci par la potasse (Croquis de la figure 3, pl. XVII, l. c.)

(D). — Section radiale d'un jeune *Lycopodium cernuum* montrant la base du stipe régulier.

lièr. Les premières paires de frondes régulières sont déjà séparées les unes des autres par suite de l'accroissement intercalaire des régions intranodales. (Croquis de la fig. 4, pl. XVII, l. c.)

f. Frondes du stipe régulier. ff. Cordons libéro-ligneux des frondes régulières.

P.V. Cône végétatif du stipe régulier.

M. Masse libéro-ligneuse du stipe régulier.

Ra. Racines adventives nées sur le stipe régulier.

R<sub>1</sub>. Première racine. f. R. Faisceau de la première racine.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Les croquis de la figure 89 sont réduits aux  $\frac{2}{3}$  des figures originales.

qui ne se produit qu'une seule fois pendant la première jeunesse de la plante chez le *Lycopodium cernuum* (1). Mais il ne faut pas oublier que *Phylloglossum* est une plante demi-aquatique. Ces rapprochements inattendus augmentent les affinités du *Phylloglossum* avec les Lycopodes et l'éloignent des Ophioglosses.

## II.

### ANATOMIE DU PHYLLOGLOSSUM.

---

#### I. — DESCRIPTION DES PARTIES.

##### 1. Anatomie du Pédoncule fructifère.

Une section transversale d'ensemble pratiquée dans la région moyenne du pédoncule fructifère est circulaire. Le contour de la section présente toutefois de légers sinus qui correspondent aux sillons longitudinaux ou cannelures de la surface du pédoncule.

Cette section montre :

1° Une masse libéro-ligneuse centrale, dont le centre de figure coïncide avec le centre de figure de la section ;

(1) Dans les Lycopodes à bulbilles comme *Lyc. Selago*, il se produit à plusieurs reprises, tout comme chez *Phylloglossum*, des points de végétation adventifs sur une base plus ou moins charnue, et ces points de végétation ne prennent une allure régulière qu'après avoir donné plusieurs expansions vertes comparables aux frondes inférieures du *Phylloglossum*.

2° Une couche épaisse de tissu fondamental primaire ;

3° Une assise épidermique superficielle.

La masse libéro-ligneuse se compose, dans les échantillons bien réguliers, de six groupes ligneux indéterminés, sensiblement égaux, sensiblement équidistants du centre de figure. Ces groupes ligneux sont revêtus extérieurement et latéralement par une couche continue d'éléments libériens. Le centre de la masse est occupé par des fibres primitives recloisonnées transversalement ou *éléments neutres*. Des six masses ligneuses, une est antérieure, une autre est postérieure, deux sont latérales droites, les deux dernières sont latérales gauches. On peut donc nommer ces masses ligneuses d'après leur position.

La première : *Masse antérieure* ou  $M_a$ .

La seconde : *Masse postérieure* ou  $M_p$ .

La troisième : *Masse antérieure droite* ou  $M_{ad}$ .

La quatrième : *Masse postérieure droite* ou  $M_{pd}$ .

La cinquième : *Masse antérieure gauche* ou  $M_{ag}$ .

La sixième : *Masse postérieure gauche* ou  $M_{pg}$ .

La masse ligneuse antérieure et la masse ligneuse postérieure sont dans le plan de symétrie de l'Organe de Mettenius ; elles sont donc dans le plan de symétrie de l'observateur par suite des conventions déjà faites.

L'ensemble de cette section présente trois lignes principales de symétrie qui passent toutes par son centre de figure C. Ces trois lignes principales de symétrie sont définies par les droites qui joignent deux à deux les trachées initiales des masses ligneuses diamétralement opposées. L'une d'elles est antéro-postérieure, elle contient la génératrice antérieure. Les autres forment avec la première des angles de  $120^\circ$ . Il y a encore trois autres lignes de symétrie qui sont les bissectrices des angles formées par chacune des trois premières avec le prolongement des deux autres.

Chaque masse ligneuse comprend quelques trachées initiales très grêles, d'une finesse extrême, entourées de trachées plus grandes. Ces trachées lorsqu'elles ne sont pas dissociées, ont une section transversale polygonale, elles sont directement contiguës, sans interposition de fibres primitives entre elles. Les éléments libériens consistent en grandes cellules grillagées, allongées, très larges, à parois minces, blanches, brillantes, à grillages transversaux. Au premier aspect les

cellules grillagées se distinguent difficilement du tissu fondamental qui les entoure (1). On les reconnaît cependant à leur moindre calibre, à l'absence de méats, à leur plus grande longueur et surtout à leurs grillages. Les fibres primitives centrales consistent en grandes cellules prismatiques, à section transversale polygonale, à section longitudinale, quadrangulaire, à parois lisses, blanches, brillantes, à ponctuations simples ou peu réticulées.

Je n'ai pu constater de gaine protectrice autour de la masse libéro-ligneuse.

Le tissu fondamental consiste en grandes cellules cylindriques à section transversale circulaire, à section radiale quadrangulaire ou hexagonale, atténuées à leurs extrémités. Les parois de ces cellules sont blanches, brillantes. Elles portent sur les faces de contact de deux cellules voisines de grandes ponctuations réticulées très complexes. Ces cellules sont fortement dissociées (2). La surface libre des méats qu'elles laissent entre elles est finement granuleuse. Dans le pédoncule complètement développé ces cellules ne contiennent ni amidon, ni cristaux d'oxalate ou de carbonate de chaux (3).

L'épiderme consiste en grandes cellules tabulaires, allongées longitudinalement, larges, à parois longitudinales peu épaisses, peu ou point ondulées. La paroi externe de ces cellules est bombée en dehors, plus épaisse que les autres. Elle montre une cuticule jaune, granuleuse. Vues de face ces granulations sont irrégulières, allongées, très fines. Ces parois ne sont pas réticulées comme celles des *Tmesipteris*.

L'assise épidermique présente de nombreux stomates volumineux. Chaque stomate comprend deux grosses cellules stomatiques placées au niveau des autres cellules de l'épiderme. L'ostiole est précédé d'une petite antichambre. L'ostiole est allongé dans le sens de la longueur de l'organe. Malgré cette disposition longitudinale des stomates ils ne forment point de files verticales bien nettes.

(1) Il est parfois si difficile de délimiter la couronne libérienne qui forme la surface de la masse libéro-ligneuse que Mettenius a cru rencontrer des échantillons où elle n'existait pas.

(2) La circulation de l'air est donc très facile dans les tissus superficiels du pédoncule.

(3) Le tissu fondamental est très souvent différencié en deux zones : une zone superficielle à grands méats, dont les éléments contiennent de la chlorophylle ; et une zone profonde à méats plus petits, à éléments moins dissociés, dépourvus de chlorophylle.

Fig. 90.

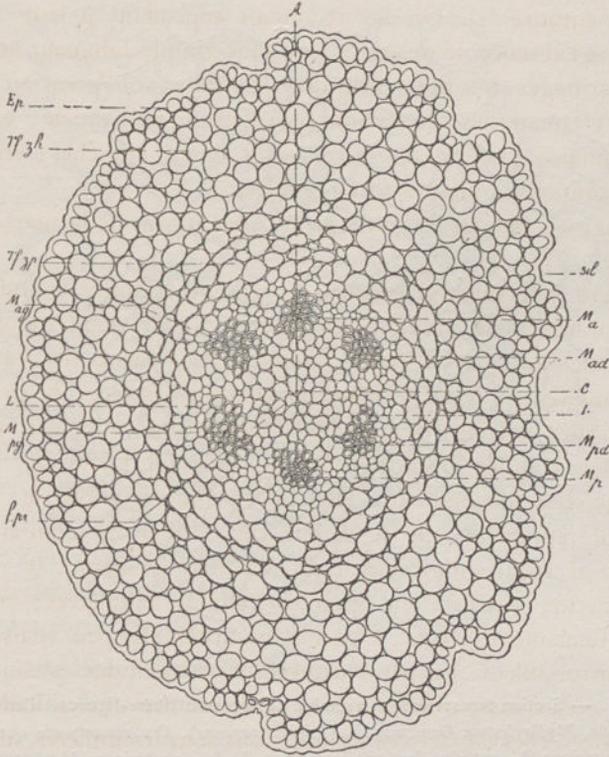


Fig. 90. — Section transversale d'ensemble d'un pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii*. Cette section a été pratiquée dans la région moyenne d'un pédoncule moyen bien régulièrement développé.

C. Centre de la figure de la section.

C.A. Trace de la surface de symétrie antéro-postérieure sur le plan de la section. Cette trace est figurée à partir du point C.

A. Trace de la génératrice antérieure sur le plan de la section.

Ma. Section du cordon ligneux antérieur de la masse libéro-ligneuse.

Mag. Section du cordon ligneux antérieur gauche.

Mad. Section du cordon ligneux antérieur droit.

Mp. Section du cordon ligneux postérieur.

Mpg. Section du cordon ligneux postérieur gauche

Mpd. Section du cordon ligneux postérieur droit.

L. Couronne libérienne continue qui forme la surface de la masse libéro-ligneuse.

f. pr. Fibres primitives centrales de la masse libéro-ligneuse.

Tf. Tissu fondamental. Tf. zp. Zone profonde du tissu fondamental. Tf. zh. Zone herbacée ou zone superficielle du tissu fondamental. La chlorophylle est plus spécialement localisée dans cette dernière région.

Ep. Epiderme.

Sil. Sillon de la surface du pédoncule.

Fig. 91.

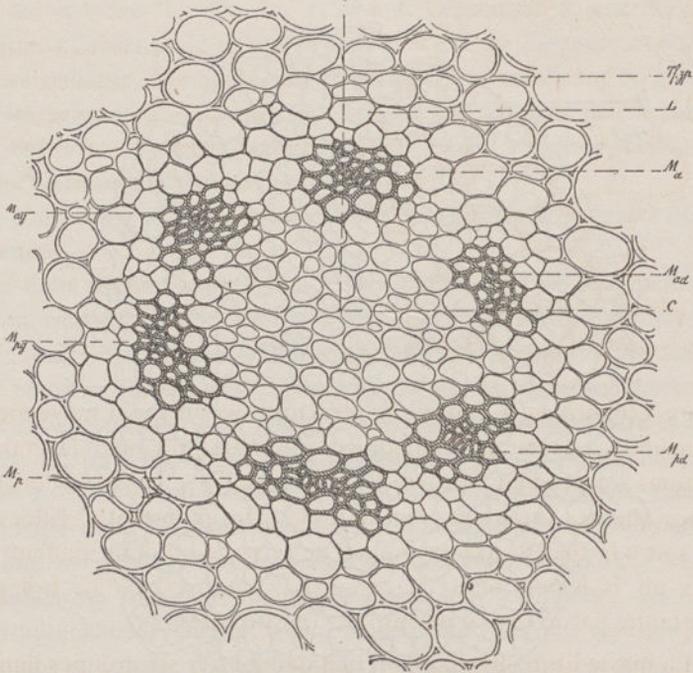


Fig. 91. — Section transversale d'ensemble de la masse libéro-ligneuse d'un pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii*. (Région moyenne). On remarquera que le cordon ligneux postérieur  $M_p$ , est plus fort que les autres. La face postérieure du pédoncule de cet échantillon était en effet légèrement élargie. Le cordon  $M_p$ , se divisait un peu avant les autres, mais sa masse émergente  $f_{2p}$  ne sortait cependant que dans la fronde postérieure du deuxième verticille de l'épi.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 90.

Fig. 92.

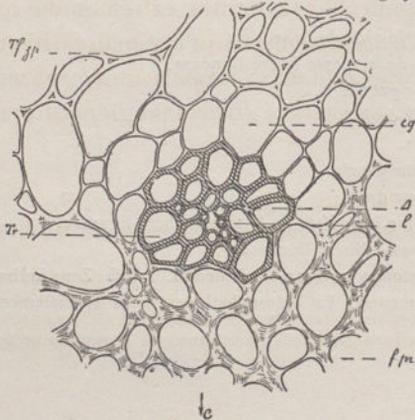


Fig. 92. — Section transversale d'un cordon ligneux du pédoncule fructifère de *Phylloglossum*, prise dans sa région moyenne. Grossissement  $\frac{400}{1}$ .

Les trachées initiales de ce massif ligneux sont dissociées.

l. Lacune résultant de la dissociation des trachées initiales de ce cordon.

$\Delta$ . Trachées initiales.

Tr. Grandes trachées qui entourent les trachées initiales.

c. gr. Cellules grillagées.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 90.

Fig. 93.

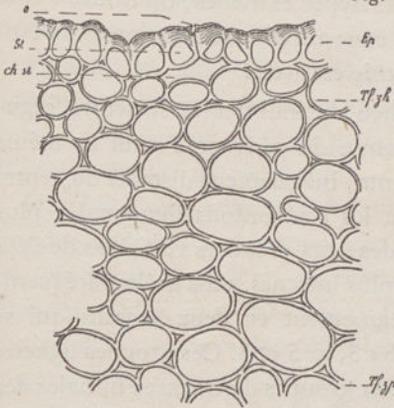


Fig. 93. — Section transversale des tissus superficiels du pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* prise dans la région moyenne de ce pédoncule.

st, Stomate. o, Ostiole. ch. st. Chambre stomatique.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 90.

D'un échantillon à l'autre, la structure de la section moyenne du pédoncule fructifère de *Phylloglossum* semble présenter de grandes variations, cependant une étude plus complète de ces pédoncules montre que ces variations sont au fond peu importantes. Elles sont dues soit à la coalescence prolongée de certains cordons ligneux (1), soit à un isolement hâtif de ces mêmes cordons (2), (3). Les plus importantes parmi ces variations sont les suivantes :

1° La masse libéro-ligneuse, au lieu de montrer six groupes ligneux indépendants, égaux, sensiblement équidistants du centre de figure, présente une couronne ligneuse continue, revêtue extérieurement d'une couronne libérienne continue et limitant un axe plein de tissu neutre. La couronne ligneuse montre six points plus épais saillants vers l'extérieur (4). Au centre de ces plages plus épaisses, on reconnaît les groupes de fines trachées initiales. Ce dispositif se trouve dans les pédoncules grêles mais bien réguliers. Les termes extrêmes de ce dispositif sont d'une part *un axe ligneux plein* lorsqu'il y a disparition du tissu neutre central, *le centre étant alors occupé par de grosses trachées*; et d'autre part *une couronne ligneuse discontinue en plusieurs*

(1) Tel est le cas des pédoncules grêles.

(2) Tel est le cas des pédoncules longuement évasés.

(3) Dans les pédoncules à segments longitudinaux inégaux ces deux causes de variation agissent simultanément.

(4) Lorsque la coalescence des parties est inégalement accusée aux divers points de la périphérie d'un tel système, on voit souvent deux ou trois lignes trachéennes initiales voisines s'accoler en une seule masse. Le nombre des centres trachéens se réduit alors à quatre et même à trois. Cela veut dire que certains segments longitudinaux de la surface ne se sont qu'incomplètement développés.

*points*. Entre le type ordinaire et ces types extrêmes, on trouve toutes les transitions possibles. Plus la concentration de la masse libéro-ligneuse est grande, plus le pédoncule est grêle.

2<sup>o</sup> La masse libéro-ligneuse au lieu de montrer sa structure régulière présente dès la région moyenne du pédoncule neuf et même douze groupes ligneux indépendants, inégalement distants du centre de figure de la section. Les trois ou les six cordons ligneux les plus extérieurs sortent dans les frondes des deux premiers verticilles de l'épi sans division préalable. Les autres plus internes, plus grêles, fréquemment coalescents entre eux se segmentent en deux massifs qui se distribuent aux frondes des verticilles 3, 4, 5 et 6. Ces groupes ligneux plus intérieurs montrent parfois deux groupes de trachées initiales dès le milieu du pédoncule. C'est que, dès ce niveau, les deux lobes qu'ils produiront sont déjà indiqués. Dans ces pédoncules il y a un isolement hâtif des cordons libéro-ligneux sortants. Ces pédoncules se reconnaissent à leur épi dont la base est longuement élargie. Presque toujours dans ce cas, en même temps qu'il y a isolement hâtif de certaines parties, il y a coalescence prolongée d'autres parties, d'où des irrégularités très considérables.

*Les irrégularités de la section moyenne du pédoncule des Phylloglossum ne diffèrent pas de celles que j'ai eu occasion de constater chez tous les Lycopodes, selon qu'on en examine un stipe élancé grêle ou au contraire un stipe large.* Je tenais à les signaler pour mettre les Anatomistes en garde contre les structures particulières qu'ils pourront rencontrer dans tel ou tel échantillon de Phylloglossum, et aussi pour bien montrer que ces variations ne sont que la répétition de faits semblables, qui me sont bien connus chez les Lycopodes. On y voit en même temps un bel exemple du parti qu'un Botaniste peut tirer de la structure anatomique pour mieux connaître les particularités morphologiques spéciales de l'échantillon qu'il étudie.

Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble de la région moyenne du pédoncule fructifère vers sa base, on voit que la structure des tissus superficiels, épiderme et tissu fondamental primaire, reste la même; alors que la structure de la masse libéro-ligneuse change avec le niveau.

Dans une première région que j'appelle *la Région moyenne*, la masse libéro-ligneuse conserve la structure que j'ai décrite ci-dessus,

les cordons ligneux s'élargissant latéralement et intérieurement par l'adjonction de trachées larges et courtes à mesure qu'on descend.

Au-delà de cette région de structure moyenne, les six masses ligneuses se touchent latéralement et forment une couronne continue autour d'un noyau de fibres primitives courtes. J'appelle ce niveau *la Région inférieure* du pédoncule.

Plus bas, c'est-à-dire au niveau où l'*Organe de Mettenius* et les frondes médianes postérieures sont nettement coalescentes avec la base du pédoncule fructifère, la masse ligneuse forme un grand diaphragme, *plein* dans les échantillons grêles, *annulaire* avec noyau central de fibres primitives dans les échantillons à large pédoncule et à masse libéro-ligneuse dissociée dès le milieu du pédoncule. Il est possible, avec beaucoup d'habitude, de suivre quelque temps encore dans ce diaphragme les groupes de trachées initiales, bientôt ils disparaissent, on est entré dans la région d'insertion du pédoncule sur des pièces d'un autre âge.

Il ressort de cet aperçu d'ensemble que, quand on descend le pédoncule fructifère de sa région moyenne vers son insertion, ses masses ligneuses s'élargissent latéralement et s'épaississent vers le centre; puis, qu'elles s'unissent par leurs bords en une couronne continue entourant un noyau central de fibres primitives; puis enfin, qu'elles forment un grand diaphragme aquifère plein ou creux selon le calibre du rameau, ou mieux *selon le volume du point de végétation qui l'a produit*. On est alors arrivé dans la région d'insertion du pédoncule.

Une section transversale d'ensemble du pédoncule, pratiquée dans sa région inférieure, montre une assise épidermique superficielle et une couche épaisse de tissu fondamental semblables aux tissus de même nom que j'ai signalés dans sa région moyenne. Au centre est une masse libéro-ligneuse comprenant: 1<sup>o</sup> un noyau central de fibres primitives recloisonnées transversalement, 2<sup>o</sup> une couronne ligneuse continue présentant six points plus épais saillant vers l'extérieur, au centre desquels sont localisées les fines trachées initiales, 3<sup>o</sup> enfin une couronne externe continue de cellules libériennes. Les trachées initiales sont directement entourées par des trachées plus grosses. Celles-ci sont elles-mêmes tapissées vers le centre et latéralement par des trachées prismatiques très larges mais plus courtes.

Fig. 94.

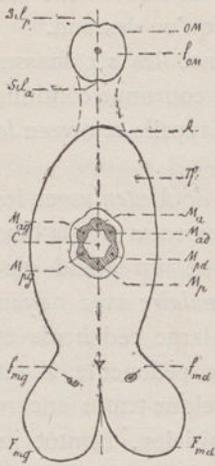


Fig. 94. — Section transversale d'ensemble du pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée dans sa région inférieure, vers le niveau du sommet de l'Organe de Mettenius (1). L'Organe de Mettenius est figuré coupé vers le milieu de sa région libre. Les frondes médianes inférieures sont déjà partiellement coalescentes avec la face postérieure du pédoncule.

La masse ligneuse dans laquelle les six groupes de trachées initiales sont encore nettement reconnaissables forme une couronne continue revêtue extérieurement par le liber. Le centre de la section est encore occupé par des fibres primitives.

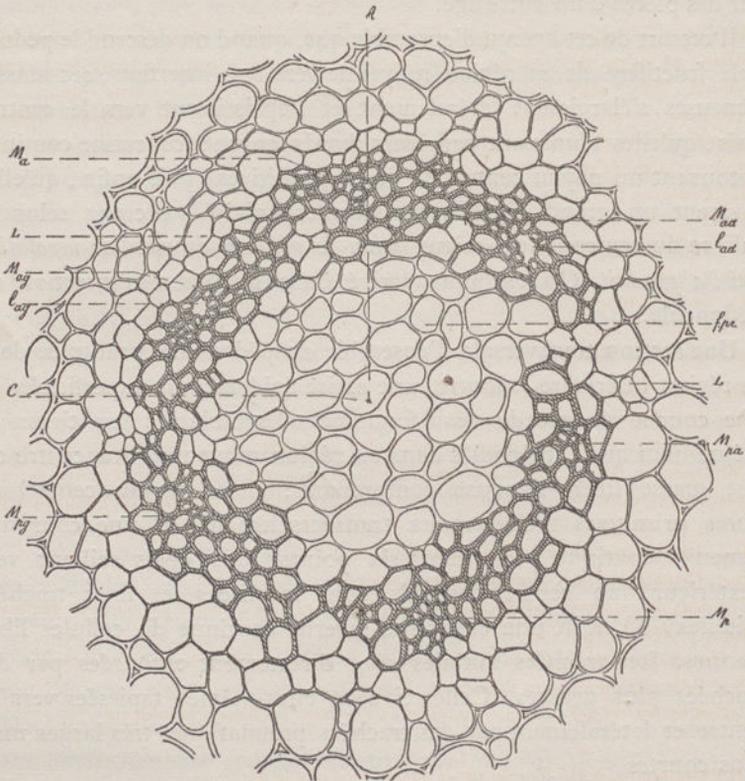
fmg. Section transversale de la fronde inférieure médiane gauche. fmd. Cordon libéro-ligneux de cette fronde.

Fmd. Section transversale de la fronde inférieure médiane droite. fmd. Cordon libéro-ligneux de cette fronde.

OM. Organe de Mettenius. f<sub>om</sub>. Cordon libéro-ligneux ou faisceau de cet organe. Sil p. Son sillon postérieur. Sil a. Son sillon antérieur.

Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 90.

Fig. 95.



(1) Cette section a été prise dans un pédoncule fructifère gros, bien régulier.

Fig 95. — Section transversale d'ensemble de la masse libéro-ligneuse d'un pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée au niveau du sommet de l'Organe de Mettenius. Le pédoncule qui a fourni cette section était gros mais bien régulier.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

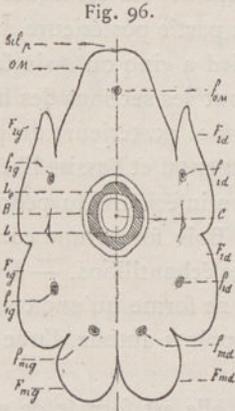


Fig. 96.

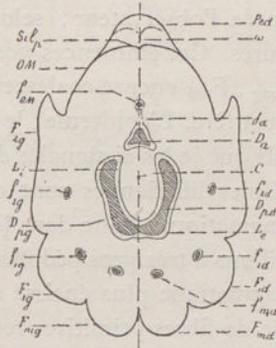


Fig. 97.

Fig. 96. — Section transversale d'ensemble d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée au niveau de l'insertion du pédoncule fructifère sur le corps de la plante. L'échantillon qui a fourni cette section présentait un gros pédoncule fructifère bien régulier. A ce niveau dans ces gros échantillons la masse libéro-ligneuse montre une couronne ligneuse continue tapissée d'éléments libériens aussi bien en dedans qu'en dehors. Le centre de la section est occupée par du tissu fondamental (1).

Le. Couronne libérienne externe.

Li. Couronne libérienne interne

F<sub>1</sub>. Sections transversales des frondes inférieures externes. F<sub>1g</sub>. La première fronde inférieure gauche, F<sub>1d</sub>. celle de droite. f<sub>1g</sub>, f<sub>1d</sub>, Cordons libéro-ligneux des frondes F<sub>1g</sub>, F<sub>1d</sub>.

F<sub>2</sub>. Sections transversales des frondes inférieures antérieures. F<sub>2g</sub> Section de la fronde placée à gauche. F<sub>2d</sub>. Section de la fronde placée à droite. f<sub>2g</sub>, f<sub>2d</sub>. Cordons libéro-ligneux des frondes F<sub>2g</sub>, F<sub>2d</sub>.

Fig. 97. — Section transversale d'ensemble du même pied pratiquée immédiatement au-dessus de l'orifice du Canal de Braun.

Da. Diaphragme libéro-ligneux antérieur. On voit déjà que le faisceau f<sub>OM</sub> de l'Organe de Mettenius se jette sur ce diaphragme. Cette jonction est indiquée et préparée par une disposition spéciale des éléments du tissu fondamental dans la région ja. Le diaphragme antérieur est complètement indépendant à ce niveau des diaphragmes postérieurs.

Dpg. Diaphragme libéro-ligneux postérieur gauche.

Dpd. Diaphragme libéro-ligneux postérieur droit.

Ces deux diaphragmes postérieurs sont encore reliés l'un à l'autre par un pont diaphragmatique postérieur Pp. (Voir les figures 107 et 108).

ω. Orifice du Canal de Braun à la base du sillon postérieur de l'Organe de Mettenius.

Ped. Pédicelle du nouveau tubercule.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

(1) Cette section a été fournie par le même pied que la figure 94.

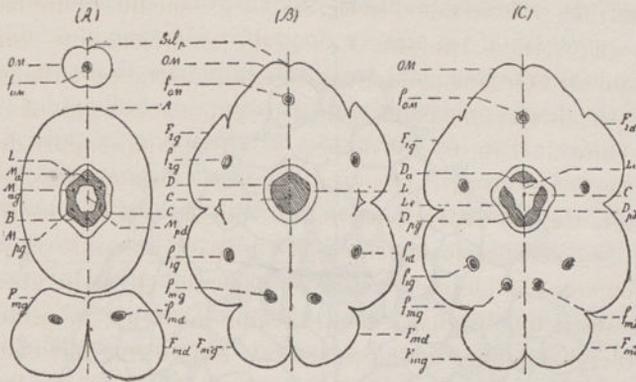
Une section transversale d'ensemble du pédoncule, pratiquée dans sa région d'insertion, montre à sa partie antérieure une éminence bilobée qui est l'Organe de Mettenius, et à sa partie postérieure, soit une seule éminence médiane, soit deux éminences contiguës symétriques l'une de l'autre par rapport à la partie postérieure du plan médian de l'observateur, selon que le pied a cinq ou a six frondes inférieures. Ces éminences postérieures sont les sections des frondes  $F_m$ ,  $F_{mg}$ ,  $F_{md}$  encore coalescentes avec la face postérieure du pédoncule fructifère. L'épiderme, le tissu fondamental et l'assise libérienne sont tels que je les ai signalés dans la région inférieure du pédoncule. Les cellules libériennes sont courtes. Le Bois forme une couronne diaphragmatique pleine dans la plupart des échantillons. — Dans les échantillons à très gros pédoncule, le bois ne forme qu'une couronne diaphragmatique plus épaisse en certains points autour d'une masse centrale de fibres primitives recloisonnées.

Lorsque la masse ligneuse est pleine, elle est formée de grosses trachées courtes intimement contiguës. Dans le haut de cette masse on reconnaît encore six groupes de trachées initiales plus grêles qui sont dans le prolongement des six groupes trachéens initiaux de la région moyenne. Plus bas ces groupes disparaissent et le bois consiste en une grande nappe diaphragmatique dans laquelle il est impossible de reconnaître les points où a commencé la différenciation. Le liber dans cette région est formé d'éléments prismatiques courts.

Si l'on poursuit ce diaphragme plein de haut en bas, on le voit quelques coupes plus bas former une couronne ligneuse circulaire dont le centre est occupé par des éléments libériens diaphragmatiques. La surface extérieure de la couronne ligneuse est également revêtue d'éléments libériens courts. Plus bas encore la couronne libéro-ligneuse se divise en deux arcs inégaux l'un antérieur petit, l'autre postérieur très grand. Le liber externe de chaque arc se reliant à son liber intérieur et entourant complètement son bois. On est à ce niveau sur les diaphragmes d'insertion des cordons libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius et des frondes inférieures.

Fig. 98.

Fig. 98. — Sections transversales d'ensemble d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* pratiquées à divers niveaux de la région d'insertion de son pédoncule fructifère. Le pédon-



cule fructifère de l'échantillon qui a fourni ces figures, ainsi que les figures 99, 100, 101, était très grêle dans sa région inférieure.

(A). — Section homologue de la section représentée figure 94.

(B). — Section prise un peu au-dessous de la section (A). A ce niveau, dans cet échantillon, comme dans tous les échantillons grêles, la masse libéro-ligneuse montre un corps ligneux central *plein* composé de trachées courtes revêtu d'une couche continue d'éléments libériens courts. D représente ce diaphragme plein.

(C). — Section prise un peu au-dessous de la section (B). A ce niveau les trois diaphragmes de la partie supérieure du corps de la pousse sont reconnaissables. Le centre de la masse libéro-ligneuse est occupée à ce niveau par des éléments libériens.

Les deux sections (B) et (C) représentent la région homologue de la section représentée figure 96.

Fig. 99.

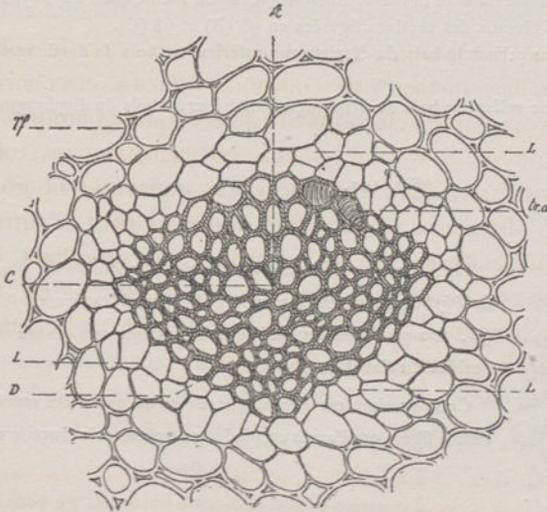


Fig. 99. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* à pédoncule grêle bien régulier. La section a été pratiquée au niveau de la figure 98 (B).

Fig. 100.

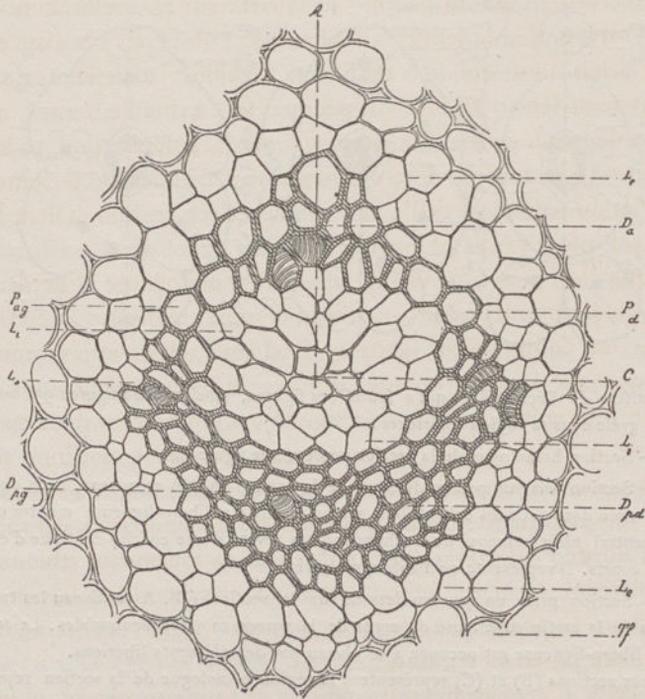


Fig. 100. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse du même pied de *Phylloglossum* pratiquée entre les niveaux des sections figurées en 98 (B) et 98 (C).

Pd. Pont diaphragmatique reliant le bois du diaphragme antérieur au bois du diaphragme postérieur droit.

Pg. Pont diaphragmatique reliant le bois du diaphragme antérieur au bois du diaphragme postérieur gauche.

Fig. 101.

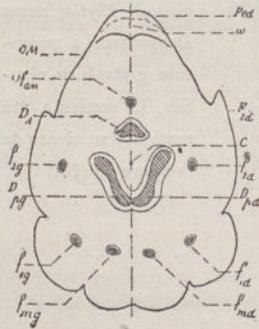


Fig. 101. — Section transversale d'ensemble du pied de *Phylloglossum Drummondii* qui a fourni les figures 98, 99, 100 pratiquée immédiatement au-dessus du niveau de l'orifice du Canal de Braun.

Cette section est homologue de celle qui a été représentée figure 97 d'après un pied à gros pédoncule fructifère.

Exceptionnellement l'arc diaphragmatique antérieur par lequel la masse libéro-ligneuse du pédoncule s'insère sur le diaphragme basilaire de l'Organe de Mettenius fait défaut. J'ai observé cette disposition dans un échantillon qui présentait une atrophie partielle de la base de la génératrice antérieure du pédoncule, en même temps qu'un accroissement tangentiel exagéré de ses segments longitudinaux postérieurs. Les cordons libéro-ligneux des frondes postérieures du premier et du second verticille de l'épi de cet échantillon étaient libres dès le tiers inférieur du pédoncule.

Lorsque la masse libéro-ligneuse du pédoncule fructifère se termine inférieurement par un anneau diaphragmatique, la couronne ligneuse est composée de grosses trachées polyédriques, courtes, aussi larges que les plus grandes cellules du tissu fondamental. Vers sa partie inférieure la couronne ligneuse s'amincit en deux points, et en même temps elle se montre tapissée à l'intérieur d'une mince couronne libérienne continue. Cette assise libérienne épaisit rapidement à mesure qu'on descend. Le centre de la section est occupé par des fibres primitives peu nombreuses recloisonnées qui passent insensiblement au tissu fondamental sous-jacent. Plus bas la couronne libéro-ligneuse s'ouvre en deux arcs inégaux, l'un antérieur petit, l'autre postérieur grand.

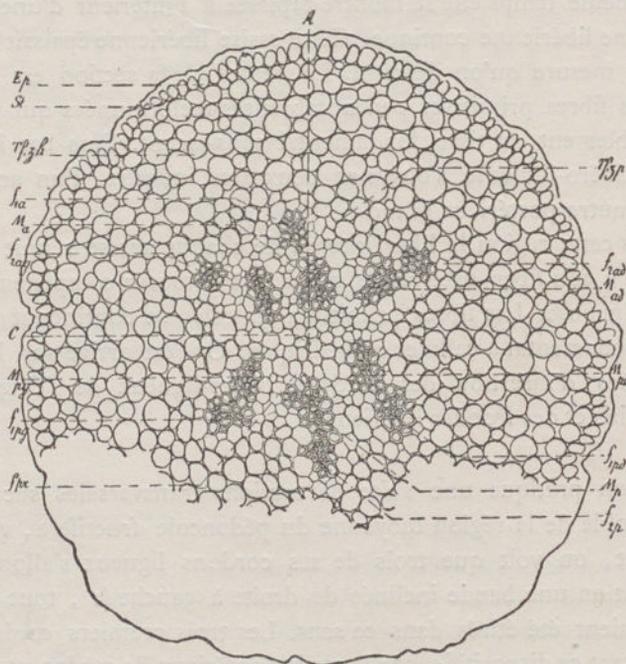
Dans cette région le liber interne de chaque arc se réunit latéralement à son liber externe de manière à entourer complètement sa lame ligneuse. Les fibres primitives centrales se continuent par du tissu fondamental à cellules polyédriques. On est arrivé sur les diaphragmes d'insertion des cordons libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius et des frondes inférieures.

Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble de la région moyenne du pédoncule fructifère, vers son sommet, on voit que trois de ses cordons ligneux s'allongent et s'étalent en une bande inclinée de droite à gauche (1), tout comme s'ils avaient été étirés dans ce sens. Les trois premiers cordons qui présentent ce dispositif sont : le cordon antérieur, le cordon postérieur gauche et le cordon postérieur droit. Plus haut, les trois autres cordons ligneux s'étalent de la même manière. En s'élevant, la région

(1) La partie gauche étant la plus extérieure.

gauche de chaque bande ligneuse s'isole en un lobe qui s'écarte du centre de figure et se caractérise comme cordon sortant, alors que la partie restante est réduite à un lobe très petit plus rapproché du centre de figure C. A ce niveau la section transversale montre douze cordons ligneux : six plus intérieurs, plus grêles . souvent coalescents entre eux , isolés du centre par des fibres primitives lorsque l'épi est très gros , plus rarement tous coalescents en un axe ligneux plein (1). Les six autres cordons ligneux sont plus extérieurs. Trois sont déjà complètement libres ou forment de fortes saillies sur le contour de la masse libéro-ligneuse. Ce sont les trois cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du premier verticille. Les trois autres cordons extérieurs déterminent de moindres saillies du contour de la masse libéro-ligneuse , ce sont les cordons sortant dans les frondes du second verticille de l'épi.

Fig 102.



(1) Le noyau central est occupé par des fibres primitives lorsque le pédoncule est gros et l'épi court tout en ayant de nombreux verticilles (5 au moins et souvent 6). Lorsque l'axe de l'épi est plus grêle, ce sont des cellules libériennes qui forment ce noyau central. Lorsqu'il y a de grandes irrégularités dans le développement des parties en même temps qu'un pédoncule grêle , les six masses ligneuses internes sont plus ou moins coalescentes. Dans les cas de grande condensation toutes ces masses sont coalescentes en un axe plein.

Fig. 102. — Section transversale d'ensemble du pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée vers le  $\frac{1}{8}$  supérieur de ce pédoncule c'est-à-dire vers le niveau où commence l'émergence des cordons libéro-ligneux des frondes sporangifères des deux premiers verticilles de l'épi.

f<sub>1a</sub>. Cordon libéro ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>a</sub>. et sortant dans la fronde antérieure du premier verticille de l'Épi.

f<sub>1pg</sub>. Cordon libéro-ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>pg</sub> et sortant dans la fronde postérieure gauche du premier verticille de l'Épi.

f<sub>1pd</sub>. Cordon libéro-ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>pd</sub>. et sortant dans la fronde postérieure droite du premier verticille de l'Épi.

f<sub>2ag</sub>. Cordon libéro-ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>ag</sub> et sortant dans la fronde antérieure gauche du deuxième verticille de l'Épi. Ce cordon libéro-ligneux dans l'échantillon figuré était indépendant de très bonne heure. Il ne sortait néanmoins que dans la fronde antérieure gauche du second verticille.

f<sub>2ad</sub>. Cordon libéro-ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>ad</sub> et sortant dans la fronde antérieure droite du deuxième verticille de l'Épi.

f<sub>2p</sub>. Cordon libéro-ligneux émané de la gauche de la masse M<sub>p</sub>. et sortant dans la fronde postérieure du deuxième verticille de l'Épi.

Fig. 103.

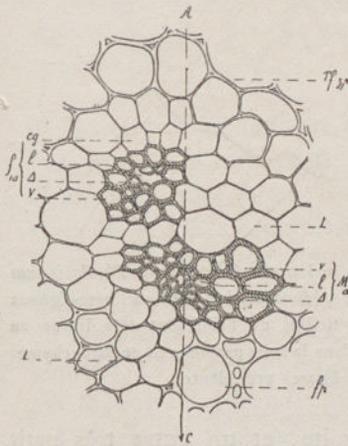


Fig. 103. — Section transversale de la masse ligneuse antérieure M<sub>a</sub> d'un autre pédoncule de *Phylloglossum* pratiquée au niveau où cette masse vient d'émettre le cordon ligneux de la fronde antérieure du premier verticille de l'Épi.

f<sub>1a</sub>. Masse ligneuse du cordon libéro-ligneux sortant dans la fronde f<sub>1a</sub>. Δ, ses trachées initiales dissociées et laissant entre elles une lacune L. V. Grandes trachées entourant les trachées initiales.

M<sub>a</sub>. Masse ligneuse antérieure du pédoncule fructifère. Δ, ses trachées initiales dissociées qui laissent entre elles une lacune très étroite L. V. Trachées plus grosses qui entourent les trachées initiales.

L. Liber de la masse libéro-ligneuse du pédoncule.

fp. Fibres primitives centrales de cette masse.

Plus haut, les six cordons ligneux extérieurs s'isolent, chacun entraîne avec lui le liber qui l'entoure et qui lui forme un revêtement complet. En même temps les six masses ligneuses intérieures s'écartent du centre de figure de l'axe et s'étalent en lames inclinées, cette fois de gauche à droite, la partie droite étant la plus extérieure. Bientôt après, les six lames ligneuses s'isolent les unes des autres avec le liber qui les entoure, puis chacune d'elles se partage en deux cor-

Fig. 104.

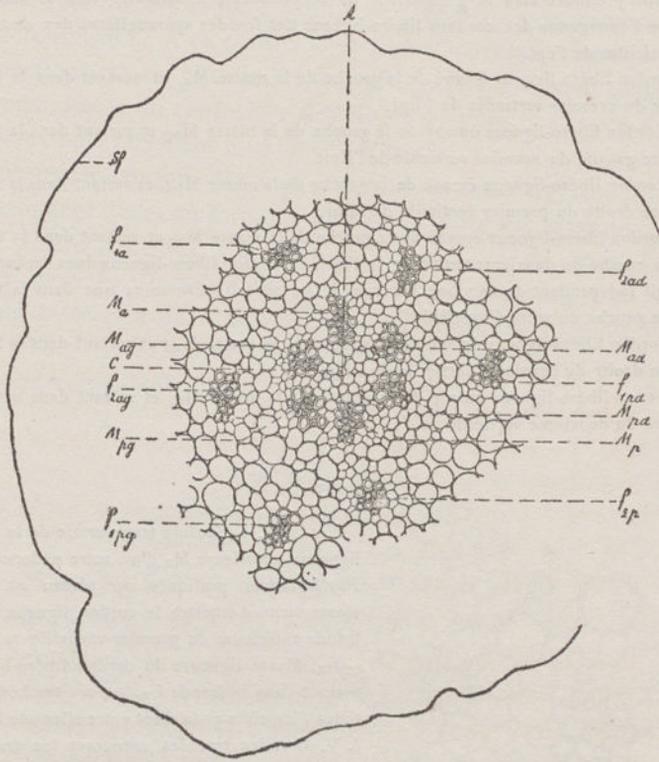


Fig. 104. — Section transversale d'ensemble du pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée au  $\frac{1}{4}$  ou au  $\frac{1}{5}$  supérieur de ce pédoncule. Les cordons libéro-ligneux émergeant dans les frondes des deux premiers verticilles de l'Épi sont déjà libres au milieu du parenchyme fondamental. Ils sont encore dans la zone profonde de ce parenchyme.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

dons : un plus gros extérieur situé à droite, et un autre très petit plus intérieur. De ces douze cordons six plus externes sortent dans les frondes du troisième et du quatrième verticilles de l'épi. Ceux qui vont dans les frondes du verticille *trois* sont donnés par la masse ligneuse antérieure, par la masse postérieure gauche et par la masse postérieure droite. Ceux du verticille *quatre* sont donnés par les masses ligneuses  $M_p$ ,  $M_{ad}$ ,  $M_{ag}$ . Les six cordons libéro-ligneux restants, réduits parfois à de simples traces procambiales, sortent alors. Trois pénètrent dans les pièces du cinquième verticille. Les

Fig. 105.

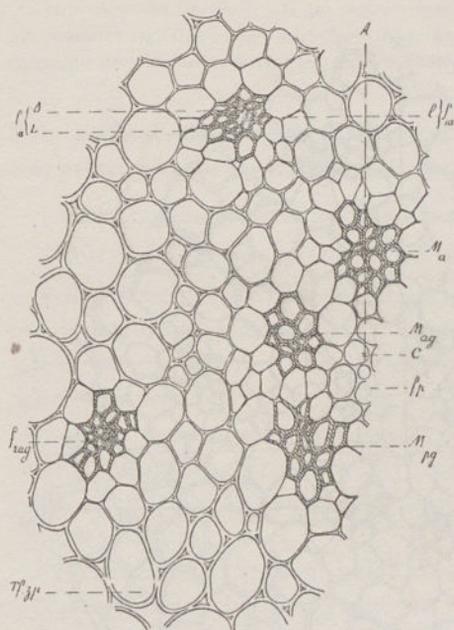


Fig. 105. — Portion de la section transversale d'ensemble de la masse libéro-ligneuse du pédoncule fructifère du *Phylloglossum Drummondii* pratiquée au même niveau que la section 104, mais dans un autre pédoncule.

Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

CA. Ligne de symétrie antéro-postérieure du pédoncule fructifère.

trois derniers se rendent dans les frondes du sixième verticille. Les cordons sortant dans les frondes du cinquième verticille sont directement superposés aux cordons sortant dans les frondes du verticille 1. Les six derniers cordons ne sont pas toujours visibles. Ils ne sont que très difficilement reconnaissables lorsque les deux derniers verticilles sont très atrophiés. L'axe s'épuise entre les frondes du cinquième et du sixième verticilles sans former de région apicale bombée. Le sommet du pédoncule développé est une vallée formée par les bases des frondes des derniers verticilles (1).

On conçoit sans peine qu'il doit y avoir très souvent de légères irrégularités dans l'ordre des sorties de ces dix-huit cordons libéro-ligneux émergents, car bien qu'on soit dans une région produite à une phase régulière du point de végétation de la plante, la durée de cette phase est si courte, le nombre des appendices produits est si restreint, que le système ne peut s'équilibrer que très imparfaitement.

(1) Ce n'est là qu'un état final du point de végétation qui était bombé pendant toute la période de formation de l'épi.

Fig. 106.

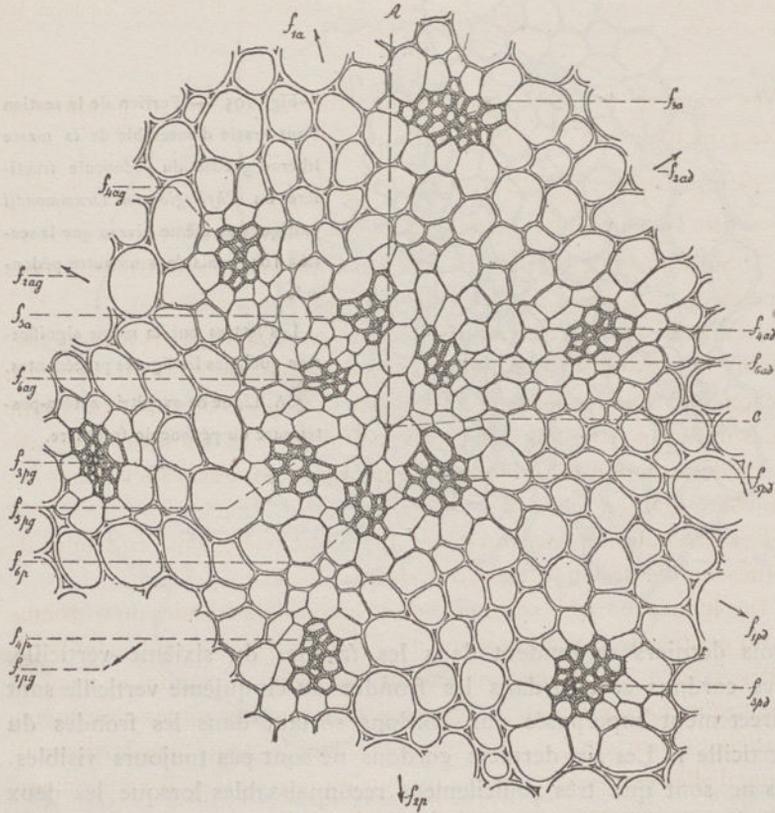


Fig 106. — Région centrale de la section transversale du pédoncule de *Phylloglossum Drummondii*, pratiquée au niveau d'émergence des frondes des deux premiers verticilles de l'Épi.

$f_3$ . Cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du troisième verticille de l'Épi.

$f_{3a}$ ,  $f_{3pg}$ ,  $f_{3pd}$  se rendent dans les frondes de ce troisième verticille qui portent respectivement les mêmes notations.

$f_4$ . Cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du quatrième verticille de l'Épi.

$f_{4ag}$ ,  $f_{4ad}$ ,  $f_{4p}$  se rendent dans les frondes du quatrième verticille qui portent respectivement les mêmes notations.

$f_5$ . Cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du cinquième verticille de l'Épi.

$f_{5a}$ ,  $f_{5pd}$ ,  $f_{5pg}$  se rendent dans les frondes du cinquième verticille qui portent respectivement les mêmes notations.

$f_6$ . Cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du sixième verticille de l'Épi.

$f_{6p}$ ,  $f_{6ad}$ ,  $f_{6ag}$  se rendent dans les frondes du sixième verticille qui portent respectivement les mêmes notations.

Les cordons  $f_5$ ,  $f_6$  sont encore placés sur le même cercle autour du centre de figure C.  
Les cordons des frondes  $f_1$ ,  $f_2$  qui vont émerger sont indiqués par les flèches qui portent les notations  $f_{1a}$ ,  $f_{1pd}$ ,  $f_{1pg}$ ,  $f_{2p}$ ,  $f_{2ad}$ ,  $f_{2ag}$ . Les directions des flèches indiquent les directions dans lesquelles sortent ces cordons libéro-ligneux.

Très souvent, des variations d'une certaine étendue se produisent. Les principales de ces irrégularités portent :

- 1° Sur l'isolement hâtif de certaines pièces ;
- 2° Sur la coalescence prolongée de ces mêmes pièces ;
- 3° Sur l'atrophie partielle de certains segments longitudinaux, alors que les segments voisins s'hypertrophient tangentiellement.

Les deux premières irrégularités correspondent à des chevauchements des frondes sporangifères vers le bas ou vers le haut du pédoncule. La troisième correspond à l'atrophie partielle ou totale de frondes sporangifères et à l'hypertrophie des frondes restantes. Cette déformation est toujours accompagnée d'un chevauchement des frondes restantes.

Ces irrégularités ne sont point choses nouvelles ; on en trouve de toutes semblables chez les Lycopodes. (1)

Dès le niveau où les cordons libéro-ligneux des frondes du troisième et du quatrième verticilles s'isolent, les cordons des frondes des verticilles 1 et 2 s'écartent rapidement de l'axe de figure de l'épi et pénètrent chacun dans leur fronde respective. Les pièces d'un même verticille ne sortent pas rigoureusement dans le même plan horizontal ; l'une d'elles est souvent en avance sur les deux autres. Il arrive même que la première pièce du second verticille est insérée plus bas que la troisième fronde du premier. Je le répète, on trouve des irrégularités toutes semblables chez les Lycopodes, lorsqu'on en examine un grand nombre d'échantillons.

En résumé, tandis que vers sa partie inférieure la masse libéro-ligneuse du pédoncule fructifère de *Phylloglossum* aboutit à une masse diaphragmatique qui nous la montre comme une pièce nouvelle insérée sur quelque chose d'antérieur, de soumis à d'autres

(1) Ces irrégularités dans la distribution des frondes des Lycopodes donnent ces dispositions en hélice de cycles singuliers, dont les principaux sont  $\frac{2}{9}$ ,  $\frac{2}{11}$ . Ce sont ces cycles singuliers qui ont fait abandonner autrefois les Règles phyllotaxiques de Schimper et de Braun.

lois ; vers la partie supérieure, chacun des cordons constituant cette masse se ramifie en émettant successivement à gauche, puis à droite, des lobes plus ou moins importants qui s'isolent et se rendent dans les frondes de l'épi. Naturellement dans un système à la fois si complexe et si voisin de sa terminaison supérieure, les irrégularités ne sont pas rares. Il importe de ne pas perdre de vue cette circonstance spéciale dans l'étude d'un tel système.

Cette étude de la distribution des cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes de l'épi complète et confirme la description morphologique que j'en ai donnée. On voit en particulier, 1<sup>o</sup> Que le cordon sortant dans la fronde antérieure du premier verticille de l'épi est un peu à gauche de la génératrice antérieure A, et par suite qu'il est en dehors du plan de symétrie antéro-postérieur. 2<sup>o</sup> Que les autres émergences se font également en dehors des trois surfaces de symétrie. 3<sup>o</sup> Que les pièces du verticille 5 sont la répétition des pièces du verticille 1. 4<sup>o</sup> Que la divergence des pièces des verticilles 2 et 3, 4 et 5 présente trois grands angles alternant avec trois angles plus petits. Les petits angles des frondes  $f_2$   $f_3$  correspondant aux grands angles des frondes  $f_4$   $f_5$  et réciproquement. 5<sup>o</sup> Qu'il y a sensiblement alternance régulière entre les frondes  $f_1$  et  $f_2$ ,  $f_3$  et  $f_4$ .

Pour compléter cette description de la partie supérieure du pédoncule, il me suffit de faire connaître les tissus d'une section transversale d'ensemble pratiquée au  $1/4$  ou au  $1/5$  supérieur du pédoncule.

L'épiderme et la masse du tissu fondamental sont encore tels à ce niveau que sur la section moyenne du pédoncule. Le centre de la section est occupé par une masse libéro-ligneuse grêle qui présente six lames ligneuses minces, étalées vers la droite. Ces six lames sont isolées ou coalescentes, elles sont entourées d'une nappe continue de cellules grillagées. A la périphérie de cette masse libéro-ligneuse on trouve six groupes libéro-ligneux, trois plus extérieurs libres, trois plus intérieurs, tantôt libres, tantôt partiellement coalescents par leur liber avec la masse libéro-ligneuse centrale. Ces cordons sortants ne comprennent que des trachées au nombre de 7 à 20. Les plus grêles de ces trachées sont au centre du bois. Il n'y a de trachées nettement initiales que dans les plus gros cordons. Les trachées sont directement revêtues par un à deux rangs de cellules grillagées. Chacun de ces cordons sortants, pris isolément, a donc la

structure d'un faisceau indéterminé. Il conserve cette même structure jusqu'à son entrée dans la fronde sporangifère,

Plus haut, la section d'ensemble du pédoncule montre une pièce centrale, l'axe de l'épi, revêtue d'émergences qui sont les frondes. Ces émergences ne laissent libre aucune partie de la surface de l'axe. Dans le tissu fondamental, on voit des cordons libéro-ligneux indéterminés d'autant plus grêles qu'ils sont plus intérieurs. Dans les épis réguliers, on voit que ces cordons émergent successivement trois par trois dans l'ordre qui a été indiqué. Dans l'épi, les éléments épidermiques sont courts. les éléments du tissu fondamental sont globuleux, largement dissociés.

Il ressort nettement de cette description que l'épi est la continuation directe du pédoncule et que le pédoncule est produit par l'accroissement intercalaire de la région comprise entre le premier verticille des frondes de l'épi et la base du pédoncule.

Fig. 107.

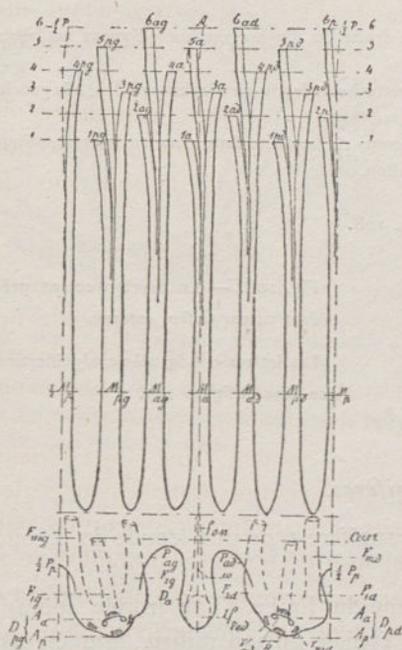


Fig. 107. — Développement de la masse ligneuse de l'axe d'un pied de *Phylloglossum Drummondii* supposée fendue le long de sa génératrice postérieure, puis étalée sur le plan tangent à sa génératrice A.

M. Groupes ligneux de la masse libéro-ligneuse du pédoncule.

Ma. Masse antérieure.

Mp. Masse postérieure.

Mad. Masse antérieure droite.

Mpd. Masse postérieure droite.

Mag. Masse antérieure gauche.

Mpg. Masse postérieure gauche.

1. Groupes ligneux des cordons libéro-ligneux émergeant dans les frondes du premier verticille de l'Epi.

De même 2, 3, 4, 5, 6 sont les groupes ligneux des cordons libéro-ligneux émergeant dans les frondes sporangifères du second, du troisième, du quatrième, du cinquième et du sixième verticille de l'Epi.

1a. Cordon sortant dans la fronde

f<sub>1a</sub>. 1pg, Cordon sortant dans la fronde

f<sub>1pg</sub>. 1pd, Cordon sortant dans la fronde f<sub>1pd</sub>. Par analogie les autres notations sont faciles

à comprendre; chacune d'elles est l'indice de la fronde sporangifère dans laquelle émerge le cordon ligneux qu'elle désigne.

1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6. Niveaux d'émergence des cordons libéro-ligneux sortant dans les frondes du premier, du second, du troisième, . . . . . verticille de l'Epi.

D<sub>pg</sub>. Diaphragme libéro-ligneux postérieur gauche du corps de la pousse. A<sub>a</sub>. Arc ligneux antérieur de ce diaphragme. A<sub>p</sub>. Arc ligneux postérieur de ce diaphragme. On a figuré par des hachures l'insertion des masses ligneuses des racines r<sub>ag</sub>, r<sub>ad</sub>, R<sub>g</sub> sur le bord inférieur de ces arcs.

D<sub>pd</sub>. Diaphragme libéro-ligneux postérieur droit du corps de la pousse. A<sub>a</sub>. Arc ligneux antérieur, A<sub>p</sub>. Arc ligneux postérieur de ce diaphragme.

R<sub>d</sub>. Insertions de la masse libéro-ligneuse de la grosse racine droite qui correspond à la fronde inférieure externe F<sub>1d</sub>.

r<sub>ad</sub>. Insertion de la masse libéro-ligneuse de la racine grêle qui correspond à la fronde F<sub>2d</sub>.

r<sub>md</sub>. Insertion de la masse libéro-ligneuse de la racine grêle qui correspond à la fronde F<sub>md</sub>.

D. Diaphragme antérieur du corps de la pousse.

F<sub>1g</sub>. Cordon ligneux de la fronde inférieure externe F<sub>1g</sub>.

F<sub>mg</sub>. Cordon ligneux de la fronde inférieure médiane gauche F<sub>mg</sub>.

F<sub>2g</sub>. Cordon ligneux de la fronde inférieure antérieure gauche F<sub>2g</sub>.

De même F<sub>1d</sub>, F<sub>md</sub>, F<sub>2d</sub>, sont les cordons ligneux sortant dans les frondes inférieures F<sub>1d</sub>, F<sub>md</sub>, F<sub>2d</sub>.

f<sub>om</sub>. Cordon ligneux émergeant dans l'Organe de Mettenius.

I f<sub>ped</sub>. Insertion du cordon ligneux du pédicelle du nouveau tubercule.

P<sub>ag</sub>. Pont diaphragmatique qui rattache la gauche du diaphragme libéro-ligneux antérieur à la droite du diaphragme postérieur gauche.

P<sub>ad</sub>. Pont diaphragmatique qui rattache la droite du diaphragme libéro-ligneux antérieur à la gauche du diaphragme postérieur droit.

P<sub>p</sub>. Pont diaphragmatique postérieur qui rattache la droite du diaphragme D<sub>pd</sub> à la gauche du diaphragme D<sub>pg</sub>.

Cour. Région où la masse ligneuse du corps de la plante forme une couronne continue pleine ou creuse selon le calibre de l'échantillon.

Fig. 108.

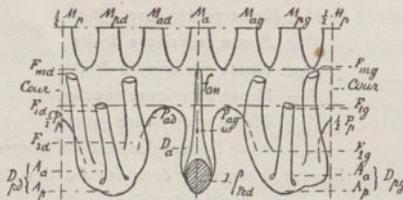


Fig. 108. — Le développement précédent vu par sa face externe.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 107.

## 2. Anatomie des frondes sporangifères.

Je prendrai comme fronde sporangifère type une fronde du second verticille.

La section transversale moyenne du limbe d'une fronde sporangifère est une lame triangulaire épaisse en son milieu, amincie sur ses bords, à face externe fortement bombée en dehors à face interne

légèrement concave (1). L'ensemble de cette section est symétrique par rapport à une seule droite et on sait par ce qui précède que cette droite ne coïncide pas exactement avec les traces des surfaces de symétrie du pédoncule (2) Cette section transversale montre :

- 1° Une masse libéro-ligneuse très petite indéterminée c'est-à-dire à trachées initiales centrales (3).
- 2° Une masse de tissu fondamental primaire à grands éléments.
- 3° Une assise épidermique interne.
- 4° Une assise épidermique externe.

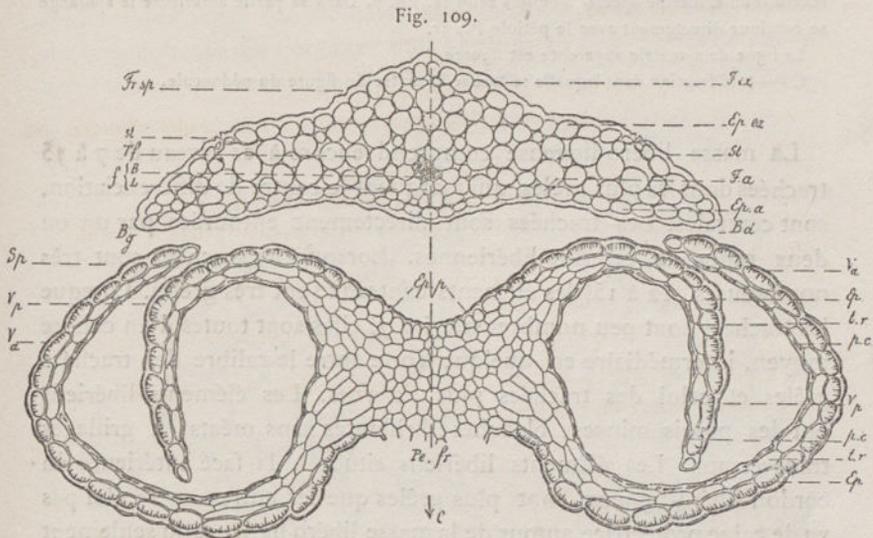


Fig. 109. — Section transversale d'ensemble d'une fronde sporangifère de *Phylloglossum Drummondii* pratiquée vers le bas de son limbe. Cette section rencontre la base du sporange que portait le pétiole de cette fronde.

Fr. sp. Section transversale du limbe de la fronde sporangifère.

F. ex. Face externe du limbe.

(1) La partie moyenne de la face antérieure du limbe est bombée en dehors dans le tiers inférieur de cet organe.

(2) Le symbole  $\rightarrow$  C représenté sur les figures de la fronde sporangifère n'indique donc qu'approximativement la direction dans laquelle se trouve le centre de figure du pédoncule. — Voir *Definitions des Membres des Plantes vasculaires. Archives Botaniques*, T. 1, p. 5.

(3) Exceptionnellement les trachées initiales sont excentriques. Elles sont alors plus rapprochées de la face interne du limbe que de sa face externe.

Convient-il d'attribuer à la masse libéro-ligneuse de ces frondes la valeur d'un faisceau entier ? Je ne le crois pas.

- Ep. ex. Epiderme externe. St. Stomate.  
Tf. Tissu fondamental.  
f. Cordon libéro-ligneux. B. Bois. L. Liber.  
Ep. a. Epiderme antérieur.  
Bd. Bord droit. Bg. Bord gauche.  
Sp. Section transversale du sporange.  
Vp. Valve postérieure du sporange (1).  
Va. Valve antérieure.  
Ep. Epiderme.  
t r. Tissu de revêtement.  
p c. Parenchyme corné.

La section rencontrant le sporange au niveau de son insertion, ce sporange par suite de sa courbure en rein paraît biloculaire. Dans sa partie postérieure médiane, le sporange est revêtu d'un épiderme spécial à petites cellules. Ep. p. Dans sa partie antérieure le sporange se continue directement avec le pétiole Pe. fr.

La ligne de symétrie apparente est figurée.

C —> Direction dans laquelle se trouve le centre de figure du pédoncule.

La masse libéro-ligneuse comprend encore à ce niveau de 7 à 15 trachées dont les plus grêles, qui marquent le centre de différenciation, sont centrales. Les trachées sont directement entourées par un ou deux rangs de cellules libériennes. Lorsque les trachées sont très nombreuses (12 à 15) les éléments centraux sont très grêles. Lorsque les trachées sont peu nombreuses, 5 à 7, elles sont toutes d'un calibre moyen, intermédiaire en quelque sorte entre le calibre des trachées grêles et celui des trachées plus externes. Les éléments libériens ont des parois minces, blanches, brillantes sans méats, à grillages transversaux. Les éléments libériens situés à la face antérieure du cordon libéro-ligneux sont plus grêles que les autres — Je n'ai pas vu de gaine protectrice autour de la masse libéro-ligneuse ou seulement sur son bord externe.

Le tissu fondamental est composé de grandes cellules fortement dissociées, à section transversale circulaire, ornées sur leurs faces de contact de larges ponctuations réticulées semblables à celles que j'ai signalées dans le tissu fondamental du pédoncule fructifère. Les méats de ce parenchyme, en se réunissant, forment de grandes lacunes qui s'étendent d'une face à l'autre du limbe, ou qui s'étendent du cordon libéro-ligneux à la face postérieure (2). Il n'y a qu'un rang de

(1) Sur ce sporange, la ligne de déhiscence descendait très bas.

(2) La circulation de l'air dans cette région de la plante est donc très facile.

tissu fondamental entre le cordon libéro-ligneux et la face antérieure du limbe, parfois même cette assise fait défaut et le liber du faisceau est contigu à l'épiderme (1). Les éléments du tissu fondamental du limbe contigus aux bords de la fronde sont souvent allongés vers ces bords. D'autres fois, une grande lacune isole la masse du tissu fondamental de l'épiderme marginal.

L'épiderme externe du limbe consiste en grandes cellules tabulaires toutes semblables, à paroi externe un peu épaissie, bombée extérieurement, à section transversale carrée, à section radiale rectangulaire allongée. Les parois radiales sont légèrement ondulées. Cette assise épidermique porte des stomates semblables à ceux que j'ai décrits sur le pédoncule. Ces organes sont localisés en deux sortes de bandes situées de part et d'autre de la carène moyenne de cette face.

Fig. 110.

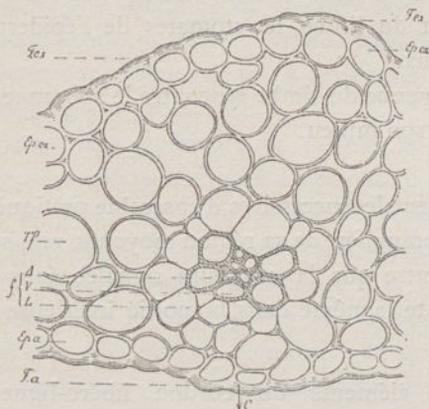


Fig. 111.

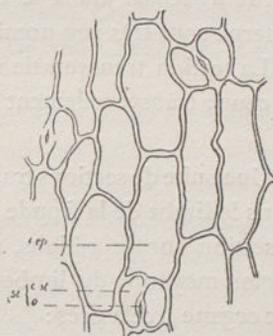


Fig. 110. — Section transversale de la nervure d'une fronde sporangifère du second verticille de l'Epi de *Phylloglossum Drummondii*.

Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

f. section du cordon libéro-ligneux.  $\Delta$  Trachées initiales. V. Grosses trachées périphériques. L. Liber.

Fig. 111. — Epiderme de la face externe du limbe d'une fronde sporangifère du second verticille de l'Epi de *Phylloglossum Drummondii* vu de face.

c. ep. Cellule épidermique ordinaire.

st. Stomate o. Ostiole, c. st. Cellule stomatique.

(1) Comme les cellules du tissu fondamental du pédoncule fructifère, les cellules du tissu fondamental du limbe contiennent de la chlorophylle. Elles ne renferment ni amidon ni cristaux.

L'épiderme de la face antérieure est formé de cellules semblables aux cellules épidermiques postérieures mais plus étroites. L'épiderme antérieur ne porte pas habituellement de stomates.

Quand on s'élève de la région moyenne du limbe de la fronde sporangifère vers son sommet, la fronde conserve la même structure, à cela près que le nombre des éléments de sa masse libéro-ligneuse et de son tissu fondamental diminue. Vers le haut du limbe, le cordon vasculaire n'a plus que cinq trachées toutes semblables et de moyen calibre. Le liber qui entoure ces trachées est très difficilement délimitable du tissu fondamental. A ce niveau, ses éléments sont courts, polyédriques et les plaques grillagées sont très difficiles à reconnaître.

Je crois cependant que comme dans toutes les terminaisons de même genre, le liber forme un dôme continu au milieu duquel s'éteint la corde ligneuse. Dans le haut du limbe, les stomates de l'épiderme externe sont très peu nombreux.

La section transversale moyenne du limbe rencontre le sporange et le coupe transversalement en son milieu.

Une suite de sections transversales successives d'ensemble pratiquées dans le limbe de la fronde sporangifère de sa région moyenne vers son insertion sur le pétiole, montre que la structure signalée dans la région moyenne du limbe reste la même dans la moitié inférieure de cet organe à cela près :

1° Que le nombre des éléments du cordon libéro-ligneux augmente.

2° Que les trachées initiales grêles forment nettement un groupe central, au milieu des trachées voisines.

3° Que la masse du tissu fondamental grandit surtout dans la région postérieure du limbe.

4° Que l'épiderme interne, d'abord en arc concave, présente maintenant un bombement médian séparé du cordon vasculaire par une ou deux rangées d'éléments de tissu fondamental.

5° Que les éléments épidermiques de la face interne diminuent de diamètre et en même temps se raccourcissent, de telle sorte qu'à la

base du limbe, au point où ils vont se réfléchir sur le sporange, ils sont à peu près isodiamétriques (1).

On reconnaît ainsi que le talon médian du limbe n'est qu'une hypertrophie parenchymateuse dans laquelle le cordon ligneux s'infléchit légèrement.

*La section transversale moyenne du pétiole coupe le sporange longitudinalement et parallèlement à ses valves.* Cette section montre : Une lame mince courbée en forme de rein, généralement ouverte sur sa convexité supérieure et bourrée de spores encore groupées quatre par quatre. Au milieu de la face concave de ce rein qui n'est autre chose qu'un sporange, on voit la section du pétiole sous la forme d'une lame à contour circulaire ayant un cordon libéro-ligneux unique plus rapproché de sa face supérieure.

A ce niveau, la masseléro-ligneuse, plus épaisse que dans le limbe, présente une vingtaine de trachées dont les centrales sont très grêles et nettement caractérisées comme trachées initiales. Ces trachées sont directement revêtues de un à deux rangs d'éléments libériens. Il n'y a pas de gaine protectrice.

Vers la face supérieure du pétiole, le liber de la masse est contigu à un tissu spécial composé d'éléments polyédriques aplatis ou isodiamétriques et dont la disposition rappelle un tissu subéreux comme si la plante isolait le sporange de son support par une nappe de liège, ou mieux encore, comme si la masse et la base du sporange n'étaient ici comme chez les Lycopodes et les Sélaginelles qu'une production subéreuse. Ce tissu est recouvert par une lame de parenchyme corné qui représente une partie des tissus des parois de la glande, écrasés pendant le développement de son épithélium sécréteur, épithélium dont les éléments dissociés sont les spores. Les spores sont donc développées en plein tissu subéreux comme c'est le cas ordinaire (2).

(1) La figure 82 D qui représente le profil d'ensemble d'une section radiale d'une fronde fructifère montre que la transversalité des coupes successives du limbe dans sa région basilaire ne s'obtient qu'en inclinant de plus en plus la direction des sections à partir du quart inférieur du limbe, de manière à opérer une rotation de 90°. De sorte qu'après avoir franchi cette région les sections transversales sont données non plus par des plans horizontaux mais par des plans verticaux perpendiculaires à la direction du cordon ligneux.

Dans les frondes du verticille 1 qui sont sessiles, décurrentes, et dont le talon est peu accusé l'inclinaison à donner aux sections transversales successives dans la traversée de cette région infléchie est très faible.

(2) Voyez C.-Eg. Bertrand. *Loi des Surfaces libres*. Bulletins de la Société Botanique de France. Paris 1884.

Ce tissu subéreux dans le cas particulier de *Phylloglossum* me semble s'être développé dans les cellules (1) sous-épidermiques du pétiole (2).

A la face inférieure du pétiole, le tissu fondamental est formé d'éléments prismatiques dissociés allongés dans le sens du pétiole.

L'épiderme du pétiole est formé de cellules tabulaires étroites, allongées. Cette lame couvre la face inférieure et les bords du pétiole, elle s'avance sur la face supérieure jusqu'à l'insertion du sporange puis se réfléchit et se continue avec l'épiderme du sporange dont les éléments sont ici coupés perpendiculairement à leur grande dimension. En section, les cellules épidermiques du sporange paraissent irrégulières, les unes étant très petites, les autres plus grandes. Cette irrégularité n'est qu'apparente. On s'en rend compte en regardant ces cellules de face ; leurs parois normales sont fortement ondulées et fortement épaissies, elles sont peu hautes, tabulaires, très allongées horizontalement. La paroi externe bombée de ces cellules épidermiques est aussi très épaisse. Cet épiderme est tapissé sur toute sa surface d'une rangée de grandes cellules isodiamétriques aplaties à parois blanches, brillantes, légèrement collenchymateuse. Cette couche de revêtement est couverte intérieurement par une lame de parenchyme corné, qui est le prolongement de la lame cornée que j'ai signalée au-dessus du disque d'attache du sporange au pétiole.

Les sections transversales successives du pétiole montrent que cet organe conserve sensiblement la même structure dans toute son étendue. Sa masse libéro-ligneuse, cheminant sans forte inflexion, pénètre en descendant dans l'axe de l'épi et se rapproche de son centre de figure. Du côté du limbe, le faisceau reste contigu à la face antérieure du limbe (3). Le tissu fondamental du pétiole passe d'une part au tissu fondamental de l'axe de l'épi et d'autre part, au tissu fondamental très lacuneux du limbe. L'épiderme de la face externe du pétiole se prolonge d'une part avec l'épiderme de l'axe de l'épi, ou

(1) Peut-être n'y a-t-il qu'une cellule initiale pour tout cet appareil. Je ne l'ai pas vue.

(2) Le sporange développé paraît donc nettement épiphyllé chez le *Phylloglossum*.

Lorsque la section a été pratiquée dans un sporange clos et qu'elle passe par la ligne de déhiscence encore intacte, l'épiderme du sporange est formé dans sa partie supérieure d'une suite de cellules isodiamétriques tabulaires à parois minces, que tapisse directement la lame cornée.

Pour obtenir des sections convenablement dirigées des sporanges encore clos, je déshydratais, après l'avoir revivifiée, une fronde sporangifère dont le sporange était intact et pas tout à fait mûr, puis je montais l'objet dans de la gomme arabique non cassante.

(3) Parfois cependant il s'infléchit nettement dans le talon du limbe comme cela arrive dans les écailles fructifères de quelques *Lépidodendrons*.

plus exactement forme l'épiderme de l'épi, et d'autre part, se continue avec l'épiderme de la face externe du limbe.

Le limbe des frondes sporangifères du verticille 1 a la même structure que celui des frondes du 2<sup>e</sup> et du 3<sup>e</sup> verticilles. Le cordon libéro-ligneux pénètre directement du limbe dans le pédoncule de l'épi. Le tissu fondamental du limbe se poursuit directement avec la région superficielle du tissu fondamental du pédoncule. L'épiderme externe se continue avec l'épiderme du pédoncule. L'épiderme interne se réfléchit sur le sporange et se prolonge de chaque côté avec l'épiderme de l'axe de l'épi. Au niveau de l'insertion du sporange qui est ici inséré à l'aisselle du limbe sessile, on trouve un disque de tissu subéreux épaissi et au-dessus le sporange avec la même organisation que les sporanges du verticille 2.

Les frondes stériles du 4<sup>e</sup> et du 5<sup>e</sup> verticilles de l'épi ont la même structure que les frondes des verticilles 2 et 3. Le pétiole est plus court ou même nul. Le sporange s'y montre arrêté à tous les stades de son développement, parfois même, il n'est plus indiqué que par un léger bombement de la face supérieure du pétiole ou de l'aisselle du limbe dû à un cloisonnement normal des cellules épidermiques. — Sur les frondes supérieures, il n'y a plus trace de sporange, les stomates font défaut. Les cordons libéro-ligneux de ces dernières frondes sont très grêles, ils sont parfois réduits à de simples traces procambiales.

L'Anatomie du sporange est donnée : 1<sup>o</sup> par l'étude de la section verticale que j'ai décrite ; 2<sup>o</sup> par l'étude de la section radiale principale ; 3<sup>o</sup> par l'étude de ses sections horizontales successives ; 4<sup>o</sup> par l'examen de ses divers tissus vus de face.

J'ai fait connaître la section verticale parallèle au limbe.

La section radiale principale du sporange ouvert (1) montre : Deux valves, l'une antérieure, convexe vers l'axe de l'épi, l'autre postérieure, convexe vers le limbe. Chaque valve est libre par son bord supérieur. Elle est fixée au pétiole par sa partie inférieure, mais tandis que la surface de la valve antérieure se réfléchit sur le pétiole et de là sur le pédoncule, la surface de la valve postérieure se réfléchit sur le limbe et se continue avec sa face antérieure. Chacune de ces valves se compose de trois couches qui sont en allant de l'extérieur à l'intérieur :

(1) Cette section est celle qui détermine dans le sporange le plan de symétrie du limbe.

1° Une assise épidermique externe composée de petites cellules à parois épaissies colorées en jaune,

2° Une assise d'un seul rang de cellules tabulaires à parois blanches, brillantes, légèrement collenchymateuses, c'est l'assise de revêtement.

3° Une assise de parenchyme corné qui tapisse toute la surface de la cavité du sporange.

La lame de revêtement se continue au niveau de l'insertion du sporange avec une masse de tissu subéreux. Elle n'est interrompue qu'au niveau de la ligne de déhiscence. La masse subéreuse par laquelle se continue inférieurement ce tissu de revêtement est composée de cellules polyédriques aplaties à parois minces sans méats. Il n'y a aucun prolongement du cordon libéro-ligneux du pétiole dans cette région subéreuse qui unit le sporange à son support, malgré le grand volume du sporange. L'épiderme est formé de cellules élargies hori-

Fig. 112.

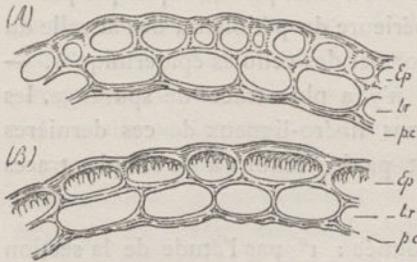


Fig. 112 (A). — Section radiale de la paroi du sporange de *Phylloglossum Drummondii* prise dans la région moyenne de la valve antérieure.

(B) — Section transversale de la paroi du même sporange prise au même point. Les lettres ont la même signification que dans la figure 110.

Fig. 113.

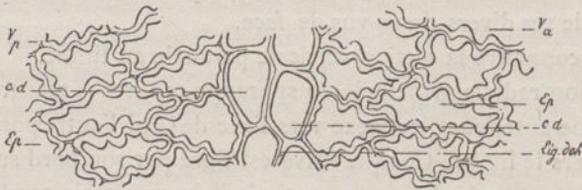


Fig. 113. — Epiderme du sporange de *Phylloglossum Drummondii*. Cette bande d'épiderme a été prélevée horizontalement vers le tiers supérieur du sporange. Elle montre bien que le grand axe des cellules épidermiques ordinaires est horizontal.

V<sub>a</sub>. Valve antérieure. Ep. Cellules épidermiques de cette valve.

V<sub>p</sub>. Valve postérieure. Ep. Cellules épidermiques de cette valve.

Lig. Deh. Ligne de déhiscence.

c, d. Cellules épidermiques qui bordent la ligne de déhiscence.

zontalement, peu hautes, à parois épaissies. L'épiderme de la valve antérieure se continue avec l'épiderme du pédoncule, l'épiderme de la valve postérieure se continue avec l'épiderme de la face antérieure du limbe. Au niveau du support du sporange, les cellules épidermiques diffèrent de ce qu'elles sont sur les valves ; dans cette région, en effet, l'épiderme est formé de petites cellules tabulaires plus hautes que larges.

Fig 114

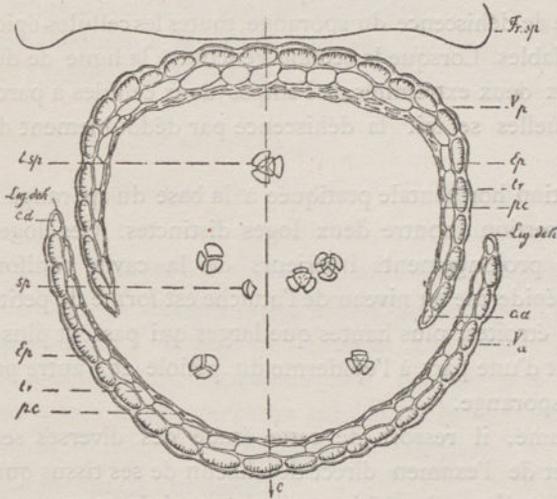


Fig 114. — Section transversale d'ensemble d'un sporange de *Phylloglossum Drummondii* prise vers le tiers supérieur de ce sporange (1).

sp. Spores. t. sp. Tétrade de spores.

Les autres lettres ont les mêmes significations que dans les figures 110 à 113.

La ligne de symétrie apparente a été indiquée.

Dans le sporange clos, l'épiderme forme une nappe continue d'une valve à l'autre. La ligne de déhiscence est indiquée au sommet de cette nappe par une double file de cellules spéciales à parois plus minces.

Une section horizontale moyenne du sporange figure une ellipse dont la paroi comprend de dehors en dedans :

- 1° Une couche de cellules épidermiques.
- 2° Une assise de revêtement d'un seul rang de cellules,
- 3° Une lame de parenchyme corné.

(1) Le sporange était ouvert, la valve postérieure s'était rabattue dans la valve antérieure.

La cavité limitée par la paroi est occupée avant la maturité par des spores groupées quatre par quatre.

Le tissu de revêtement et le parenchyme corné ne diffèrent pas en section horizontale de ce qu'ils sont en section verticale. Les cellules épidermiques au contraire, paraissent ici très grandes et très inégales, à parois épaisses ornées de raies normales à la surface libre ; ces raies ne sont autre chose que les ondulations des parois normales à la surface libre de la cellule. Lorsque la section moyenne ne rencontre pas la ligne de déhiscence du sporange, toutes les cellules épidermiques sont semblables. Lorsque la section rencontre la ligne de déhiscence, on voit aux deux extrémités de l'ellipse deux cellules à parois minces entre lesquelles se fait la déhiscence par dédoublement de la paroi commune.

Une section horizontale pratiquée à la base du sporange au niveau de son insertion montre deux loges distinctes. Ces loges sont en réalité les prolongements inférieurs de la cavité réniforme de la glande. L'épiderme au niveau de l'attache est formé de petites cellules tabulaires, étroites, plus hautes que larges qui passent plus ou moins rapidement d'une part à l'épiderme du pétiole et d'autre part à l'épiderme du sporange.

En résumé, il ressort de cette étude des diverses sections du sporange et de l'examen direct de chacun de ses tissus que, sauf au niveau de sa ligne de déhiscence, la paroi du sporange montre de dehors en dedans.

- 1° Une rangée de cellules épidermiques superficielles.
- 2° Une rangée de cellules de revêtement.
- 3° Une lame de parenchyme corné qui limite intérieurement la cavité du sporange.
- 4° Enfin dans les sporanges clos une masse de spores.

Les cellules épidermiques sont tabulaires à parois épaisses. Leur paroi externe est bombée en dehors. Leurs parois normales à la surface libre sont fortement ondulées, très épaisses, colorées en jaune. Ces cellules sont très élargies horizontalement, peu hautes. Dans les sporanges clos, la ligne de déhiscence est indiquée par deux files de cellules isodiamétriques à parois minces, lisses, rectilignes, c'est surtout sur une section horizontale qu'il est facile de distinguer ces éléments des autres cellules épidermiques.

Les cellules de revêtement sont tabulaires aussi hautes que larges, à parois lisses, blanches, brillantes, rectilignes. Cette assise n'a qu'un rang de cellule. Elle est tapissée intérieurement par une lame de parenchyme corné provenant de l'écrasement du reste de la paroi. L'assise de revêtement a la même structure dans toute son étendue, elle n'est interrompue qu'au niveau de la ligne de déhiscence où ses éléments sont dissociés. Dans la région d'insertion, l'assise de revêtement se prolonge directement avec le tissu d'attache.

Je n'ai rien à ajouter à la description que j'ai donnée des spores mûres dans l'Extérieur de la plante.

### 3. Anatomie de l'Organe de Mettenius.

La structure anatomique de l'Organe de Mettenius m'a été donnée.

1° Par l'examen de la section radiale principale de l'Organe.

2° Par l'examen de sections horizontales successives d'ensemble pratiquées du sommet à la base de l'Organe. Les premières de ces sections sont très obliques, cependant elles peuvent être utilisées, surtout si l'on a soin de les compléter par l'étude de sections dirigées transversalement au cordon libéro-ligneux de l'Organe.

3° Par l'examen direct des tissus.

La section radiale principale de l'Organe de Mettenius montre :

1° Une assise épidermique superficielle.

2° Une masse épaisse de tissu fondamental primaire.

3° Un cordon libéro-ligneux central dans la partie libre de l'organe. Ce cordon se termine en pointe libre dans sa partie supérieure. Inférieurement, il se réunit au diaphragme aquifère antérieur du corps de la pousse.

L'assise épidermique consiste en cellules tabulaires allongées, à parois minces, lisses, rectilignes. La paroi externe de ces cellules est un peu plus épaisse que leurs autres parois, elle est aussi bombée en dehors. L'assise cuticulaire est finement granuleuse. Cet épiderme ne porte ni poils, ni stomates; ses parois normales à la surface ne portent aucune trace de cadres d'épaississement. Au sommet de l'Organe, la longueur des cellules épidermiques est moindre qu'ailleurs et on reconnaît facilement en ce point un cône végétatif éteint. Cette assise épidermique se continue directement d'une part avec l'épiderme du

pédoncule fructifère, d'autre part avec l'épiderme si particulier du pédicelle du nouveau tubercule. Lorsque la section radiale principale est bien réussie, elle passe par l'embouchure du *Canal de Braun*. On voit alors l'épiderme de l'Organe de Mettenius s'enfoncer dans le canal de Braun qu'il suit dans toute sa longueur. Le tissu fondamental consiste en cellules cylindriques courtes, à section transversale circulaire, à section longitudinale quadrangulaire ou hexagonale, atténuées à leurs extrémités, à parois couvertes de grandes ponctuations réticulées légèrement indiquées. Ces cellules laissent entre elles de grands méats. Ce tissu fondamental se continue d'une part avec le tissu fondamental superficiel du pédoncule, d'autre part, avec le tissu fondamental du corps de la plante, d'autre part encore, avec le tissu fondamental du pédicelle du nouveau tubercule. Le cordon libéro-ligneux consiste en un groupe de trachées courtes, diaphragmatiques, un peu plus allongées au milieu du cordon qu'à ses deux extrémités. Ces trachées sont revêtues de un à deux rangs de cellules grillagées. Vers son extrémité libre, le cordon libéro-ligneux s'atténue, puis se termine en une pointe, légèrement renflée, plus rarement tout à fait ampulliforme. Les quelques cellules de tissu fondamental qui séparent la terminaison du faisceau de l'épiderme sont plus courtes que les autres, sans méats, très difficiles à distinguer des dernières cellules grillagées. Vers le bas de l'Organe de Mettenius, son cordon libéro-ligneux devient complètement

Fig. 115.

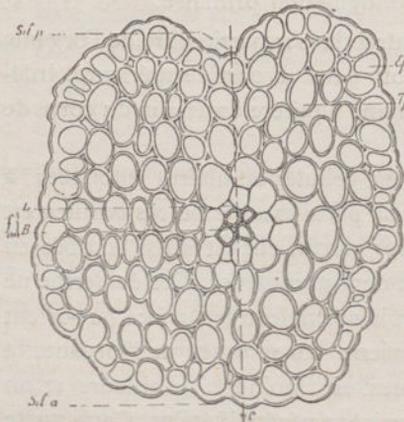


Fig. 115. — Section transversale d'ensemble pratiquée au milieu de la région libre de l'Organe de Mettenius d'un *Phylloglossum Drummondii*.

fom. Cordon libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius. B. Bois de ce faisceau, L. son liber.

Tf. Tissu fondamental primaire.

Ep. Epiderme.

Silp. Trace du sillon postérieur de l'organe.

Sila. Trace du sillon antérieur de l'organe. Ce sillon antérieur est ici très peu accusé.

La trace du plan de symétrie de l'Organe a été figurée.

C →. Direction dans laquelle est le centre de figure du corps de la plante.

diaphragmatique et se jette sur le diaphragme antérieur du corps de la pousse (1), (2).

Une section transversale d'ensemble de l'Organe de Mettenius, pratiquée vers le milieu de sa région libre figure une sorte de lame elliptique déprimée en avant et en arrière, parfois même nettement sillonnée aux extrémités de son petit axe. Cette section montre :

1° Une assise épidermique dont les cellules paraissent plus petites que sur la section radiale. Ces éléments qui sont allongés dans le sens de la longueur de l'organe sont, sur cette section, coupés transversalement.

2° Une masse de tissu fondamental primaire composée de cellules à section transversale circulaire laissant entre elles de grands méats ;

3° Un cordon libéro-ligneux central composé de grosses trachées courtes entourées d'un double rang de cellules grillagées courtes.

Les sections transversales successives, parallèles à la première montrent, quand on se dirige vers le sommet de l'organe, d'abord la terminaison supérieure de son cordon libéro-ligneux puis le sommet de l'organe vu de face. Je n'ai pas vu de cellule apicale bien nette sur ce sommet. Ce sommet est une plage épidermique traversée d'avant en arrière par un sillon. En un point de ce sillon les cellules sont un peu plus petites que celles qui les précèdent et que celles qui les suivent.

Les sections transversales inférieures à la section moyenne montrent la coalescence de la face antérieure de l'Organe de Mettenius avec la génératrice antérieure du pédoncule fructifère (3), son cordon libéro-ligneux pénétrant dans le corps de la plante, sa coalescence avec la région supérieure du pédicelle du nouveau tubercule. L'épiderme de l'Organe de Mettenius se continue directement avec

(1) L'insertion du cordon libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius sur le diaphragme aquifère antérieur du corps de la pousse se fait au niveau où les cordons libéro-ligneux des frondes extérieures  $F_{2g}$ ,  $F_{2d}$  se réunissent aux arcs diaphragmatiques postérieurs. D'autres fois cette insertion se fait un peu plus bas, vers le niveau où les cordons libéro-ligneux des frondes médianes postérieures s'insèrent sur les bords des arcs diaphragmatiques postérieurs.

(2) Une seule fois j'ai eu occasion de voir le faisceau de l'Organe de Mettenius s'étaler à sa base et se courber en arc convexe en dehors au moment de se réunir aux bords du diaphragme antérieur. Même dans ce cas je n'ai pas observé l'îlot grillagé si caractérisé que l'on voit entre l'arc externe et l'arc interne des deux diaphragmes postérieurs. N'était-ce pas là cependant une première ébauche de cette organisation ?

(3) Cette coalescence qui est très accusée s'étend parfois jusqu'au quart inférieur du pédoncule fructifère.

Fig. 116.

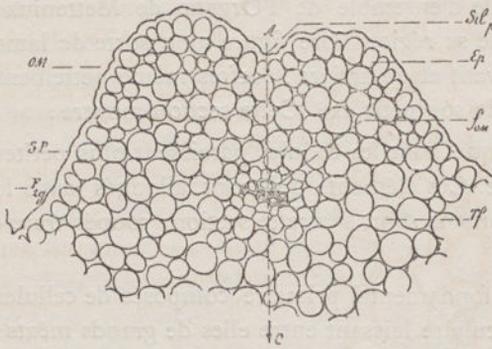


Fig. 116. — Section transversale d'ensemble pratiquée dans la partie moyenne de la base de l'Organe de Mettenius, lorsque cet organe est déjà complètement coalescent avec la face antérieure du corps de la plante.

F<sub>2g</sub>. Fronde inférieure gauche la plus rapprochée de la face antérieure du corps de la plante.

C. A. Trace du plan de symétrie de l'Organe de Mettenius.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 117.

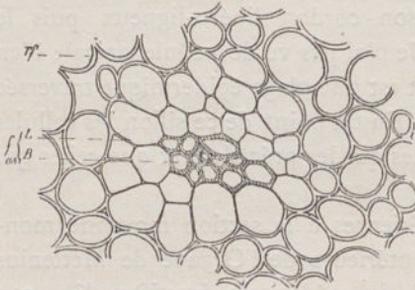


Fig. 117. — Section transversale du cordon libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius prise au niveau de la figure 116.

celui du pédicelle, bien qu'on passe brusquement de l'un à l'autre. C'est immédiatement au-dessus de la ligne de jonction des deux épidermes et dans le plan de symétrie de l'organe que se trouve l'embouchure du Canal de Braun.

Considérée isolément la section moyenne de l'Organe de Mettenius présente, d'après sa forme, deux lignes de symétrie passant toutes deux par son centre de figure. Ces deux lignes perpendiculaires entre elles ne sont pas équivalentes, la principale passe par les sillons antérieur et postérieur. En étudiant l'Organe dans toute son étendue on reconnaît qu'il ne possède qu'une seule surface de symétrie dont la trace sur la section moyenne est une droite qui passe par le centre de figure apparent de la section et par le milieu de ses deux côtés concaves.

Fig. 118.

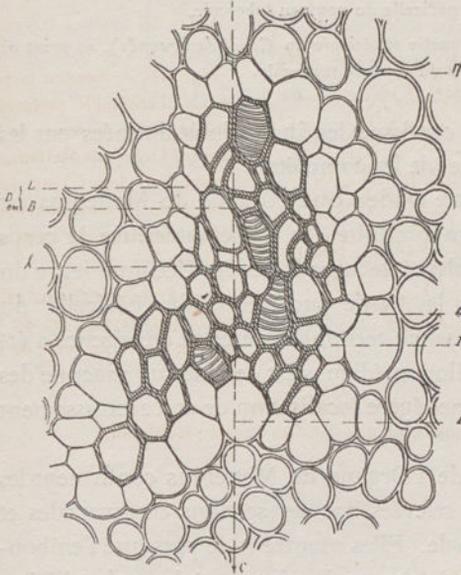


Fig. 118. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse de l'Organe de Mettenius au point où cette masse se jette sur le diaphragme antérieur du corps de la plante.

DOM. Diaphragme libéro-ligneux formé par la masse libéro-ligneuse de l'Organe de Mettenius. B Trachées courtes. L. Cellules grillagées courtes.

DA. Diaphragme libéro-ligneux antérieur du corps de la pousse. Lex. Son liber externe. Li. Ses éléments libériens antérieurs.

λ. Derniers éléments libériens enfermés entre les deux diaphragmes DOM et DA à leur point de jonction (1).

Fig. 119.

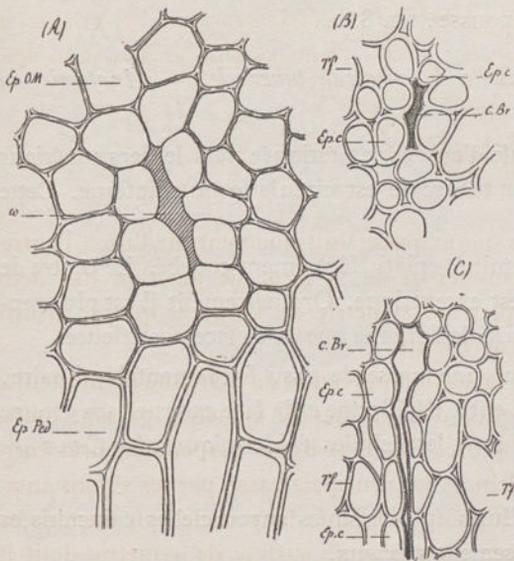


Fig. 119 (A). — Épiderme de la base de l'Organe de Mettenius pris à la jonction de cet organe avec le pédicelle du nouveau tubercule et au milieu de son sillon postérieur. Cette préparation montre l'Orifice externe du Canal de Braun.

Ep. OM. Cellules épidermiques de la base du sillon postérieur de l'Organe de Mettenius.

Ep. Ped. Cellules épidermiques de la base du pédicelle du nouveau tubercule.

ω. Orifice externe du Canal de Braun.

(B). — Section transversale du Canal de Braun prise dans sa région supérieure.

c. Br. Cavité du Canal.

(1) Au-delà de ce point il était impossible, sur les échantillons que j'ai étudiés, de reconnaître dans le diaphragme antérieur un arc externe et un arc interne.

Ep. c. Epiderme du Canal.

Tf. Tissu fondamental primaire du pédicelle du nouveau tubercule.

(C). — Section longitudinale de la partie supérieure du *Canal de Braun* (1), au point où il s'enfonce dans les tissus du pédicelle du nouveau tubercule.

L'étude directe des tissus confirme les indications données par les sections précédentes, et permet de les compléter.

En résumé, il ressort de cette étude : que l'organe de Mettenius est une sorte d'émergence courte, produite à la partie antérieure du corps de la pousse, longuement coalescente avec la génératrice antérieure du pédoncule fructifère et avec la partie supérieure du pédicelle du nouveau tubercule. La croissance terminale de cette émergence a été brusquement arrêtée. Un sillon médian s'est dessiné sur chacune des faces de l'organe par suite d'une légère localisation de son accroissement intercalaire.

Les sections horizontales de l'Organe de Mettenius confirment les particularités précédemment relevées sur ses sections transversales et sur sa section radiale principale. Elles montrent de plus que l'embouchure du Canal de Braun est au-dessus du niveau où le cordon libéro-ligneux de l'Organe de Mettenius se réunit au diaphragme aquifère antérieur du corps de la pousse, fig. 85.

#### 4°. Anatomie du Pédicelle du nouveau tubercule. — Anatomie du nouveau tubercule.

Une section transversale d'ensemble pratiquée vers le tiers supérieur du pédicelle du nouveau tubercule est circulaire ou elliptique. Cette section montre :

1° Un faisceau indéterminé, aplati, légèrement courbé. Le centre de figure  $\gamma$  de ce faisceau est excentrique. Ordinairement il est plus rapproché de la face antérieure de l'organe que de sa face postérieure.

2° Autour du faisceau, une masse de tissu fondamental primaire, dans laquelle on trouve, entre l'épiderme et la face externe, un groupe de petites cellules, qui sont les cellules épidermiques du *Canal de Braun*.

3° Une couche de cellules épidermiques superficielles caractérisées par leurs cadres d'épaissement spéciaux.

(1) Cette section longitudinale est celle que détermine un plan perpendiculaire au plan de symétrie du pédicelle.

La ligne droite qui joint le centre de figure du faisceau au centre du Canal de Braun divise la section en deux parties symétriques. Cette droite est perpendiculaire au grand axe de la masse ligneuse. Elle est contenue dans le plan médian de l'observateur.

Dans toute l'étendue du pédicelle, on ne peut constater d'autre surface de symétrie que le plan médian de l'observateur (1). On doit donc, jusqu'à preuve contraire, considérer cet organe comme une sorte d'appendice. Mais dans l'étude d'un appendice, j'admets que l'observateur est placé en dehors de l'organe, au centre de l'axe dont il dépend. J'admettrai donc dans les sections transversales du pédicelle que l'observateur est placé en dehors du pédicelle et à la partie inférieure des figures.

Fig. 120.

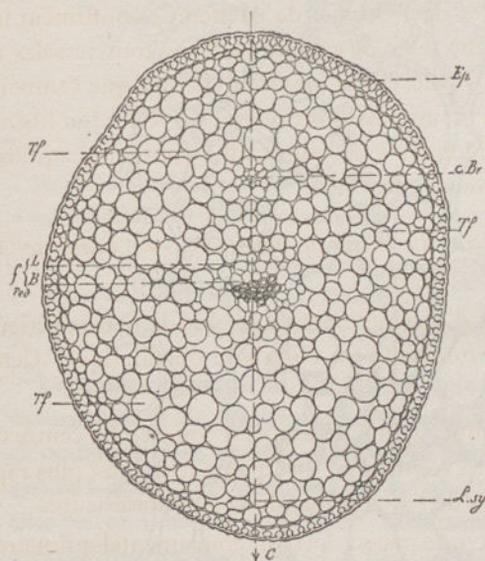


Fig. 120. — Section transversale d'ensemble du pédicelle du nouveau tubercle d'un pied de *Phylloglossum Drummondii*. La section a été pratiquée vers le tiers supérieur de l'organe.

fped. Cordon libéro-ligneux (faisceau) du pédicelle. Ce faisceau est ordinairement plus rapproché de la génératrice antérieure de l'organe que dans l'exemple figuré. Le faisceau est alors nettement excentrique et antérieur.

B. Bois.

L. Liber.

Tf. Tissu fondamental primaire non différencié en deux zones.

Ep. Epiderme.

c. Br. Section transversale du Canal de Braun.

L. Sy. Trace de la surface de symétrie du pédicelle sur le plan de la section. Cette trace coïncide avec la partie antérieure de la trace de la surface de symétrie du corps de la plante.

Cette surface de symétrie du pédicelle contient et définit les génératrices antérieure et postérieure de cet organe. La génératrice antérieure occupe ici la partie inférieure de la figure.

→ C. Direction dans laquelle se trouve le centre de figure du corps de la plante.

(1) L'observateur est supposé placé comme il a été dit au début de cette étude.

Fig. 121.

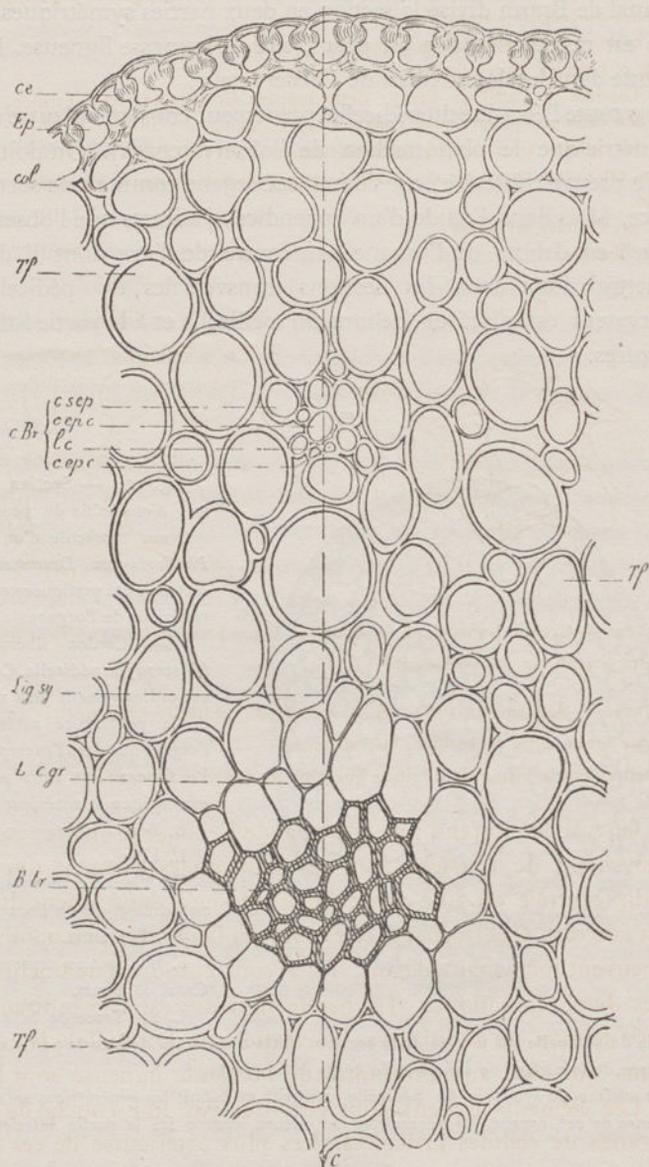


Fig. 121. — Portion de la section transversale d'ensemble représentée fig. 120. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

ce. Cadres d'épaississement des cellules épidermiques.  
col. Parois collenchymateuses communes aux cellules épidermiques et aux cellules les plus extérieures du tissu fondamental.

c. s. ep. c. Cellules sous-épidermiques du Canal de Braun.

c. ep. c. Cellules épidermiques du Canal de Braun.

l. c. Lumière du Canal de Braun. Cette lumière est complètement obstruée. Les faces libres des cellules épidermiques opposées sont rapprochées au contact. Très souvent les parois des cellules ainsi accolées accidentellement *se greffent l'une sur l'autre*. La lumière du canal est alors occupée par une sorte de grosse cloison commune légèrement collenchymateuse.

L. c. gr. Cellules grillagées.

B. tr. Trachées.

Fig. 122.

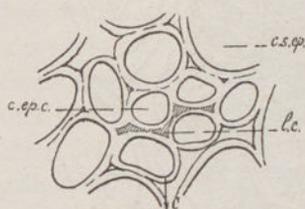


Fig. 123.

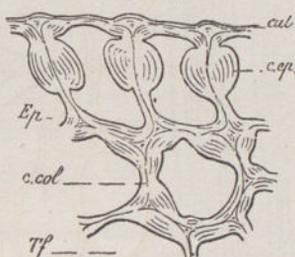


Fig. 122. — Section transversale du Canal de Braun prise au tiers supérieur du pédicelle d'un autre échantillon. Grossissement  $\frac{600}{1}$ .

Fig. 123. — Section transversale de la surface du pédicelle prise au tiers supérieur de cet organe sur un autre échantillon. Grossissement  $\frac{500}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans les figures 120 et 121.

Le faisceau comprend une large bande ligneuse primaire, composée exclusivement de trachées dont les plus grêles forment une masse arrondie centrale ou une petite lame allongée dans le sens du grand axe du faisceau. Ces trachées grêles sont d'ailleurs très peu nombreuses, elles peuvent même faire défaut. Elles sont entourées de trachées plus grosses diaphragmatiques. La bande ligneuse est très ordinairement courbée de manière à tourner sa concavité vers le canal de Braun. Les éléments qui sont aux extrémités de la bande ligneuse sont les plus gros. Les éléments ligneux sont entourés par une couche de deux à trois rangs de cellules grillagées. Les plus extérieures de ces cellules grillagées ont un diamètre considérable. Les grillages sont transversaux.

Il n'y a pas de gaine protectrice reconnaissable.

Fig. 124.

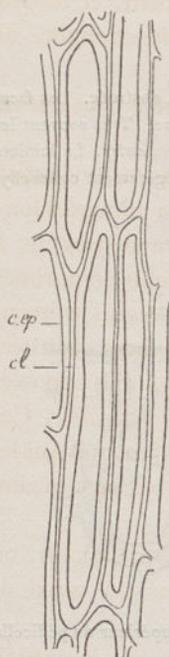


Fig. 124. — Epiderme du pédicelle vu de face.  
c. ep. Cadres d'épaississement des cellules épidermiques.  
cl. Epaisseur des cloisons radiales et transversales dans les parties où elles sont restées minces.

Fig. 125.

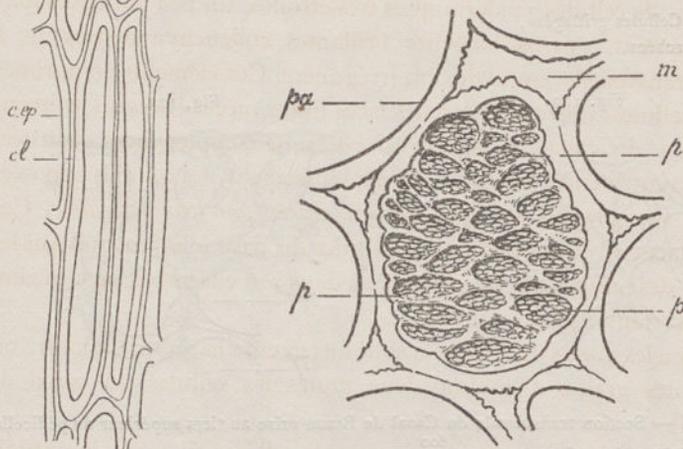


Fig. 125. — Ponctuation d'une cellule du tissu fondamental du pédicelle.  
pa. Paroi.  
m. Méats dont la surface est granuleuse et irrégulière.  
p. Ponctuations réticulées.

Le tissu fondamental est formé de grandes cellules cylindriques à section transversale circulaire, à section radiale hexagonale. Ces éléments sont atténués à leurs extrémités, fortement dissociés; ils laissent entre eux de grands méats à surface rugueuse (1). La paroi de ces éléments est blanche, brillante, formée de cellulose pure. Sur leurs faces de contact ces parois présentent de grandes réticulations très complexes qui rappellent de loin celles du tissu fondamental du cladode aérien des *Tmesipteris*. Chaque ponctuation comprend une plage amincie sur laquelle est dessiné un grand réseau à larges mailles. Le fond de chaque maille primaire est plus aminci que le reste. On y voit un

(1) La circulation de l'air est donc très facile dans ce tissu.

réseau secondaire plus fin, dont chaque maille peut être reticulée à son tour. De là des figures très complexes. Les cellules du tissu fondamental contiennent chacune un noyau elliptique aplati, très petit, et de très petits grains d'amidon (1). Elles ne contiennent ni chlorophylle, ni cristaux d'oxalate ou de carbonate de chaux.

Les cellules du tissu fondamental qui sont directement contiguës à l'épiderme sont collenchymateuses.

La section transversale du canal de Braun est limitée par une assise d'un rang de cellules épidermiques très étroites, un peu allongées longitudinalement, à parois blanches, brillantes, collenchymateuses (2), à section transversale circulaire ou irrégulière. Ces éléments comprimés par les cellules voisines ont leurs faces libres rapprochées au contact. La lumière du canal de Braun est par suite complètement obstruée. Très souvent même, par suite de l'appatissement, les cellules opposées du canal *sont greffées les unes sur les autres par leur face libre*. Ces cellules laissent entre elles et les cellules du tissu fondamental qui les touchent des méats assez étendus. Prise dans son ensemble, cette région rappelle certains canaux stylaires.

Lorsque les tissus du pédicelle sont fortement chargés d'amidon, on observe des grains d'amidon dans toutes les cellules du canal de Braun (3).

L'épiderme du pédicelle est composé de cellules allongées longitudinalement, à section transversale carrée. La paroi externe de ces cellules est ordinairement mince et bombée. La partie la plus extérieure de cette paroi est différenciée en une mince cuticule granuleuse, alors que le reste de cette paroi et les autres parois sont en cellulose pure. Les parois radiales et transversales sont rectilignes; elles montrent des cadres d'épaississement spéciaux plus rapprochés de la paroi externe sur laquelle ils s'étendent quelquefois. Ces épaississements que j'ai représentés fig. 123 sont en cellulose pure, ils sont caractéristiques

(1) Dans les pieds de *Phylloglossum Drummondii* dont le jeune tubercule n'est pas encore formé. On trouve une grande quantité d'amidon dans les tissus du pédicelle. L'amidon disparaît des tissus du pédicelle à mesure que le jeune tubercule approche de son développement complet.

(2) L'allure collenchymateuse des cellules épidermiques du Canal de Braun est due en grande partie au commencement d'écrasement qu'ont subi ces éléments. On sait en effet que lorsque des cellules sont pressées et exposées à subir la transformation cornée, leurs parois s'épaississent un peu et prennent une allure collenchymateuse.

(3) Bien rarement les cellules épidermiques du Canal de Braun sont complètement écrasées et transformées en tissu corné.

de l'épiderme du pédicelle, ils ne se retrouvent sur aucune autre partie de la plante (1). Je n'ai rien vu de semblable dans les plantes voisines des *Phylloglossum*. Vue de face, la paroi externe des cellules épidermiques est lisse, plus rarement ornée d'une sorte de réticulation qui rappelle, mais de loin, celle des cellules épidermiques des parties aériennes des *Tmesipteris*. Au tiers supérieur du pédicelle, les cellules épidermiques ne sont point prolongées en poils. Chacune d'elles contient un très petit noyau et quelques grains d'amidon.

Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble du tiers supérieur du pédicelle jusqu'à son insertion (2) on reconnaît :

1<sup>o</sup> Que la structure reste d'abord la même.

2<sup>o</sup> Que plus haut le *Canal de Braun* se rapproche de la surface du pédicelle, tandis que son cordon libéro-ligneux reste sensiblement à la même distance de sa face antérieure. Le cordon libéro-ligneux, le tissu fondamental et l'épiderme ont encore la même structure que précédemment.

3<sup>o</sup> Que plus haut encore le pédicelle s'attache sur la partie antérieure du corps de la pousse et sur la partie inféro-postérieure de l'organe de Mettenius. Dans cette nouvelle région, les éléments du cordon libéro-ligneux sont plus larges et plus courts. Ils s'insèrent sur le diaphragme aquifère antérieur du corps de la pousse immédiatement au-dessous du point où ce diaphragme reçoit le cordon libéro-ligneux de l'organe de Mettenius.

Les sections horizontales montrent de plus 1<sup>o</sup> que l'épiderme du pédicelle s'arrête brusquement en rencontrant l'épiderme du corps de la pousse et celui de l'organe de Mettenius. 2<sup>o</sup> Que le tissu fondamental du pédicelle se continue directement avec celui de la pousse et avec celui de l'organe de Mettenius. 3<sup>o</sup> Enfin que le canal de Braun vient déboucher à la base de la face externe de l'organe de Mettenius, c'est-à-dire à un niveau plus élevé que celui où se fait l'insertion du

(1) A l'exception de l'épiderme du vieux tubercule.

(2) Ces sections transversales d'ensemble étant orientées par rapport à l'axe idéal de l'organe, il est de toute nécessité d'en compléter l'étude par l'examen de sections horizontales pratiquées du sommet de l'Organe de Mettenius, jusqu'au niveau où le pédicelle se détache du Corps de la pousse, et par l'examen de la section radiale principale de l'organe. La section radiale principale montre d'ailleurs que l'axe de la masse libéro-ligneuse et l'axe du Canal de Braun ne quittent pas le plan médian de la plante.

faisceau du pédicelle sur le diaphragme antérieur du corps de la pousse.

L'insertion de la masse libéro-ligneuse du pédicelle sur le diaphragme antérieur du corps de la pousse se fait un peu au-dessus du niveau où les grosses racines s'insèrent sur les diaphragmes postérieurs. Le plus ordinairement, il semble que la masse libéro-ligneuse du pédicelle soit la continuation directe du diaphragme antérieur.

Il ressort déjà de cette première partie de la description du pédicelle que *cet organe est un corps d'origine exogène, né à la face antérieure du corps de la pousse, immédiatement au-dessous de l'Organe de Mettenius, un peu après celui-ci. Rien dans cette première région du pédicelle ne lui assigne la valeur de racine à faisceau bipolaire excentrique et asymétrique.*

En pratiquant une suite de sections transversales successives d'ensemble du tiers supérieur du pédicelle jusqu'au sommet de cet organe on reconnaît :

1° Que la structure que j'ai décrite au tiers supérieur du pédicelle se conserve invariable sur une certaine étendue.

2° Qu'au-delà de cette région en vient une autre dans laquelle la masse libéro-ligneuse s'étale en une grande lame diaphragmatique courbée en dehors, puis fermée en anneau. Dans cette seconde partie du pédicelle le canal de Braun devient presque central.

3° Que plus bas, la section transversale du pédicelle est annulaire. Sa cavité centrale est limitée par une assise épidermique qui est la continuation directe de l'assise épidermique du Canal de Braun (1). A ce niveau la masse libéro-ligneuse du pédicelle forme un grand diaphragme annulaire. L'épiderme externe porte de nombreux poils.

En parcourant cette troisième région, on voit que l'épaisseur des parois de la Chambre d'inclusion diminue rapidement en même temps qu'elle s'élargit fortement, surtout en avant et en bas. Le cône végétatif très surbaissé du nouveau tubercule s'insère sur toute la périphérie de la chambre d'inclusion, mais très obliquement par rapport à la direction générale du pédicelle. Le diaphragme libéro-ligneux annulaire du pédicelle s'éteint dans cette région. L'extinction de ce

(1) La cavité centrale du pédicelle n'est autre que la *Chambre d'inclusion*.

diaphragme est plus hâtive dans la région postérieure de l'organe que dans sa région antérieure.

4° Qu'au-dessous de l'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule sur la paroi de la chambre d'inclusion, l'organe est exclusivement parenchymateux. A ce niveau, la section montre un tissu central parenchymateux gorgé d'amidon. Ce tissu appartient au nouveau tubercule. Il est recouvert superficiellement d'une mince couche de tissu appartenant au pédicelle. Ces deux tissus sont d'ailleurs en continuation directe l'un avec l'autre. A partir de cette région la structure se conserve invariable jusqu'au sommet du pédicelle.

En résumé, dès la moitié inférieure du pédicelle, on trouve dans cet organe une série de variation de structure que je vais exposer en détail. Pour plus de clarté j'appellerai :

Niveau 1 ou région moyenne. La région dans laquelle le pédicelle montre la structure que j'ai fait connaître au niveau de son tiers supérieur.

Niveau 2. La région immédiatement sous-jacente.

Niveau 3. La région de la Chambre d'Inclusion. Cette région est limitée inférieurement par l'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule sur le tissu du pédicelle.

Niveau 4. La partie du nouveau tubercule placée au-dessous de cette insertion.

Une section transversale d'ensemble du pédicelle pratiquée dans la Région 2 montre :

1° Une masse libéro-ligneuse diaphragmatique annulaire (circulaire ou elliptique) peu épaisse qui entoure le canal de Braun dont elle est séparée par une mince couche de tissu fondamental primaire. (J'appellerai cette partie du tissu fondamental le tissu fondamental interne).

2° Au centre la section transversale du canal de Braun.

3° Une épaisse assise de tissu fondamental primaire externe.

4° Une couche de cellules épidermiques superficielles.

L'assise épidermique et le tissu fondamental externe ont à ce niveau la même structure qu'au niveau 1

Le Canal de Braun encore complètement fermé est limité par un

Fig. 126.

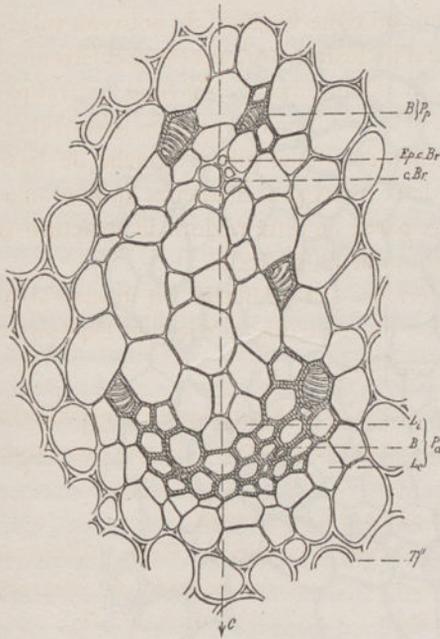


Fig. 126. — Section transversale de la masse libéro-ligneuse du pédicelle prise vers le milieu de cet organe. Cette section, de même que les suivantes, a été dessinée d'après l'échantillon qui a donné les figures 120, 121. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

Pa. Partie antérieure du diaphragme libéro-ligneux par lequel se poursuit le faisceau du pédicelle.

Pp. Partie postérieure du même diaphragme.

Le diaphragme libéro-ligneux entoure le Canal de Braun et le tissu fondamental qui lui est directement contigu. Le Canal de Braun s'est rapproché du centre de figure apparent du pédicelle. Ce canal est déjà beaucoup plus large que précédemment, mais sa lumière est encore complètement obstruée.

Li. Liber interne du diaphragme.

Le. Liber externe.

Ba. Bois de la partie antérieure du

diaphragme. Dans cette région antérieure, les éléments ligneux sont plus grêles que dans le reste du diaphragme. Un peu plus bas cette différence disparaît.

rang de grandes cellules épidermiques à parois minces, blanches brillantes, un peu collenchymateuses. Ces cellules sont courtes. On passe insensiblement de cette forme nouvelle des éléments du Canal de Braun à la forme qu'ils avaient au tiers supérieur du pédicelle.

Le tissu fondamental interne consiste en cellules polyédriques peu allongées, à parois minces, blanches, brillantes, sans ponctuations réticulées ou à ponctuations réticulées très légères, peu ou point dissociées. La plus grande masse de ces cellules se trouve en avant et en arrière du Canal de Braun.

Le diaphragme libéro-ligneux comprend une couronne elliptique souvent discontinue de grosses trachées courtes, très larges, à parois peu épaisses, spiralées ou réticulées. La face interne de cette assise ligneuse est tapissée par un double rang de cellules grillagées courtes. La face externe du diaphragme est tapissée de 1 ou 2 rangs de cellules grillagées et de cellules neutres, courtes, très volumineuses, difficiles

Fig. 127.

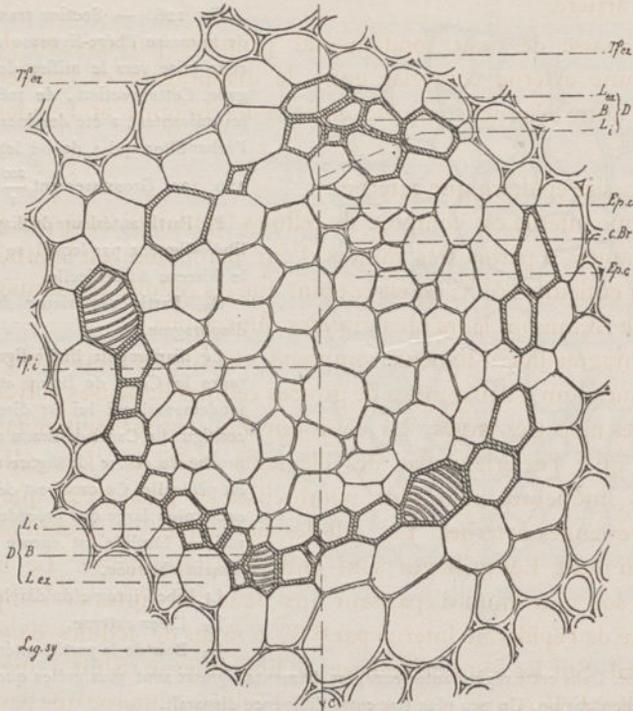


Fig. 127. — Section transversale de la même masse libéro-ligneuse prise un peu plus bas, prise par conséquent plus près de la Chambre d'inclusion. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figures 126.

D. Diaphragme.

c. Br. Canal de Braun, dont la lumière est nettement reconnaissable.

Les cellules épidermiques qui bordent le canal à ce niveau sont grosses et courtes. Parfois comme dans cette figure, dans la région postérieure le canal est directement contigu au liber interne de la partie postérieure du diaphragme libéro-ligneux.

à distinguer des éléments du tissu fondamental. A ce niveau encore il n'y a aucune trace de gaine protectrice.

Une section transversale du pédicelle passant par la partie supérieure de la région 3 a la forme d'un anneau circulaire ou elliptique limitant une cavité intérieure elliptique vide. On y distingue :

- 1° Une assise épidermique interne.

2° Un diaphragme libéro-ligneux annulaire, elliptique, allongé d'avant en arrière.

3° Une masse de tissu fondamental primaire partagée en deux assises, l'une externe comprise entre le diaphragme et l'épiderme intérieur, l'autre externe comprise entre le diaphragme et l'épiderme externe.

4° Une assise épidermique externe.

L'épiderme interne est composé de cellules tabulaires ou à peu près isodiamétriques, à parois très minces. Leur paroi libre est bombée et légèrement cuticularisée. C'est en ce point que les cellules épidermiques du canal de Braun ont leurs plus grandes dimensions.

Le diaphragme libéro-ligneux comprend une couche elliptique presque continue d'un à deux rangs de grosses cellules ligneuses polyédriques courtes mais très larges. La couronne ligneuse est tapissée tant à l'intérieur qu'à l'extérieur par des éléments libériens. Les cellules libériennes intérieures sont plus nombreuses et plus grêles que les cellules libériennes externes. Les cellules libériennes ne laissent entre elles aucun méat. Les grillages sont difficiles à reconnaître. Le liber intérieur a son maximum d'épaisseur aux deux extrémités de l'ellipse. Il est séparé de l'épiderme interne par 3 ou 5 rangs de cellules de tissu fondamental. Sur les côtés de l'ellipse, le liber interne réduit à une ou deux rangées d'éléments, n'est séparé de l'épiderme interne que par un rang de tissu fondamental. Le liber externe ne comprend à ce niveau qu'un seul ou au plus deux rangs d'éléments libériens.

Le tissu fondamental externe a la même organisation que dans la région 2. Cependant ses cellules sont plus nettement polyédriques, moins dissociées, à parois plus minces. Les cellules épidermiques antérieures s'allongent notablement perpendiculairement à la surface; les cadres d'épaississement de leurs cloisons radiales sont à peu près au milieu de ces cloisons. Un grand nombre de cellules épidermiques sont à ce niveau prolongées en poils cylindriques à surface externe en partie gélifiée. Parfois le poil est bicellulaire. Il comprend alors une cellule basilaire inférieure enchassée entre les autres cellules épidermiques qui la compriment, et au-dessus un long tuyau cylindrique. D'autres fois, la cloison qui sépare la cellule basilaire du reste du poil fait défaut. Lorsqu'on examine de face les cellules épidermiques de cette région 3, on voit qu'à une de leurs extrémités s'est détaché un petit segment, puisque la face externe du segment s'est bombée

Fig. 128.

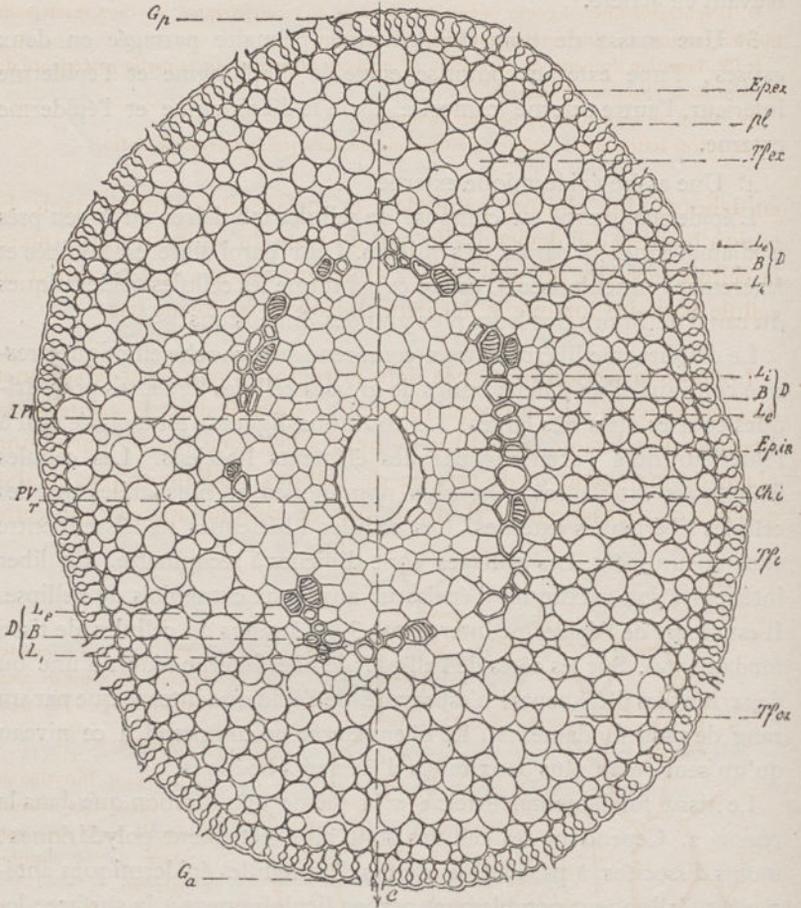


Fig. 128. — Section transversale d'ensemble du même pédicelle pratiquée au niveau du sommet du nouveau tubercule.

Gp. Trace de la génératrice postérieure du pédicelle sur le plan de la section.

Ga. Trace de la génératrice antérieure.

Ep. ex. Epiderme externe ou Epiderme du Pédicelle. pl. Prolongements pileux des cellules de cet épiderme.

Ep. in. Epiderme interne du pédicelle formant la surface externe de la Chambre d'inclusion.

Ch i. Chambre d'inclusion dans laquelle on voit de face le sommet du point de végétation du nouveau tubercule. Ce cône végétatif est attaché par sa partie postérieure à la paroi de la chambre d'inclusion.

Tf. ex. Portion du tissu fondamental du pédicelle comprise entre son diaphragme libéro-ligneux et sa surface externe.

Tf. in. Portion du tissu fondamental du pédicelle comprise entre son diaphragme libéro-ligneux et la surface de la chambre d'inclusion.

D. Diaphragme libéro-ligneux annulaire. B. Bois de ce diaphragme. Le. Son revêtement libérien externe. Li. Son revêtement libérien intérieur.

I. PV. Insertion du point de végétation du nouveau tubercule sur la partie postérieure de la paroi de la chambre d'inclusion.

PV. Point de végétation du nouveau tubercule.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

en dehors. Une cloison parallèle à la surface libre initiale isole la région bombée qui deviendra le poil du reste du segment qui formera la cellule basilaire du poil. Il y a communication entre le poil et sa cellule basilaire lorsque la dernière cloison ne se forme pas.

Lorsque la section pratiquée dans la région 3 passe par le sommet du cône végétatif du nouveau tubercule, on voit dans la cavité de la chambre d'inclusion, mais libre de toute adhérence avec sa paroi, une plage dermatogène ovale formée de cellules isodiamétriques pentagonales ou hexagonales. Il n'y a pas de cellule apicale sur cette

Fig. 129.

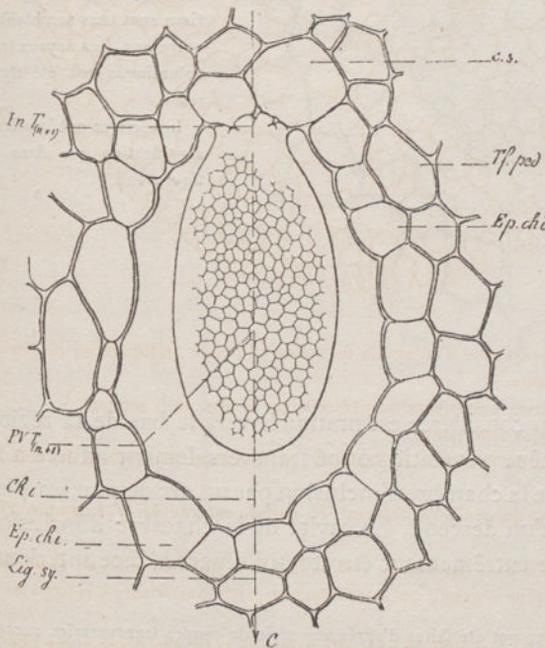


Fig. 129. — Le sommet du cône végétatif du nouveau tubercule vu de face.

Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

In  $T_{(n+1)}$ . Insertion du cône végétatif du nouveau tubercule sur la paroi postérieure de la chambre d'inclusion.

Ep. ch. i. Epiderme de la paroi de la chambre d'inclusion.

Tf. ped. Tissu fondamental interne du pédicelle.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

plage ; on n'y voit non plus aucun mamelon. La forme ovale de la plage semble bien sa forme primitive ; il en résulte que le cône végétatif, dès le stade où nous l'étudions, ne présente qu'une surface de symétrie, laquelle se confond avec le plan médian de l'observateur. Les tissus du pédicelle ont la même structure que ci-dessus, à cela près pourtant que les cellules épidermiques internes sont beaucoup plus étroites et aussi beaucoup plus courtes qu'au niveau précédent

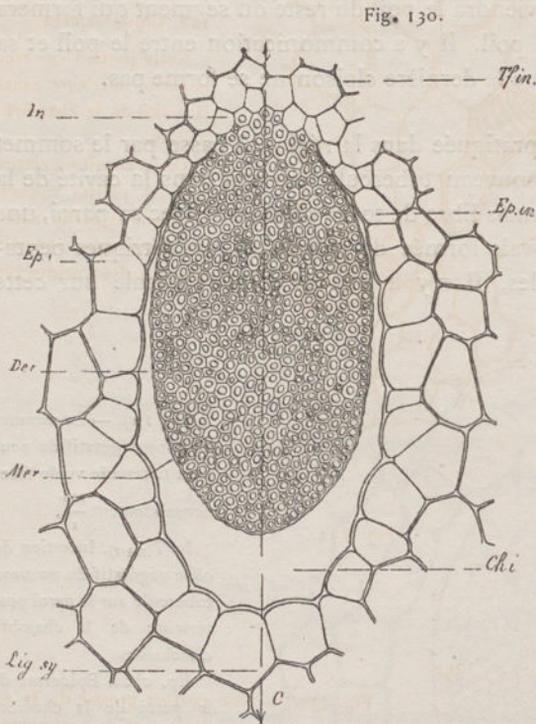


Fig. 130. — Section transversale du cône végétatif du nouveau tubercule (1).

Der. Dermatogène de ce cône végétatif.

Mer. Méristème primitif. Les éléments de ce tissu sont tous semblables entre eux. Les noyaux très volumineux ont été figurés.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 128.

Lorsque la section considérée est pratiquée vers le bas de la région 3, on voit que le cône végétatif coupé transversalement adhère à la partie postérieure de la chambre d'inclusion par un arc de plus en plus étendu à mesure qu'on descend. La cavité de la chambre d'inclusion se réduit à une fente extrêmement étroite qui sépare la face antérieure

(1) Les figures 128 à 139 ont été faites d'après une série de coupes transversales successives d'ensemble du même pédicelle.

Fig. 131.

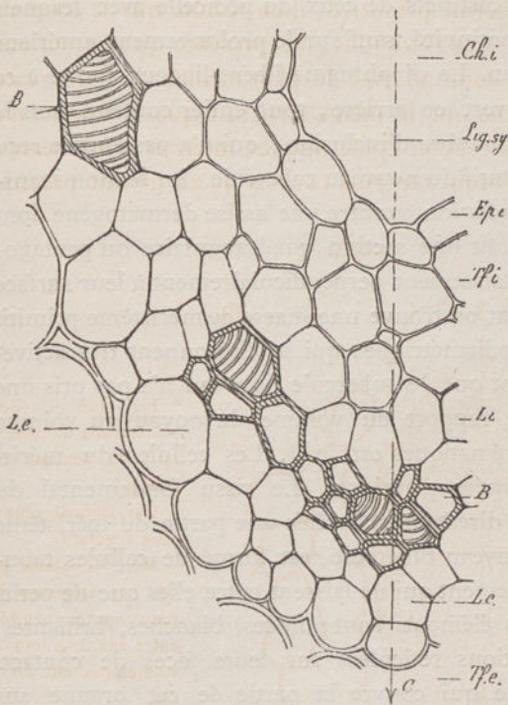


Fig. 131. — Portion grossie du diaphragme libéro-ligneux de la section représentée fig.

128. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

Cette portion correspond à la partie inférieure gauche de la cavité de la chambre d'inclusion.

On reconnaît sur cette figure que les petites trachées qui occupent la partie antérieure du diaphragme annulaire ne sont que des trachées courtes.

Fig. 132.

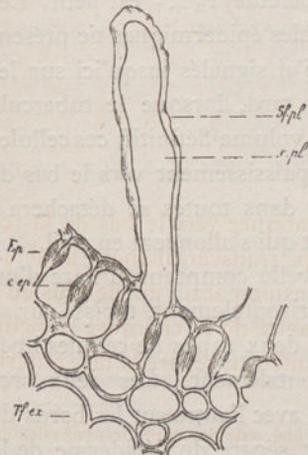


Fig. 132. — Une portion grossie de la surface épidermique externe de la section représentée fig.

128. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

pl. Poil. c. pl. Cavité du poil. Sf. pl. Surface du poil.

du cône végétatif de la paroi de la chambre. Les tissus du cône végétatif sont nettement distincts de ceux du pédicelle avec lesquels cependant ils sont en continuité, sauf sur le prolongement antérieur de la chambre d'inclusion. Le diaphragme libéro-ligneux forme à ce niveau un grand arc ouvert en arrière, tout entier contenu dans la partie de la paroi de la chambre d'inclusion, qui n'a pas encore reçu l'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule. La section transversale du point de végétation montre une assise dermatogène dont les cellules très petites ont une section quadrangulaire ou pentagonale. Ces éléments se cloisonnent perpendiculairement à leur surface libre. Plus intérieurement on trouve une masse de méristème primitif composée de cellules isodiamétriques qui se cloisonnent très activement en tous sens, tant que le tubercule nouveau n'a pas pris une certaine dimension. Le rapport du volume du noyau au volume total des cellules méristématiques est de  $\frac{1}{8}$ . Les cellules du méristème primitif sont gorgées d'amidon. Le tissu fondamental du pédicelle sur lequel est directement insérée une partie du méristème du cône végétatif du nouveau tubercule, est formé de cellules tabulaires élargies horizontalement qui ne laissent entre elles que de petits méats. Les parois de ces éléments sont minces, blanches, brillantes, avec quelques ponctuations réticulées sur leurs faces de contact. L'épiderme du pédicelle qui couvre la partie de cet organe sur laquelle s'insèrent les tissus du nouveau tubercule, est composé de cellules courtes, à parois externes plus épaisses, fortement bombées, non prolongées en poils tant que le tubercule  $T_{n+1}$  est petit. Les parois normales à la surface de ces cellules épidermiques ne présentent pas les cadres d'épaississement que j'ai signalés jusqu'ici sur les cellules épidermiques du pédicelle. Plus tard, lorsque le tubercule  $T_{n+1}$  aura pris la moitié ou les  $\frac{2}{3}$  de son volume définitif, ces cellules épidermiques montreront des cadres d'épaississement vers le bas de leurs cloisons radiales et transversales, et dans toutes se détachera à l'une de leurs extrémités un petit segment qui s'allongera en poil.

Le diaphragme libéro-ligneux du pédicelle comprend un arc d'un seul rang de trachées courtes, élargies horizontalement, tapissé sur sa face convexe et sur sa face concave par deux rangs de cellules libériennes petites, courtes, élargies horizontalement. Les deux arcs libériens sont en continuation directe l'un avec l'autre sur les bords de l'arc ligneux. L'arc libérien intérieur est séparé de l'épiderme de la

Fig. 133.

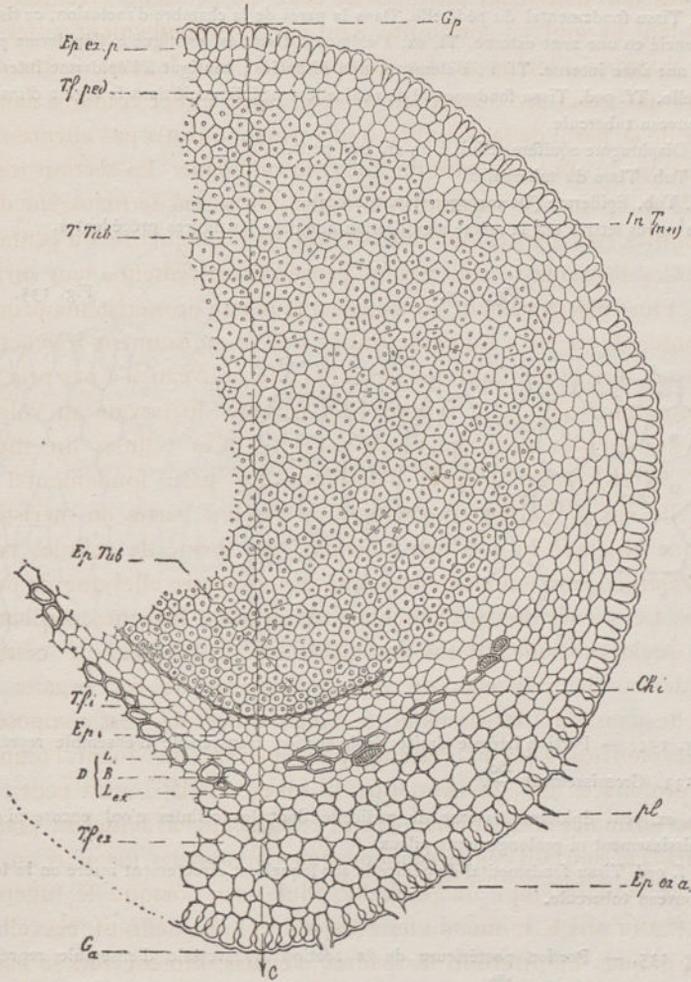


Fig. 133. — Section transversale d'ensemble du nouveau tubercule et de son pédicelle pratiquée à la base de la chambre d'inclusion.

Ep. ex. Epiderme externe du pédicelle. Ep. ex. p. Epiderme de la face postérieure. A ce stade du développement du tubercule, ces cellules épidermiques n'ont ni cadres d'épaississement latéraux ni poils. Ep. ex. a. Epiderme de la face antérieure. Ces cellules épidermiques montrent toutes des cadres d'épaississement latéraux. Certaines d'entre elles se prolongent en poils.

Ep. i. Epiderme interne du pédicelle intimement appliqué contre le dermatogène du cône végétatif du nouveau tubercule.

Ch. i. Chambre d'inclusion réduite à une simple fente dont les deux faces sont intimement appliquées l'une contre l'autre.

Tf. Tissu fondamental du pédicelle. Dans la paroi de la chambre d'inclusion, ce tissu est différencié en une zone externe. Tf. ex, à éléments dissociés, contiguë à l'épiderme pileux, et en une zone interne. Tf. i, à éléments non dissociés, contiguë à l'épiderme interne du pédicelle. Tf. ped. Tissu fondamental du pédicelle non différencié dans la région d'insertion du nouveau tubercule.

D. Diaphragme aquifère réduit à un arc très petit.

T. Tub. Tissu du tubercule.

Ep. Tub. Épiderme (Dermatogène) du tubercule.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 134.

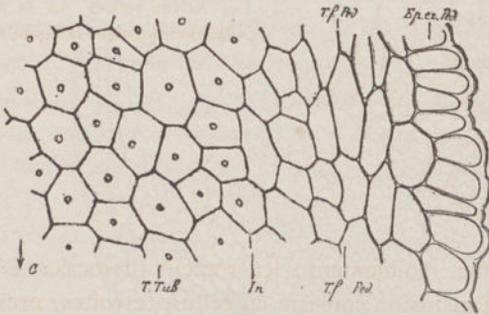


Fig. 135.

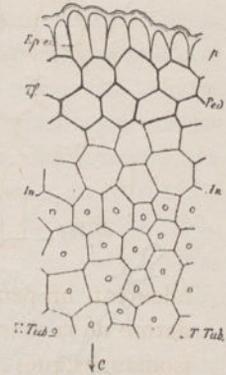


Fig. 134. — Portion latérale droite de la section transversale d'ensemble représentée fig. 133. Grossissement  $\frac{180}{1}$ .

Ep. ex. ped. Epiderme externe du pédicelle dont les cellules n'ont encore ni cadres d'épaississement ni prolongements pileux.

T. f. ped. Tissu fondamental du pédicelle sur lequel est directement inséré en In le tissu du nouveau tubercule.

Fig. 135. — Portion postérieure de la section transversale d'ensemble représentée fig. 133. Grossissement  $\frac{180}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figure 134.

chambre d'inclusion par une ou deux rangées de cellules de tissu fondamental à parois minces, qui ne laissent entre elles aucun méat. L'arc libérien externe est séparé de l'épiderme externe par 2 ou 3 rangs de cellules de tissu fondamental, plus rarement par un seul rang. Les cellules du tissu fondamental externe sont courtes, élargies horizon-

Fig. 136.

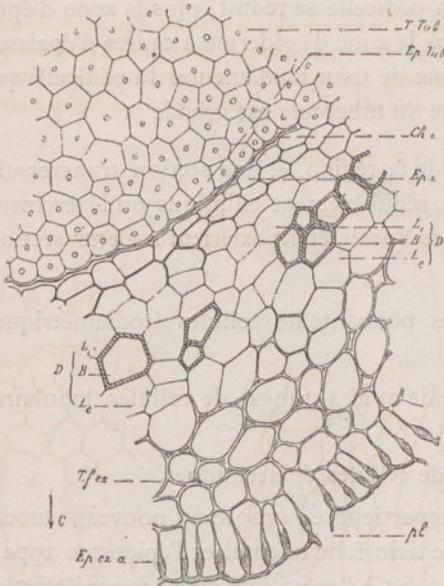


Fig. 136. — Portion antérieure de la section transversale représentée fig. 133. Grossissement  $\frac{180}{1}$ .

B. Bois du diaphragme.  
 Li. Liber interne du diaphragme.  
 Le. Liber externe du diaphragme  
 pl. Poils.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 133.

talement, un peu aplaties radialement, légèrement dissociées. L'épiderme de la chambre d'inclusion consiste en cellules étroites, presque isodiamétriques, plus grandes que les cellules du dermatogène du cône végétatif. Le dermatogène du cône végétatif se continue directement avec l'épiderme de la chambre d'inclusion; là où ces deux lames se réunissent on passe brusquement de l'un à l'autre. Le plus ordinairement la surface libre de l'épiderme est directement appliquée contre la surface libre du dermatogène et il faut une recherche très minutieuse pour constater la présence du prolongement antérieur de la chambre d'inclusion entre ces deux lames. L'épiderme externe qui couvre la région libre de la paroi de la chambre d'inclusion est composé de cellules étroites plus courtes, agrandies perpendiculairement à leur surface libre. A l'une des extrémités de ces cellules s'est détaché un segment qui a produit un poil. Les parois radiales et transversales ont des cadres d'épaississement très nets vers leur moitié ou vers leur tiers supérieur. Dans cette région l'épiderme a donc la structure ordinaire de l'épiderme du pédicelle. On passe brusquement de cet épiderme à cadres et à poils à l'épiderme sans cadre et sans poil qui recouvre la région d'insertion du nouveau tubercule.

Plus on descend, plus la chambre d'inclusion se rétrécit, plus le diaphragme libéro-ligneux du pédicelle se réduit, plus la zone d'épiderme sans cadre s'étend, plus la zone d'épiderme à cadres d'épaissement se rétrécit, plus la zone de tissu fondamental du pédicelle qui reçoit l'insertion du méristème du tubercule est grande (1).

Dans la partie supérieure de la région 4, une section transversale d'ensemble est à peu près régulièrement elliptique ou légèrement ovoïde, la convexité obtuse de l'ovale étant extérieure. Cette section transversale montre :

1<sup>o</sup> Une masse centrale très puissante de cellules isodiamétriques gorgées d'amidon.

2<sup>o</sup> Une assise périphérique de 2 à 3 rangs de cellules tabulaires allongées horizontalement.

3<sup>o</sup> Une assise superficielle de cellules épidermiques.

Le parenchyme amylicé appartient en propre au nouveau tubercule. L'assise périphérique de tissu fondamental et l'épiderme appartiennent au pédicelle. *Ils sont dus à l'activité du point de végétation du pédicelle et non à celle du cône végétatif enfermé dans la chambre d'inclusion.*

Le parenchyme amylicé homogène consiste en cellules polyédriques, isodiamétriques, toutes semblables, à parois minces, rectilignes sans méats, sans ponctuations (2). Leur noyau nettement lenticulaire, aplati, a conservé son volume primitif, tandis que le volume des cellules s'est fortement accru ; le rapport du volume du noyau au volume de la cellule est ici de  $1/72$ . Ces éléments sont gorgés de petits grains d'amidon arrondis, mais de dimensions très variables. Souvent ces grains d'amidon sont groupés en petits amas muriformes rappelant ceux qu'on voit chez les Aroïdées. Je n'ai pas vu les amylogènes générateurs de ces grains d'amidon. Je n'ai pas trouvé de cristaux dans ces éléments. Le tissu amylicé doit son origine au recloisonnement d'éléments provenant du point de végétation du nouveau tubercule, il ne dépend pas du

(1) C'est un peu au-dessous de cette région qu'on trouve le pore accidentel qui met parfois la chambre d'inclusion en communication avec l'extérieur. Ce pore s'explique par une déchirure qui se fait là où la paroi de la chambre d'inclusion a son minimum d'épaisseur.

(2) Plus tard ces parois s'épaississent un peu et présentent alors des ponctuations réticulées très complexes.

Fig. 137.

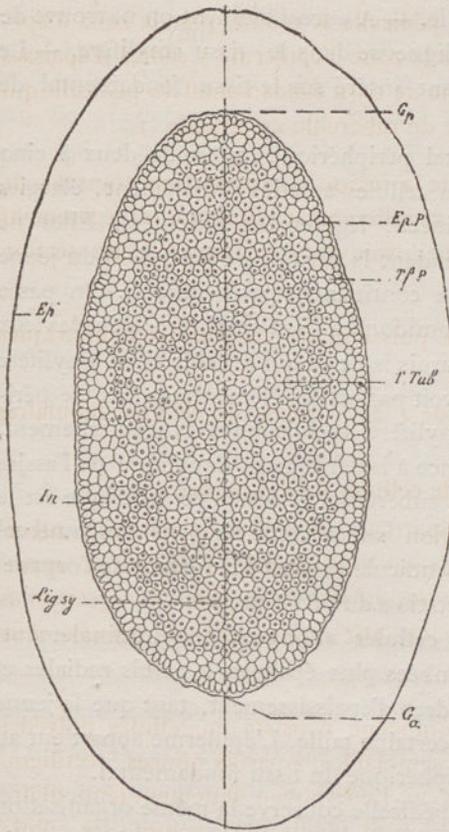


Fig. 137. — Section transversale d'ensemble du nouveau tubercule et de son pédicelle, pratiquée au tiers inférieur du nouveau tubercule.

Lig. sy. Ligne de symétrie.

Gp. Trace de la Génératrice postérieure du pédicelle.

Ga. Trace de la Génératrice antérieure du pédicelle.

Ep. P. Épiderme du pédicelle.

T. f. P Tissue fondamental du pédicelle sur lequel est directement inséré en In le tissu du tubercule.

T. Tub. Tissue du tubercule gorgé d'amidon.

En Ep. a été figuré le contour de la section moyenne du nouveau tubercule au même grossissement.

Fig. 138.

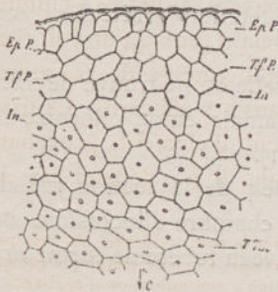
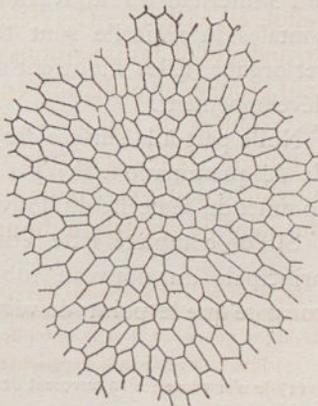


Fig. 138. — Région postérieure de la section transversale d'ensemble représentée figure 137. Grossissement  $\frac{180}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figure 137.

Fig. 139. — Épiderme du sommet du pédicelle vu de face.

Fig. 139.



pédicelle, du moins il n'en dépend pas directement, il appartient donc en propre au nouveau tubercule. — A aucun moment, on ne trouve de trace de différenciation libéro-ligneuse dans le tissu amylicifère. — Le tissu amylicifère est directement inséré sur le tissu fondamental de l'assise périphérique.

L'assise de tissu fondamental périphérique épaisse de deux à cinq rangs d'éléments, consiste en cellules aplaties radialement, élargies horizontalement, à parois minces, légèrement réticulées. Elles ne contiennent d'amidon que pendant la période de formation du jeune tubercule, plus tard elles ne contiennent pas d'amidon. On passe brusquement de ce tissu sans amidon au tissu amylicifère. Dans le vieux tubercule une rupture des parois isole ce qui a été le tissu amylicifère de l'assise périphérique. On voit parfois les éléments de l'assise périphérique contigus au tissu amylicifère recloisonnés tangentiellement, comme s'il y avait une tendance à isoler le tissu amylicifère de l'assise périphérique par une couche subéreuse. L'assise périphérique est la continuation directe de la région superficielle du tissu fondamental du pédicelle, recloisonné perpendiculairement à la surface de l'organe. Elle dépend du point de végétation du pédicelle.

L'épiderme est formé de cellules allongées longitudinalement, étroites, à parois externes bombées plus épaisses, à parois radiales et transversales minces, sans cadres d'épaississement, tant que le jeune tubercule n'a pas acquis une certaine taille. L'épiderme appartient au pédicelle, comme l'assise périphérique du tissu fondamental.

A partir de cette région, le pédicelle conserve la même organisation jusqu'à son sommet, le diamètre de l'organe diminue rapidement dès le  $\frac{1}{3}$  inférieur du nouveau tubercule. Les dernières sections horizontales du pédicelle sont tangentielles par rapport au sommet de cet organe. Elles montrent un point de végétation arrêté dans son développement.

Nulle part à la surface des tissus du pédicelle on ne trouve de trace de désquamation. Il n'y a pas et il n'y a jamais eu de pilorhize au sommet du pédicelle du nouveau tubercule (1).

Si l'on complète cette étude par l'examen de la section radiale principale du nouveau tubercule et de sa chambre d'inclusion, on constate que le point de végétation du nouveau tubercule forme une

(1) Je n'ai vu que bien rarement des stomates sur l'épiderme du pédicelle.

sorte de cône oblique qui descend plus bas en avant qu'en arrière. Ce cône comprend une lame dermatogène sans cellule apicale, qui se réfléchit à sa base et se continue directement avec l'épiderme des parois de la chambre d'inclusion, et par suite, avec l'épiderme du canal de Braun. Sous le dermatogène, on voit une masse épaisse de méristème primitif qui se prolonge davantage inférieurement en avant qu'en arrière. Dans ce méristème les cellules sont isodiamétriques, on n'y voit aucune trace de faisceau. Ce méristème se termine inférieurement par une masse de parenchyme amylicé, directement insérée sur le tissu du pédicelle. L'épiderme à cadres d'épaississement et à prolongements pileux de la partie inférieure du pédicelle se continue par des éléments épidermiques sans cadres d'épaississement et sans poils; cadres et poils ne se produisant que tardivement, quand le nouveau tubercule  $T_{n+1}$  a pris son volume définitif. A la partie inférieure du pédicelle l'épiderme est formé de cellules tabulaires isodiamétriques. Il en est de même du tissu fondamental qu'il recouvre, il y a là un point de végétation éteint (1). Le tissu fondamental du pédicelle se prolonge entre l'épiderme sans poils et le tissu amylicé et les lie l'un à l'autre.

En résumé il ressort de cette description.

1° Que le pédicelle et le nouveau tubercule n'ont dans toute leur étendue qu'une seule surface de symétrie, surface qui coïncide avec la partie antérieure du plan médian de l'observateur.

2° Que le faisceau du pédicelle se termine par une grande lame diaphragmatique concave qui se courbe en entonnoir. Cet entonnoir s'échancre ensuite postérieurement et se prolonge plus bas en avant qu'en arrière, de manière à former une ligne diaphragmatique continue sur toute l'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule.

3° Que le cône végétatif du nouveau tubercule forme au-dessous de son insertion une grande masse de parenchyme amylicé qui appartient en propre au tubercule et non au pédicelle sur le tissu duquel il est cependant directement inséré.

4° Que le canal de Braun entouré par le diaphragme aquifère du pédicelle s'évase en une chambre sur la paroi de laquelle est inséré largement un gros point de végétation, qui n'est autre que le cône végétatif du nouveau tubercule.

(1) Je n'ai pas vu de cellule apicale nette au centre de ce sommet végétatif.

5° Que le tissu du nouveau tubercule est nettement distinct du tissu du pédicelle bien qu'en continuité avec ce tissu.

6° Que le point de végétation propre du nouveau pédicelle est à la partie inférieure de cet organe.

En somme dans le voisinage du sommet du pédicelle s'est formée par invagination une chambre sur la paroi de laquelle se développe un point de végétation adventif.

##### 5. Anatomie du vieux tubercule.

La région du tubercule  $T_n$  placée au-dessous de l'insertion de la pousse qui en est issue correspond à la partie du jeune tubercule  $T_{n+1}$  placée au-dessous de l'insertion de son cône végétatif.

Lorsque la pousse issue du vieux tubercule est entièrement développée, une section transversale d'ensemble de ce tubercule montre :

1° Une masse de grandes cellules polyédriques arrondies, dissociées, qui représentent le tissu amylicifère ;

2° Une assise de cellules allongées horizontalement, qui représente le parenchyme périphérique du tubercule  $T_{n+1}$  ;

3° Une assise épidermique superficielle.

Le parenchyme amylicifère est formé de grandes cellules arrondies, à parois très minces. Ces cellules fortement dissociées laissent entre elles de grands méats. Au centre est une grande lacune due à une déchirure du tissu amylicifère. La surface de ce tissu se continue directement, sauf du côté de la pousse avec l'assise périphérique du pédicelle. L'assise périphérique du pédicelle consiste en cellules aplaties, élargies horizontalement, peu dissociées, grises ou brunes, à parois légèrement collenchymateuses, réticulées. Les cellules de l'assise périphérique du vieux tubercule sont vides comme celles du parenchyme amylicifère. On passe brusquement de l'un à l'autre de ces deux tissus bien qu'ils soient en continuité parfaite (1). L'épiderme consiste en cellules allongées à la fois longitudinalement et radialement. Les cadres d'épaississement sont très fortement indiqués sur les cloisons radiales et transversales de ces cellules épidermiques (2).

(1) Il peut y avoir séparation de l'assise périphérique et du parenchyme amylicifère du vieux tubercule. Mettenius signale des échantillons qui présentaient cette séparation.

(2) Les cadres d'épaississement sont ici très rapprochés de la face profonde des cellules épidermiques.

A l'extrémité de chacun de ces éléments, s'est détaché un petit segment qui s'est ultérieurement prolongé en poil. Le tube du poil est ordinairement séparé de sa base par une cloison. La cuticule de cette assise épidermique est fortement colorée en brun.

Fig. 140.

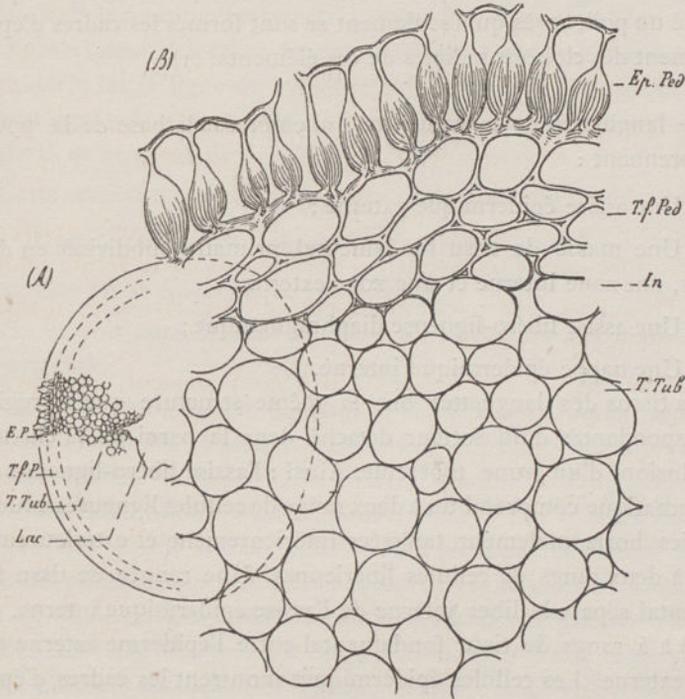


Fig. 140 (A). — Section transversale d'ensemble de la région moyenne du vieux tubercule. Les lettres ont la même signification que dans la figure 137. On remarquera que les cellules épidermiques présentent leur cadre d'épaississement près de leur face profonde et qu'un grand nombre d'entre elles sont prolongées en poils. On remarquera de plus que le tissu fondamental du pédicelle est très nettement distinct du tissu du tubercule. Ces derniers éléments sont fortement dissociés. Le centre du tubercule est occupé par une grande lacune. Lac.

(B). — Portion de la section transversale précédente. Grossissement  $\frac{180}{1}$ .

Le vieux tubercule présente cette même structure dans toute son étendue, le diamètre de la section seul varie, il diminue très rapidement quand on arrive dans la partie inférieure du tubercule.

Si l'on compare la structure du vieux tubercule ridé et flétri à celle du jeune tubercule, on reconnaît que les éléments du jeune tubercule se sont cloisonnés plusieurs fois. Ainsi les cellules épidermiques se sont cloisonnées transversalement ; les éléments du tissu de réserve se sont partagés en divers sens. Puis dans les cellules épidermiques allongées longitudinalement s'est détaché un petit segment qui a donné un poil, après quoi seulement se sont formés les cadres d'épaississement des cloisons radiales de ces éléments. (1)

Les languettes de la collerette qui embrasse la base de la pousse comprennent :

- 1° Une assise épidermique externe ;
- 2° Une masse de tissu fondamental primaire subdivisée en deux zones, une zone interne et une zone externe ;
- 3° Une assise libéro-ligneuse diaphragmatique ;
- 4° Une nappe épidermique interne.

Ces tissus des languettes ont la même structure que les régions correspondantes d'un secteur détaché dans la paroi de la chambre d'inclusion d'un jeune tubercule. Ainsi : l'assise libéro-ligneuse diaphragmatique comprend un à deux rangs de cellules ligneuses courtes, élargies horizontalement, tapissées intérieurement et extérieurement d'un à deux rangs de cellules libériennes. Une rangée de tissu fondamental sépare le liber interne de l'assise épidermique interne. Il y a de 3 à 5 rangs de tissu fondamental entre l'épiderme externe et le liber externe. Les cellules épidermiques montrent les cadres d'épaississements et les poils caractéristiques des cellules du pédicelle. Ces languettes sont donc bien des secteurs formés aux dépens de la paroi de la chambre d'inclusion, lors de la déchirure de cette paroi.

#### 6. Anatomie de la Pousse issue du Vieux tubercule.

Une section transversale d'ensemble pratiquée dans le corps de la pousse issue du vieux tubercule, un peu au-dessous du niveau où les racines sortent de la pousse, a un contour hexagonal élargi latéralement de droite à gauche. Le côté antérieur et le côté postérieur de la section

(1) Même sur le vieux tubercule, il est possible de reconnaître que sa région inférieure est le cône végétatif éteint du pédicelle.

sont légèrement concaves. Au premier abord, la section prise dans son ensemble présente au moins deux lignes de symétrie qui passent par son centre de figure, ces deux lignes de symétrie n'ont pas la même valeur. La plus importante des deux est celle qui coupe les faces antérieure et postérieure de la section. On reconnaît d'ailleurs sur des sections transversales pratiquées à des niveaux plus élevés que le corps de la pousse n'est symétrique que par rapport au plan médian de l'observateur. La trace de cette surface de symétrie sur la section considérée est la ligne de symétrie principale que j'ai signalée. Les autres lignes de symétrie de cette section ne correspondent pas à des surfaces de symétrie de l'organe.

Cette section transversale du corps de la pousse montre :

1<sup>o</sup> Une masse de tissu fondamental primaire ;

2<sup>o</sup> Une assise épidermique superficielle.

On ne voit aucune trace de masse libéro-ligneuse sur cette section transversale.

Le tissu fondamental consiste en cellules cylindriques, atténuées à leurs extrémités, à section transversale circulaire, à section radiale quadrangulaire ou hexagonale, courtes, parfois presque globuleuses dans les échantillons dont la pousse est à la fois très courte et très large. Les parois de ces cellules sont blanches, brillantes, avec de grandes punctuations réticulées sur leurs faces de contact. L'épiderme est formé de cellules tabulaires allongées longitudinalement, un peu atténuées vers le haut et vers le bas, à section transversale rectangulaire, parti ellement dissociées de l'assise cellulaire sous-épidermique. La paroi de ces cellules épidermiques est mince, blanche, brillante. La paroi externe est plus épaisse que les autres, fortement bombée en dehors. Les parois radiales et transversales de ces éléments ne présentent pas de cadres d'épaississement. Ces cellules se distinguent donc très nettement des cellules épidermiques du tubercule. Cette couche épidermique se continue avec l'épiderme interne des languettes ; par suite elle ne se continue nulle part directement avec l'épiderme du vieux tubercule. L'épiderme du corps de la pousse ne porte ni poils ni stomates. Il n'y a pas de chlorophylle dans le corps de la pousse.

La structure de la pousse étant invariable dans toute sa région inférieure, c'est-à-dire depuis son insertion sur le tubercule jusqu'au

Fig. 141.

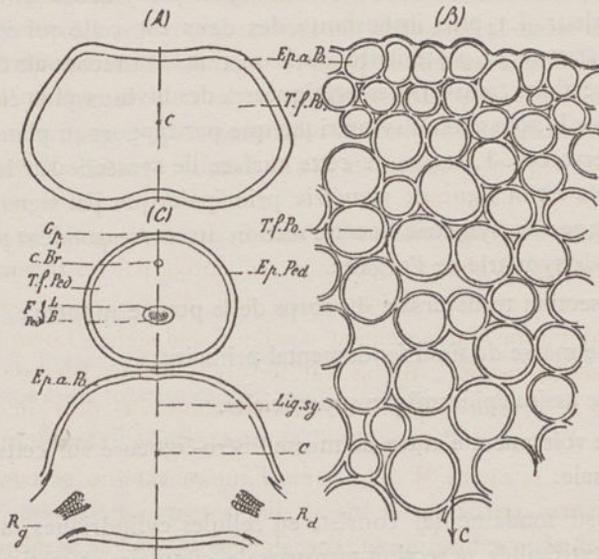


Fig. 141 (A). — Section transversale d'ensemble pratiquée dans la base de la pousse issue du vieux tubercule.

C. Centre de figure de la section.

Lig. sy. Ligne de symétrie. (Trace de la surface de symétrie antéro-postérieure du corps de la plante).

Ep. a. Po. Épiderme antérieur du corps de la pousse.

T. f. Po. Tissu fondamental du corps de la pousse.

(B). — Portion de la section transversale d'ensemble représentée ci-dessus. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

(C). — Section transversale d'ensemble du corps de la pousse, pratiquée immédiatement au-dessous de l'insertion des grosses racines.

Rg. Grosse racine gauche.

Rd. Grosse racine droite.

La section transversale déterminée dans le pédicelle par le plan horizontal mené à travers a pousse a été représentée dans sa position relative.

Ep. Ped. Épiderme du pédicelle.

T. f. Ped, Tissu fondamental du pédicelle.

Fped. Cordon libéro-ligneux du pédicelle.

c. Br. Section du Canal de Braun.

Gp. Trace de la Génératrice postérieure du pédicelle.

niveau d'émergence des racines, il n'y a pas trace de faisceau ou de diaphragme libéro-ligneux dans cette première région de la pousse.

Il se produit très souvent une grande lacune au centre du tissu fondamental de la base de la pousse.

Si on s'élève le long de la pousse, on voit les sections devenir quadrangulaires, le diamètre antéro-postérieur de la section devenant sensiblement égal à son diamètre latéral (1).

Dans la région d'émergence des racines, la structure du corps de la pousse est la même que plus bas, mais dans sa partie postérieure on voit deux grosses racines, l'une à droite l'autre à gauche qui sortent horizontalement. Les tissus rencontrés par ces racines ont été écrasés, transformés en tissus cornés, puis déchirés par pression. Les racines sont donc manifestement d'origine endogène. Lorsqu'il s'agit des grosses racines  $R_d$ ,  $R_g$  on voit, lorsqu'on s'élève, leurs deux lames ligneuses se dresser verticalement, l'une étant plus près du centre de figure de l'organe, l'autre étant plus extérieure. Considérons plus spécialement la racine  $R_d$ . Sa lame ligneuse externe se termine sur l'arc ligneux externe de la masse diaphragmatique droite. Sa lame ligneuse interne se termine sur l'arc ligneux interne de la même masse. Ces terminaisons se font au milieu des lèvres inférieures de ces deux arcs. Les masses ligneuses de la racine  $R_g$  sont disposées symétriquement par rapport aux masses correspondantes de la racine  $R_d$ . Lorsqu'il s'agit des petites racines médianes postérieures placées entre les racines  $R_g$  et  $R_d$ , leur masse ligneuse s'insère à la jonction des bords postérieurs des arcs ligneux du diaphragme placé du même côté. Lorsqu'il s'agit des petites racines antérieures  $r_{2d}$ ,  $r_{2g}$ , leur masse libéro-ligneuse s'insère à la jonction des bords antérieurs des arcs ligneux du diaphragme placé du même côté. C'est au niveau où les racines  $R_g$ ,  $R_d$ , s'insèrent sur les diaphragmes postérieurs de la pousse que la génératrice antérieure du pédicelle du tubercule  $T_{n+1}$ , s'attache à la face antérieure du corps de la pousse.

Une section transversale d'ensemble de la pousse pratiquée à la base de ses diaphragmes aquifères montre le pédicelle adhérent à sa face

(1) Cette première région de la pousse est très étendue dans les pieds dont la pousse est grêle, allongée; elle est au contraire très courte dans les pieds dont la pousse est large. Sur les pieds larges très souvent les sillons que j'ai signalés à la base de la pousse sur ses faces antérieure et postérieure n'existent pas.

antérieure par un point très restreint. L'épiderme du pédicelle se continue directement avec l'épiderme de la pousse. Au point où se fait la jonction des deux épidermes, on passe brusquement de l'un à l'autre.

Dans la portion de section qui appartient en propre à la pousse on reconnaît :

1° Deux grandes masses libéro-ligneuses diaphragmatiques postérieures distinctes (1), symétriques l'une de l'autre par rapport au plan médian de l'observateur. Ces diaphragmes postérieurs sont compris entre le centre de figure de la section et les angles postérieurs de la surface de la pousse. Ces deux diaphragmes sont identiques l'un à l'autre à leur position près.

2° Une masse de tissu fondamental primaire qui comble l'espace laissé entre les tissus libéro-ligneux et l'assise épidermique superficielle.

3° Une assise épidermique superficielle.

Le tissu fondamental et l'épiderme ont la même structure que dans la région inférieure du corps de la pousse. Ces tissus se continuent directement avec les tissus de même nom du pédicelle, en particulier les deux épidermes sont à la suite l'un de l'autre, il n'y a donc pas eu de décortication.

Chaque masse libéro-ligneuse comprend deux arcs ligneux ; l'un externe convexe vers l'extérieur, l'autre interne convexe vers le centre de figure de l'organe. Les deux arcs sont réunis bord à bord. L'espace compris entre les arcs ligneux est occupé par de  *fines cellules grillagées bien caractérisées*. La surface libre des arcs ligneux est séparée du tissu fondamental par une assise d'un à deux rangs de cellules libériennes. *Il n'y a aucune trace de gaine protectrice autour de ces masses libéro-ligneuses.*

L'arc ligneux extérieur de chaque masse libéro-ligneuse est formé de trachées de moyen calibre, courtes, toutes semblables. Il n'est pas possible à ce niveau de reconnaître un groupe de trachées initiales. Les éléments de cet arc sont cependant caractérisés avant les éléments de l'arc ligneux intérieur voisin. L'arc ligneux intérieur de chaque masse

(1) Bien rarement et seulement dans des échantillons à cinq frondes inférieures, j'ai vu ces deux masses diaphragmatiques coalescentes jusqu'à leur origine inférieure.

Fig. 142.

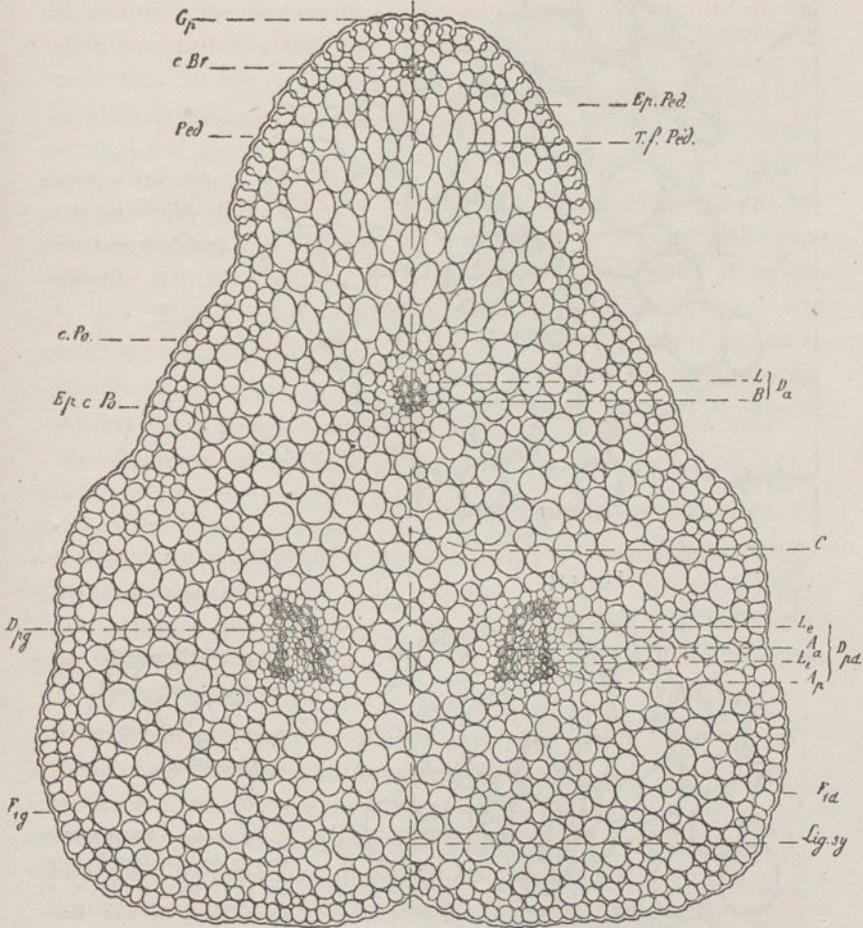


Fig. 142. — Section transversale d'ensemble du corps de la pousse pratiquée entre l'insertion des grosses racines et l'émission des premières frondes inférieures.

Da, Diaphragme antérieur. B. son bois. L. son liber.

Dpg, Diaphragme postérieur gauche. Ap, Arc ligneux postérieur. Aa, Arc ligneux antérieur. Le, Liber externe qui entoure les arcs ligneux. Li, Masse libérienne comprise entre les deux arcs ligneux.

Fig, Trace de la Fronde inférieure externe située à gauche.

Fid, Trace de la Fronde inférieure externe située à droite.

c. Po, Région libre du corps de la pousse.

Ep. c. Po, Épiderme de la région libre du corps de la pousse.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 141.

Fig. 143.

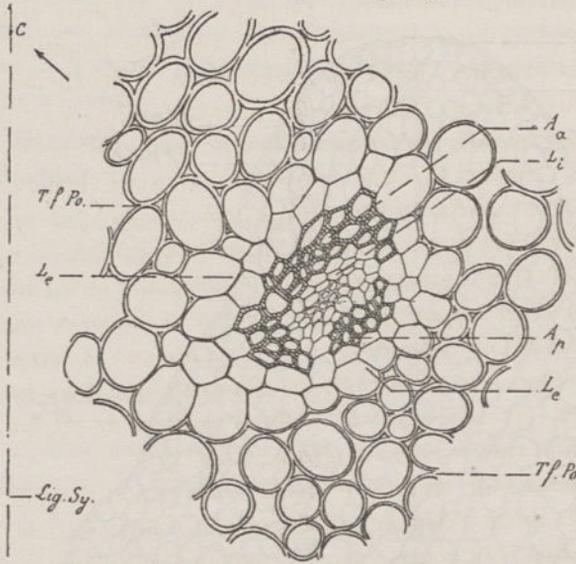


Fig 143 — Section du diaphragme postérieur droit représentée fig. 142. Grossissement  $\frac{175}{1}$ .

Fig. 144.

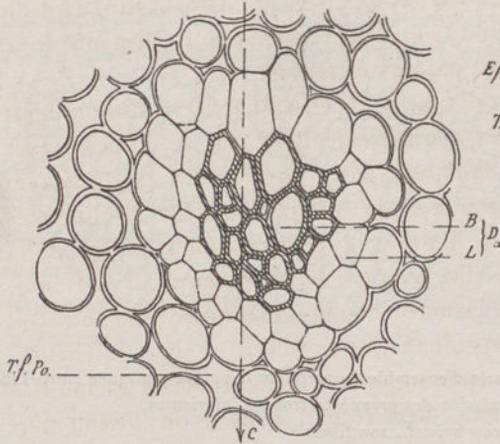


Fig. 144. — Section du diaphragme antérieur représentée fig. 142. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

Fig 145.

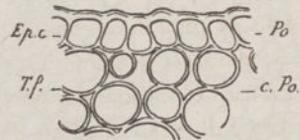


Fig. 145. — Section transversale de la surface du corps de la pousse pratiquée au niveau de la fig. 142. Grossissement  $\frac{160}{1}$ .

est beaucoup plus grand que son arc ligneux extérieur. Il se compose de 1 à trois rangs de grosses trachées courtes, élargies horizontalement, directement contiguës l'une à l'autre. Le bord antérieur et le bord postérieur de cet arc trachéen interne se relie aux bords corres-

pondants de l'arc externe. L'îlot libérien compris entre les deux arcs ligneux est composé de cellules grillagées étroites, allongées longitudinalement, à parois blanches, brillantes, légèrement collenchymateuse, avec de beaux grillages transversaux; peut-être même y a-t-il des plaques grillagées latérales sur les parois longitudinales de ces éléments. Ceux de ces éléments libériens qui sont contigus aux éléments ligneux sont plus élargis, *et ils affectent une disposition rayonnée qui rappelle une zone cambiale*. On dirait qu'une file de cellules initiales s'est cloisonnée tangentiellement à plusieurs reprises. *Comme dans bien d'autres cas, ce n'est là qu'une apparence. Cette allure de cambium est due à ce que, dans la plupart des échantillons, il y a une tendance à l'écrasement des cellules centrales de cet îlot libérien*. Dans presque tous les échantillons, en effet, quelques-unes des cellules centrales de cet îlot sont écrasées et parfois transformées en parenchyme corné.

Les éléments ligneux sont séparés du tissu fondamental par une couche de un à deux rangs d'éléments libériens extérieurs. Ces éléments libériens externes sont courts, assez fortement élargis horizontalement; parmi eux il y a beaucoup de cellules neutres (fibres primitives recloisonnées). En section transversale, ils se distinguent du tissu fondamental parce qu'ils sont plus étroits que les éléments de ce tissu, de plus ils ne laissent pas de méats entre eux.

Il ressort de cette description que l'ensemble de la section n'est symétrique que par rapport à une seule ligne qui se confond avec la trace du plan médian de l'observateur sur le plan de la section considérée. Cette droite passe à égale distance des deux diaphragmes postérieurs, par le centre de figure de la pousse, par le milieu de la masse libéro-ligneuse du pédicelle et par le centre du canal de Braun.

L'arc ligneux externe de la masse diaphragmatique droite ne reçoit que le cordon libéro-ligneux de la fronde inférieure  $F_{1d}$ . Inférieurement il donne attache à la lame ligneuse supérieure de la racine  $R_d$ . L'arc interne du diaphragme droit reçoit, mais à un niveau plus élevé, les cordons libéro-ligneux des frondes  $F_{1nd}$  et  $F_{2d}$ . Le cordon de  $F_{1nd}$  s'attachant sur son bord postérieur devenu libre, le cordon de  $F_{2d}$  s'attachant sur son bord antérieur devenu également libre, cette dernière insertion étant d'ailleurs la plus élevée. Inférieurement, cet arc interne reçoit en son milieu l'attache de la lame ligneuse inférieure de la racine  $R_d$ . Quand il y a d'autres racines insérées sur le diaphragme droit, leur masse libéro-ligneuse vient se placer, comme

Fig. 146.

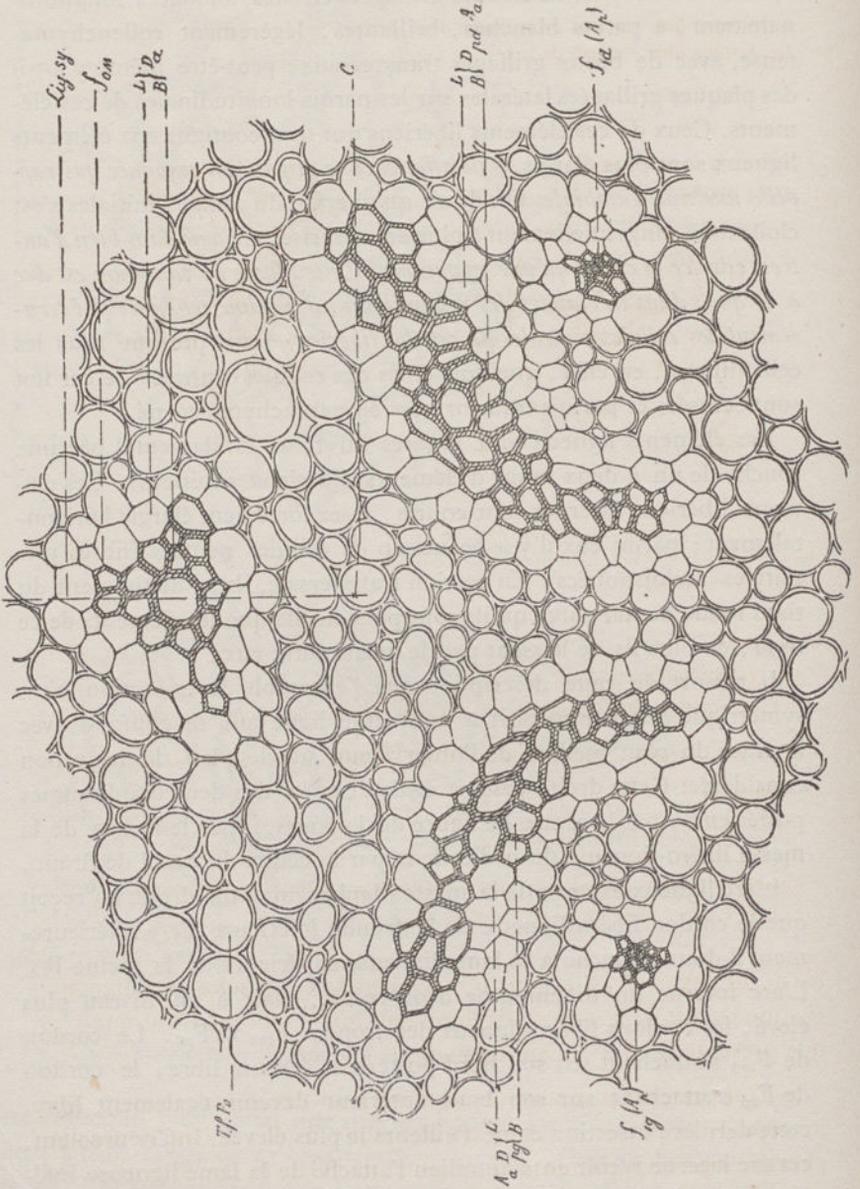


Fig. 146 — Section transversale des masses libéro-ligneuses du corps de la pousse,

prise entre l'émission des cordons sortants des frondes inférieures externes et l'émission des cordons sortants des frondes médianes postérieures. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

f<sub>1g</sub>. Cordon libéro-ligneux de la Fronde F<sub>1g</sub>.  
f<sub>1d</sub>. Cordon libéro-ligneux de la Fronde F<sub>1d</sub>.

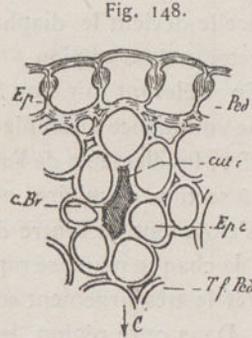
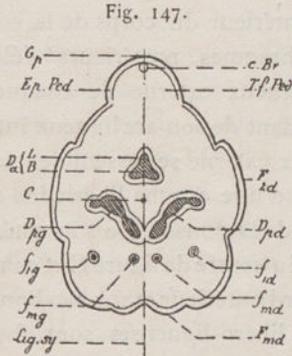


Fig. 147. — Section transversale d'ensemble du corps de la pousse, prise entre l'émission des cordons sortants des frondes médianes postérieures et l'émission des cordons sortants des frondes antérieures.

F<sub>md</sub>. Fronde médiane postérieure droite. f<sub>md</sub>. Le cordon libéro-ligneux qui se rend à cette fronde.

F<sub>ad</sub>. Fronde antérieure droite.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 148. — Section transversale du Canal de Braun, prise au niveau de la fig 147. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

cut. c. Cuticule du canal.

Ep. c. Épiderme du canal.

Ep. Ped. Épiderme du pédicelle, reconnaissable à ses cadres d'épaississement.

T. f. Ped. Tissu fondamental du pédicelle.

je l'ai dit page 165, à la jonction des bords de ses deux arcs ligneux. Ce que j'ai dit de la masse diaphragmatique droite est identique à ce que présente la masse diaphragmatique gauche.

Si l'on pratique une suite de sections horizontales successives dans le corps de la pousse et les pièces attenantes depuis la base de ses diaphragmes postérieurs jusqu'au sommet de l'Organe de Mettenius, on constate d'abord que ces sections sont transversales par rapport au corps de la pousse. Les premières de ces coupes montrent le pédicelle

du tubercule  $T_{n+1}$  adhérant de plus en plus à la face antérieure du corps de la pousse et formant une bosse limitée superficiellement par son épiderme à cadres spéciaux. Le canal de Braun est ici très voisin de la surface de la génératrice postérieure du pédicelle et s'en rapproche de plus en plus à mesure qu'on s'élève. La masse libéro-ligneuse du pédicelle devient le diaphragme antérieur du corps de la pousse. Dans cette même région, les diaphragmes postérieurs s'élargissent. En s'élevant un peu, l'arc ligneux externe de chaque diaphragme commence à devenir indépendant de son arc ligneux interne. A cet effet, les éléments de l'arc ligneux externe se rassemblent en un cordon à section circulaire, enveloppé d'une couche libérienne continue et s'éloignent du centre de figure de la pousse. De son côté, l'arc interne de chaque masse se rapproche du centre de figure C et en même temps s'étale très largement sur son bord antérieur et sur son bord postérieur. Dans cette région, les masses libéro-ligneuses sont formées exclusivement d'éléments courts. Les deux arcs externes des masses diaphragmatiques postérieures ont cependant des éléments plus allongés.

Quelques coupes plus haut, le canal de Braun n'est séparé de la surface de la génératrice postérieure du pédicelle que par les cellules épidermiques et par une rangée de cellules de tissu fondamental. Le diaphragme antérieur du corps de la pousse consiste alors en une grande masse pleine de grosses trachées courtes, bombée sur sa face externe et au contraire élargie tangentiellement sur sa face profonde. Cette masse trachéenne est revêtue d'un à deux rangs d'éléments libériens. Les diaphragmes postérieurs sont complètement transformés, l'arc externe de chaque diaphragme étant devenu indépendant de l'arc interne qui l'accompagnait. Ces groupes ligneux libres sont formés de trachées dont les plus grêles sont centrales. Les éléments libériens qui revêtent ces cordons ligneux externes sont larges, difficiles à distinguer du tissu fondamental; on les reconnaît cependant à leurs grillages et à l'absence de méats. Les deux cordons libéro-ligneux externes se rendent directement dans les frondes inférieures les plus extérieures, c'est-à-dire dans les frondes  $F_1$ , en s'écartant lentement du centre de figure C du corps de la pousse.

L'arc interne de chaque masse diaphragmatique postérieure est formé de très grosses trachées courtes, horizontales, à parois minces, à spiricule très nette. Cet arc ligneux est revêtu, sur toute sa

périphérie, de 1 à 2 rangs d'éléments libériens courts. Cet arc interne très agrandi est plus épais à ses deux extrémités ou bords. Sur ces bords s'insèrent, en arrière, le cordon libéro-ligneux de la fronde  $F_m$  correspondante, et en avant le cordon libéro-ligneux de la fronde  $F_2$  correspondante.

Au niveau où les cordons ligneux  $F_m$  se détachent du bord postérieur des arcs internes des diaphragmes postérieurs, on voit se former à la partie externe du diaphragme antérieur un cordon libéro-ligneux qui se rendra dans l'Organe de Mettenius. Quelques coupes plus haut, le canal de Braun débouche sur la surface de la plante au bas du sillon postérieur de l'Organe de Mettenius et l'épiderme à cadres du pédicelle cesse brusquement. A la partie postérieure du corps de la pousse, on voit dès ce niveau des sillons qui indiquent la base des frondes  $F_m$  et  $F_2$ .

Plus haut encore, un grand pont diaphragmatique unit l'un à l'autre les bords postérieurs des arcs internes, en même temps le diaphragme antérieur s'élargit beaucoup. Les cordons ligneux sortant dans les frondes inférieures  $F_1$ ,  $F_m$ ,  $F_2$  et dans l'Organe de Mettenius, s'écartent de plus en plus du centre de figure C. Remarquons encore qu'à ce niveau l'ensemble de la section et de ses annexes, frondes inférieures et Organe de Mettenius, n'est symétrique que par rapport à une seule ligne qui se confond avec la trace du plan médian de l'observateur sur le plan de la section. A ce niveau, la section transversale du corps de la pousse montre :

1° Un grand arc ligneux diaphragmatique postérieur tapissé de liber sur toute sa périphérie, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

2° Un arc libéro-ligneux diaphragmatique antérieur.

3° Six masses libéro-ligneuses indéterminées postérieures, trois à droite, trois à gauche, qui se rendent aux frondes inférieures (1).

(1) Dans les pieds à cinq frondes inférieures que j'ai étudiés, le cordon libéro-ligneux de l'unique fronde  $F_m$  se jetait soit sur le bord postérieur de l'arc interne droit, soit sur le bord de l'arc interne gauche. Bien rarement il se réunissait à la fois aux bords postérieurs des deux arcs internes. On peut conclure de ces rapports que le plus ordinairement dans les pieds à cinq frondes une des frondes normales  $F_m$  fait défaut, il n'en reste qu'une bien développée. — Accidentellement cependant les rapports de l'unique fronde  $F_m$  sont tels que cette fronde semble avoir la valeur d'une pièce double équivalente à l'ensemble des deux frondes  $F_m$ .

4° Une masse libéro-ligneuse indéterminée antérieure qui se rend à l'Organe de Mettenius, Organe qui est représenté en avant du corps de la pousse par un gros mamelon bilobé.

Aux six cordons sortant dans les frondes inférieures correspondent six bosses, deux plus externes qui correspondent aux frondes  $F_1$ , deux médianes postérieures qui correspondent aux frondes  $F_m$ , et enfin deux plus antérieures que les autres qui débordent le corps de la pousse par leur bord libre ou antérieur, ce sont les frondes  $F_2$ . A chaque fronde droite correspond une fronde gauche symétrique. Des trois cordons sortant dans les frondes inférieures, le médian, le plus externe, se termine inférieurement en donnant l'arc externe de la masse diaphragmatique, le postérieur se rend sur le bord postérieur de l'arc interne, l'antérieur se rend sur le bord antérieur de l'arc interne.

Il ressort de cette étude que l'organe de Mettenius est complètement indépendant des frondes inférieures, et qu'il est coalescent par sa face inférieure avec la génératrice externe du pédicelle. Il en ressort aussi que les frondes inférieures sont coalescentes entre elles.

Plus haut, les bords du diaphragme antérieur se réunissent aux bords du grand arc diaphragmatique postérieur ; il en résulte soit une masse diaphragmatique pleine sur laquelle s'insère la masse libéro-ligneuse du pédoncule fructifère, soit une masse diaphragmatique annulaire sur laquelle se fait la même insertion. La plénitude ou l'évidement de la masse dépend du volume qu'avait le cône végétatif du pédoncule au moment où il a pris une allure régulière.

#### 7. — Anatomie des Frondes inférieures.

Sauf au voisinage immédiat de leur insertion, toutes les frondes inférieures du *Phylloglossum* ont la même structure ; il me suffit donc pour faire connaître ces frondes de décrire l'une d'elles, puis de lui comparer la région inférieure des autres frondes. Les particularités de l'insertion de chaque fronde inférieure ont été traitées dans l'Anatomie du corps de la pousse.

La section transversale moyenne d'une fronde inférieure est elliptique ou presque circulaire. Cette section montre :

1° Une masse libéro-ligneuse indéterminée plus rapprochée de la face antérieure de la fronde que de sa face postérieure ;

2° Autour de la masse libéro-ligneuse une couche épaisse de tissu fondamental primaire ;

3° Une assise superficielle de cellules épidermiques dans laquelle on ne peut distinguer la face interne de la face externe autrement que par la position du cordon libéro-ligneux.

Fig. 149.

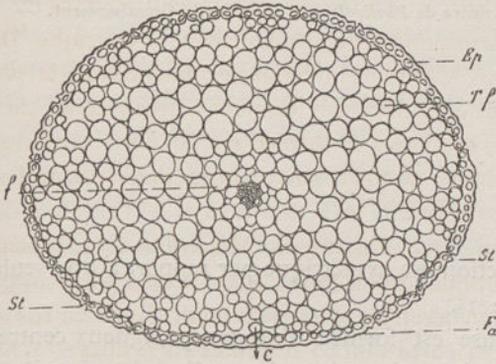


Fig. 149. — Section transversale d'ensemble, pratiquée dans la région moyenne d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii*.

Fa. Face antérieure de la Fronde.

Ep. Épiderme de la fronde.

St. Stomate.

T. f. Tissu fondamental.

F. Cordon libéro-ligneux de la Fronde.

C →. Direction dans laquelle se trouve le centre de figure de la section correspondante de l'axe de la plante.

Fig. 150.

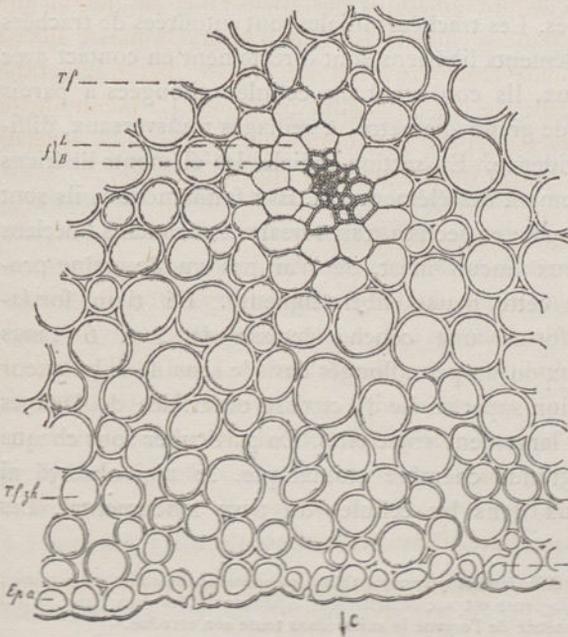


Fig. 150. — Portion antérieure de la section transversale représentée fig. 149. Grosissement  $\frac{170}{1}$ .

Ep. a. Épiderme de la face antérieure.

T. f. zh. Zone herbacée du tissu fondamental immédiatement contiguë à l'épiderme.

L. Liber du cordon libéro-ligneux.

B. Bois du cordon libéro-ligneux.

Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 149.

Fig. 151.

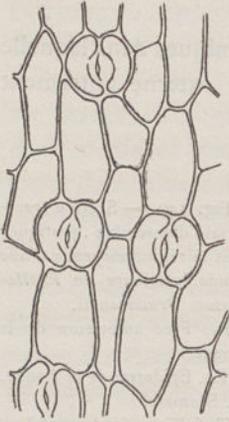


Fig. 151. — Épiderme de la région moyenne d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii* Grossissement.  $\frac{160}{1}$ .

L'ensemble de cette section est symétrique par rapport à une seule droite antéro-postérieure (1).

La masse libéro-ligneuse est formée d'un groupe ligneux central comprenant de 8 à 20 trachées dont les plus grêles, les premières différenciées, sont centrales. Certaines de ces trachées initiales sont des vaisseaux annelés. Les trachées initiales sont entourées de trachées plus grosses. Les éléments libériens sont directement en contact avec les éléments ligneux. Ils consistent en cellules allongées à parois brillantes, minces, de grand diamètre, à grillages transversaux, difficiles à mettre en évidence. En section radiale, les éléments libériens se distinguent facilement des éléments du tissu fondamental; ils sont beaucoup plus allongés; en section transversale ces éléments libériens ne laissent entre eux aucun méat. Je n'ai pas vu de gaine protectrice autour de cette masse libéro-ligneuse. Le tissu fondamental primaire forme une couche épaisse de 5 à 6 rangs d'éléments globuleux ou un peu allongés dans le sens de la longueur de l'organe. La région superficielle de ce tissu est criblée de lacunes qui communiquent largement entre elles. En particulier sous chaque stomate il y a une grande chambre stomatique. Je n'ai observé ni amidon, ni cristaux dans les cellules du tissu fondamental. Les

(1) Cette symétrie est difficilement reconnaissable à première vue sur une seule coupe, lorsque la masse libéro-ligneuse est accidentellement équidistante des deux faces, il faut alors pour constater la symétrie de l'organe le suivre dans toute son étendue.

noyaux de ces éléments sont petits, fusiformes, aplatis. C'est sur les flancs du faisceau que les lacunes sont les plus grandes. Les cellules superficielles du tissu fondamental sont plus petites que les cellules profondes. Elles contiennent de la chlorophylle. Le tissu fondamental a sensiblement la même structure tout autour du faisceau, toutefois les éléments de la face antérieure sont un peu plus petits que ceux qui sont situés à sa face postérieure. L'épiderme est formé d'une couche de cellules tabulaires allongées longitudinalement, à parois radiales rectilignes, à parois transversales horizontales. Ces cellules sont un peu atténuées à leurs extrémités. Les cloisons radiales et transversales des cellules épidermiques sont dépourvues de cadres d'épaississement. L'épiderme est dépourvu de poils.

L'assise épidermique porte de gros stomates arrondis vaguement disposés en files irrégulières. Ces stomates sont également répartis sur la surface de la fronde. Les bords de chaque ostiole sont fortement épaissis, ils forment une petite antichambre en avant de l'ostiole. Sur la surface de l'antichambre la paroi paraît criblée d'un sablé très fin, dû à de petites granulations celluloses plus denses, différenciées dans l'épaisseur des couches cuticulaires.

Les cellules stomatiques sont placées au même niveau que les autres cellules épidermiques ou un peu en saillie au-dessus de cet épiderme.

La surface externe des cellules épidermiques est fortement cuticularisée, l'assise cuticulaire est jaune d'or, granuleuse, très résistante.

Quand on s'élève de la région moyenne de la fronde jusqu'à son sommet, la fronde conserve la même structure générale. Sa section devient régulièrement circulaire, sa masse libéro-ligneuse est alors centrale. La structure de la fronde à ce niveau supérieur est donc complètement centrique, c'est-à-dire qu'elle est la même dans tous les azimuts. Une section transversale prise isolément dans le tiers supérieur de la fronde montre donc une sorte de symétrie rayonnée. On sait d'ailleurs que cette symétrie rayonnée n'est qu'apparente lorsqu'on connaît la structure de l'organe dans toute son étendue.

En approchant du sommet de la fronde, les trachées se réduisent à 5, puis à 3. Lorsqu'elles sont très peu nombreuses, les trachées sont toutes de même calibre, courtes, globuleuses ou polyédriques. Les éléments libériens qui entourent ces trachées et qui les recouvrent à la

Fig. 152

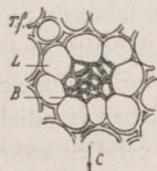


Fig. 153

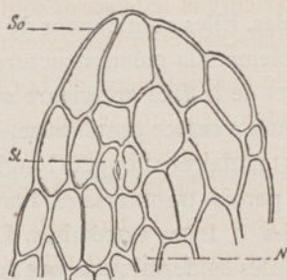


Fig. 152. — Section transversale du cordon libéro-ligneux d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii*, prise dans le haut de cette fronde. Grossissement  $\frac{160}{1}$ .

Fig. 153. — Épiderme du sommet d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii*. Grossissement  $\frac{160}{1}$ .

So. Sommet de la Fronde.

St. Le dernier stomate de la Fronde.

N. Niveau jusqu'où s'élève le cordon libéro-ligneux dans la Fronde.

manière d'un dôme sont courts, polyédriques. Cette terminaison du faisceau de la fronde forme une très petite ampoule. Il n'y a qu'un petit nombre d'éléments de tissu fondamental entre la terminaison du faisceau et le sommet de la fronde. Je n'ai pas vu de cellule apicale au sommet de la fronde développée. N'y a-t-il pas une cellule apicale au sommet de la fronde en voie de développement ? Je ne puis rien affirmer.

Si l'on se dirige de la section moyenne de la fronde vers sa base, en pratiquant une suite de sections transversales d'ensemble, on voit ;

1° Que dans toute sa partie verte, la fronde conserve la même structure et la même forme que dans la région médiane ;

2° Que dans le haut de la partie incolore, la fronde conserve encore sa même structure à celà près :

1° Que les éléments épidermiques s'allongent beaucoup longitudinalement et prennent des parois très minces rectilignes.

2° Que l'assise épidermique ne présente plus de stomates.

3° Que les éléments du tissu fondamental sont plus allongés, dépourvus de chlorophylle ; ceux d'entre eux qui sont compris entre la face antérieure et le faisceau sont plus petits que ceux qui sont situés entre ce faisceau et la face externe.

Vers le tiers inférieur de la région incolore, la forme de la section change et sa structure se modifie sensiblement. L'ensemble de la section figure un trapèze à côtés convexes et à angles mousses. Le petit côté représente la face antérieure ; les deux côtés latéraux et le grand côté représentent la face externe. L'ensemble de la section est alors nettement symétrique par rapport à une seule droite, la masse libéro-ligneuse étant alors beaucoup plus rapprochée de la face antérieure que de la face postérieure de la fronde. Le tissu fondamental est composé de cellules sans chlorophylle allongées longitudinalement. L'épiderme a la même structure que ci-dessus ; les éléments de sa face antérieure sont plus grêles que ceux de sa face postérieure. La masse libéro-ligneuse se compose d'un groupe de trachées dont les plus grêles, différenciées en premier lieu, sont centrales. Ces trachées sont revêtues extérieurement d'une couche continue d'éléments libériens.

Plus bas on voit de grandes lacunes entre le cordon libéro-ligneux et l'épiderme externe de la fronde, et d'une fronde à l'autre la forme de la section change. En général la fronde  $F_{2g}$ , a un bord droit plus ou moins prolongé en languette libre, pendant que son angle postérieur gauche adhère au bord droit de  $F_{1g}$ . La fronde  $F_{mg}$

Fig. 154.

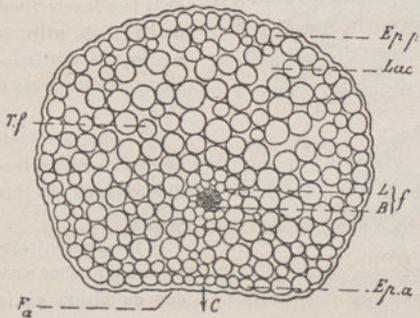


Fig. 154. — Section transversale d'ensemble d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii*, pratiquée au cinquième inférieur de cette fronde.

F<sub>a</sub>. Face antérieure de la fronde. Ep. a. Épiderme antérieure.

Ep. p. Epiderme postérieure de la Fronde.

Lac. Lacunes qui peuvent être très grandes dans la région postérieure de la Fronde.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 149.

conserve sa forme trapézoïde, son bord droit se réunit au bord gauche de la fronde  $F_{ig}$ , tandis que son bord gauche se réunit au flanc droit de sa symétrique  $F_{md}$ . Cette adhérence très nette est peu étendue. Les

Fig. 155.

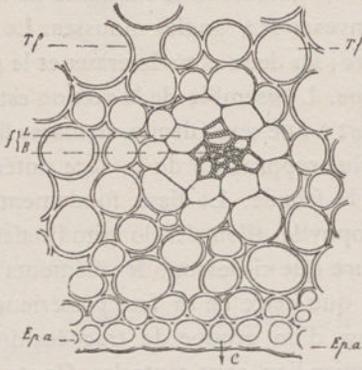


Fig. 156.

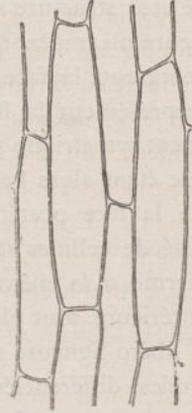


Fig. 155. — Portion antérieure de la section transversale d'ensemble représentée fig. 154. Grossissement  $\frac{160}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figure 154.

Fig. 156. — Épiderme antérieur d'une fronde inférieure de *Phylloglossum Drummondii*, pris dans la région inférieure de cette fronde. Grossissement  $\frac{160}{1}$ .

Fig. 156.

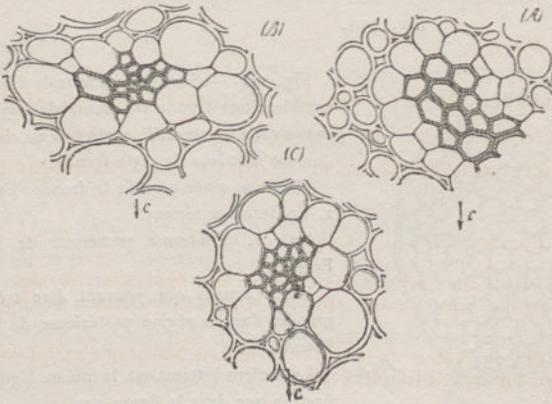


Fig. 157 (A). — Section transversale du cordon libéro-ligneux de la fronde antérieure droite ( $F_{2d}$ ), prise au moment de son émission par le diaphragme  $D_{pd}$ .

(B). — Section transversale du même cordon, prise un peu plus haut.

(C). — Section transversale du même cordon au niveau où la ronde devient libre.

frondes  $F_{1d}$ ,  $F_{md}$ ,  $F_{2d}$  sont symétriques des frondes  $F_{1g}$ ,  $F_{mg}$ ,  $F_{2g}$ , par rapport au plan médian de l'observateur.

Lorsqu'il n'y a qu'une fronde médiane postérieure, ses angles se réunissent aux bords voisins des frondes  $F_{1g}$ ,  $F_{1d}$ , au moment où sa face antérieure devient coalescente avec le corps de la pousse.

Plus bas on voit les faces antérieures de toutes les frondes coalescentes avec la face postérieure de la pousse, puis les cordons ligneux des frondes  $F_2$ ,  $F_m$ ,  $F_1$ , rentrent successivement dans le corps de la pousse en devenant de plus en plus diaphragmatiques. Le cordon de  $F_{2g}$ , devenu diaphragmatique forme le bord antérieur de l'arc interne du diaphragme gauche. Le cordon de  $F_{mg}$ , devenu diaphragmatique forme un peu plus bas le bord postérieur du même diaphragme. Enfin le cordon  $F_{1g}$ , devient l'arc ligneux externe du diaphragme postérieur gauche et s'unit bord à bord avec l'arc interne du même diaphragme. Ce que j'ai dit des frondes de gauche peut être répété pour les frondes de droite en changeant droite en gauche et *vice-versa*.

Qu'advient-il dans les pieds à onze frondes inférieures? je ne sais, n'ayant pu disposer pour mes études anatomiques de spécimens présentant cette particularité (1).

Il ressort de cette description de la structure de la fronde :

1° Que le sommet végétatif de cet organe est d'abord à son extrémité libre ;

2° Que ce sommet s'éteint de bonne heure ;

3° Que l'élongation de la fronde est due à un grand accroissement intercalaire.

### 8. Anatomie des Racines.

Une section transversale d'ensemble pratiquée dans la région moyenne d'une grosse racine de *Phylloglossum Drummondii* bien revivifiée est régulièrement circulaire ou elliptique (2), symétrique par

(1) Je crois avoir remarqué que lorsqu'il y a plus de six frondes, il y a des frondes médianes postérieures plus internes que les frondes  $F_{md}$  et  $F_{mg}$  signalées ci-dessus et que leur masse libéro-ligneuse se réunit à la partie postérieure des arcs ligneux internes des diaphragmes postérieurs avant que ceux-ci n'aient reçu les cordons libéro-ligneux des frondes  $F_{mg}$ ,  $F_{md}$ .

(2) La légère excentricité du contour de la section tient dans beaucoup d'échantillons l'affaissement qui s'est produit lors de leur dessiccation.

rapport à deux droites qui passent toutes deux par son centre de figure. Cette section montre :

1° Un faisceau bi-polaire central dont le centre de figure  $\gamma$  coïncide avec le centre de figure C de l'organe.

2° Autour du faisceau, une gaine protectrice.

3° Une couche de liège intérieur (parenchyme cortical centrifuge des auteurs) dont la région superficielle est dissociée en trabécules ou cordons fortement tendus (1). Ces cordons vont des tissus superficiels de la racine à ceux qui entourent immédiatement la gaine ;

4° Une enveloppe de tissus superficiels comprenant une assise pilifère externe et une couche de tissu fondamental secondaire.

Le faisceau présente deux lames ligneuses très larges, diamétralement opposées. Le plan de ces deux lames est, je crois, vertical (2). Chaque masse ligneuse est exclusivement formée de trachées dont les plus fines sont les plus extérieures. Il y a selon les échantillons de 3 à 10 trachées dans chaque lame ligneuse. Dans la majorité des grosses racines que j'ai étudiées, les deux lames ne se rencontraient pas au centre de figure, elles étaient séparées par des fibres à parois minces, écrasées de façon très diverses dans les échantillons secs non revivifiés ou revivifiés trop vite. Les cellules grillagées forment deux petits amas disposés en croix avec les lames ligneuses. Le péricambium est formé de fibres primitives allongées. Tous les éléments du faisceau des racines sont très allongés et assez grêles. Je n'ai jamais constaté d'atrophie partielle ou totale d'un des îlots grillagés de ce faisceau. Ce faisceau n'est donc pas courbé par atrophie partielle d'un de ses secteurs comme le faisceau des racines d'Isoètes, ou comme le faisceau des racines internes des Lycopodes dressés.

La gaine protectrice est formée de larges cellules, plus grosses que les cellules péricambiales. Je n'ai pu voir bien nettement les cadres d'épaississement des parois radiales de cette assise.

Le liège intérieur ou parenchyme cortical à développement centri-

(1) Ce n'est que quand quelques-uns de ces trabécules se sont brisés accidentellement que le faisceau paraît excentrique.

(2) Accidentellement, me semble-t-il, et par suite de torsion, le plan de ces deux lames paraît horizontal.

Fig. 158.

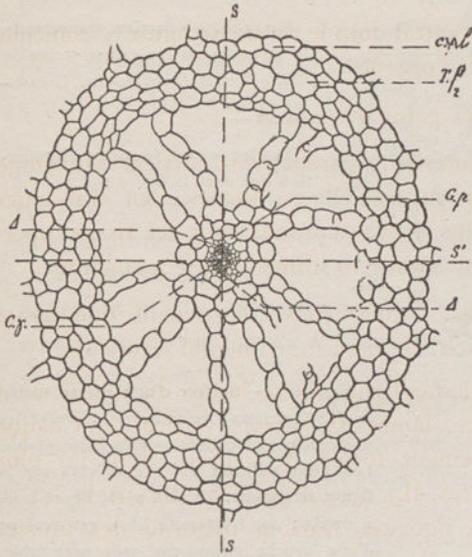


Fig. 158. — Section transversale d'ensemble, prise dans la région moyenne d'une grosse racine de *Phylloglossum Drummondii*.

SS Trace de la surface principale de symétrie.

S'S'. Trace de la seconde surface de symétrie.

C. Centre de figure de la racine.

γ. Centre de figure du faisceau.

Δ, Δ. Pôles ligneux du faisceau.

Gp. Gaine protectrice.

Trb. Trabécules.

T. f. Tissu fondamental secondaire superficiel.

c. pl. Assise pilifère.

pl. Poils radicaux.

Δ, Δ. Ilot grillagé

Fig. 159.

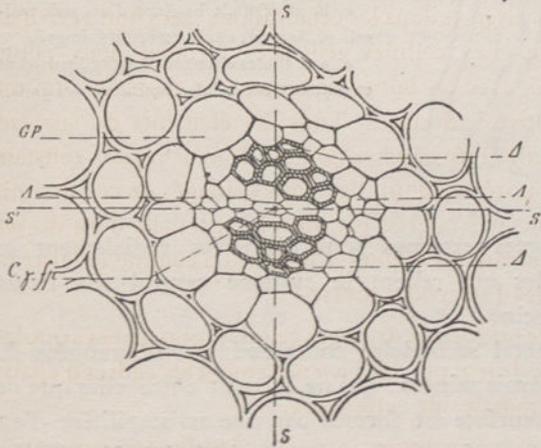


Fig. 159. — Section transversale du faisceau d'une grosse racine de *Phylloglossum Drummondii*. Grossissement  $\frac{100}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

f. p. Fibres primitives à parois minces qui occupent la région centrale du faisceau.

fuge des auteurs, est formé de 5 à 8 rangs de cellules disposées à la fois en séries radiales et en séries tangentielles. Ces éléments sont à parois minces lisses. Les deux ou trois rangées de cellules profondes de cette couche laissent entre elles de grands méats sur leurs arêtes

Fig. 160.

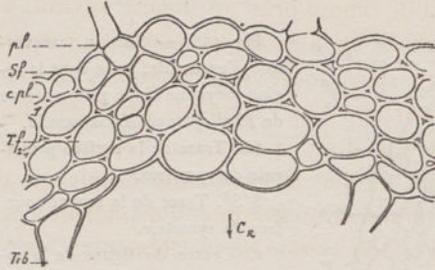


Fig. 160. — Section transversale de la surface d'une grosse racine de *Phylloglossum Drummondii*. Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

Les lettres ont la même signification que dans la figure 158.

Fig. 161.

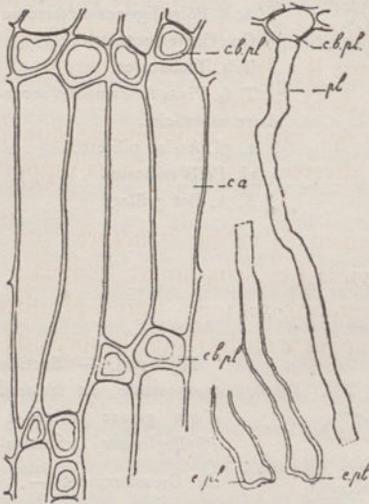


Fig. 161. — Surface d'une grosse racine de *Phylloglossum Drummondii* montrant les poils radicaux localisés en files horizontales. Les poils radicaux ont été enlevés sur la figure de gauche. Un poil a été figuré isolé à droite ; son extrémité libre est revêtue d'une couche gommeuse très perméable.

Grossissement  $\frac{200}{1}$ .

c. b. pl. Cellule basilaire d'un poil radical. pl. le poil. c. pl. Extrémité du poil.

c. a. Cellules allongées longitudinalement et séparant les cellules basilaires des poils.

communes. Les rangées externes sont dissociées radialement et forment les trabécules qui relient le système central aux tissus périphériques de la racine.

Le tissu fondamental secondaire comprend 2 ou 3 rangées de cellules allongées à parois minces, qui ne laissent entre elles que de très petits méats. La surface est formée par une assise pilifère d'un rang de cellules dont la surface est fortement cuticularisée. Vue de face cette assise pilifère consiste en grandes cellules allongées, à parois radiales et transversales minces, sans cadres d'épaississement. Ordinairement à l'une des extrémités des cellules s'est détaché un petit segment qui se prolonge en un très long poil simple, terminé par une extrémité épatée et légèrement gélifiée. Comme les cellules

superficielles de la racine ont sensiblement la même longueur, les poils voisins sont insérés à peu de chose près au même niveau, les poils semblent par suite localisés en files transversales. La racine présente cette même structure dans toute son étendue, sauf à son sommet et dans sa région d'insertion. Les racines de *Phylloglossum* se terminent par un cône végétatif dont la structure rappelle celui des petites racines de *Marsilea*. Il y a, je crois, une cellule apicale tétraédrique qui joue le rôle d'initiale commune. La pilorhize peu épaisse semble se détruire par la dissociation de ses éléments.

Si l'on suit la racine de sa région moyenne vers sa base, on reconnaît qu'elle pénètre horizontalement dans le corps de la pousse, à travers des tissus écrasés et déchirés. Plus loin, la racine se redresse (1) et son faisceau vient s'insérer comme il a été dit sur la partie inférieure des diaphragmes postérieurs de la pousse.

Cette étude de la région basilaire des racines confirme ce que j'ai indiqué précédemment, quant aux diverses racines, à leurs rapports, à leur insertion (2).

Les petites racines ont sensiblement la même structure que les grosses racines, elles sont plus grêles. Les deux lames ligneuses de leur faisceau se touchent sans interposition de fibres primitives centrales. J'ai fait connaître leurs rapports en décrivant le corps de la pousse (3).

---

#### DISCUSSION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE ANATOMIQUE ET MORPHOLOGIQUE PRÉCÉDENTE. — CONCLUSIONS.

Dans ce qui précède, je me suis borné à décrire la forme, la structure, les rapports apparents, et les rapports réels de chacune des

(1) C'est dans cette courbure que parfois se produit la torsion qui rend le plan des lames ligneuses horizontales.

(2) Très souvent l'une des deux grosses racines R prend seule un très grand développement alors que l'autre reste grêle. Très exceptionnellement c'est une des racines médianes postérieures qui s'hypertrophie alors que les autres demeurent grêles.

(3) Les coupes transversales de racines de *Phylloglossum* sont très difficiles à obtenir même sur les échantillons qu'on a pris soin de revivifier. Le plus souvent en pratiquant ces coupes on rompt certains trabécules et on déplace le faisceau. La position excentrique du faisceau a conduit Mettenius à comparer ces racines à celles des *Isocètes* chez lesquels j'ai montré que l'un des filots grillagés demeurait atrophié.

parties d'un pied de *Phylloglossum Drummondii*. Jusqu'ici donc je n'ai donné que des faits sans les apprécier, ni les interpréter, je me propose, maintenant, de montrer les conséquences qui découlent de ces faits. Dans cette seconde partie entreront nécessairement des discussions et une part d'interprétation que je ne puis éviter.

1. *Valeur morphologique du pédoncule fructifère.*

La section moyenne du pédoncule fructifère de *Phylloglossum* montrant à l'intérieur d'une couronne libérienne continue et à la périphérie d'un noyau de tissu neutre six masses ligneuses indéterminées, il n'est pas possible de définir la nature morphologique de cet organe sur l'examen de sa section transversale moyenne. A titre de renseignement seulement, on peut constater, que cette section possède trois lignes de symétrie qui passent toutes par le centre de figure de l'organe. Ces trois lignes sont définies par les trachées initiales des masses ligneuses opposées. *L'indication, tirée de la symétrie de l'organe, ne saurait suffire à autoriser une conclusion, quant à sa nature morphologique; car elle est dominée par ce fait, que sa masse libéro-ligneuse prise dans son ensemble est indéterminée.*

Si l'on suit le pédoncule de sa région moyenne vers sa partie inférieure, on voit que cet organe conserve la même structure jusqu'à son insertion. La région inférieure du pédoncule ne donne donc pas d'autre indication que la section moyenne, sur la nature morphologique de l'organe. On voit cependant, la pousse et le pédoncule étant séparés par un grand pont diaphragmatique, que le pédoncule est produit postérieurement aux pièces sur lesquelles il s'insère, soit par un nouveau point de végétation, soit après un temps d'arrêt dans le développement du point de végétation qui a déjà produit les parties sous-jacentes.

En suivant le pédoncule de sa région moyenne vers l'épi, on voit que cet organe conserve la même structure jusqu'au niveau où commence l'émersion des cordons sortant dans les écailles sporangifères. A partir de là, la symétrie restant toujours la même, la structure change rapidement d'un niveau au suivant, parce que les cordons sortants s'isolent et s'éloignent du centre de figure de l'organe. Ces cordons sortants ne sont que des masses libéro-ligneuses indéterminées.

La masse libéro-ligneuse du pédoncule fructifère de *Phylloglossum*

est donc formée de pièces indéterminées dans toute leur étendue. Donc, malgré l'existence de 3 plans de symétrie passant tous par l'axe de figure du pédoncule, on ne peut attribuer au pédoncule fructifère du *Phylloglossum* que la valeur morphologique d'une *Surface indéterminée cylindrique* (1), lorsqu'on s'en tient aux résultats fournis par l'analyse directe. Le pédoncule est donc une *Surface indéterminée produite par un point de végétation placé au sommet du corps de la pousse et dont la période d'activité est notablement postérieure à la formation des frondes inférieures et de l'Organe de Mettenius*. Entre le début de sa période d'activité et le moment où il s'éteint, ce cône végétatif a à peine le temps de prendre une allure régulière. Il ne peut donner que des pièces imparfaitement définies morphologiquement TEL EST LE CAS DU PÉDONCULE QUI N'EST QUE LE RÉSULTAT DE L'ÉLONGATION INTERCALAIRE DE LA PARTIE COMPRISE ENTRE LE PREMIER VERTICILLE DE L'ÉPI ET SON INSERTION SUR LA POUSSE. Les faits organogéniques exempts d'interprétation à priori ne disent rien autre chose que l'Analyse directe du pédoncule développé. Je tiens à constater cette impuissance simultanée de l'Organogénie et de l'Anatomie, lorsqu'il s'agit de SURFACES INDÉTERMINÉES pour montrer que l'une comme l'autre conduit à la même incertitude et ne permet pas de la lever (2).

Malgré ces conclusions de l'Analyse directe, voyons si l'Anatomie comparée ne nous permettrait pas de lever cette indétermination.

Le pédoncule présente trois plans de symétrie passant par son axe de figure et faisant entre eux des angles de  $120^{\circ}$ , l'un de ces plans étant antéro-postérieur. Cette donnée, malgré l'indétermination, indique nettement une tendance à prendre une allure régulière. Si l'on étudie alors l'ordre dans lequel sortent les cordons libéro-ligneux des frondes sporangifères, on est frappé de ce fait, que ces émergences, loin de se produire dans un ordre quelconque, présentent dans leur ordre de succession une grande analogie avec l'ordre de succession des cordons sortants d'un stipe ou d'un épi de Sélaginelle, d'un stipe ou d'un épi de Lycopode.

Dans les Sélaginelles, le stipe ne présente qu'un seul faisceau bi-

(1) Au sujet des Surfaces indéterminées voyez C.-Eg. Bertrand. Définition des membres des plantes vasculaires. *Archives Botaniques du Nord*. Mémoires, T. 1.

(2) Le pédoncule est d'ailleurs d'origine exogène comme le montre la continuité de son épiderme avec l'épiderme des parties sous-jacentes.

polaire dont le centre de figure  $\gamma$  coïncide *nécessairement* avec le centre de figure C du stipe. Des deux bords de ce faisceau partent quatre files de cordons libéro-ligneux indéterminés, qui sont les cordons émergents des frondes. Si le pôle droit du faisceau du stipe émet à un certain niveau (1) un cordon se rendant dans une fronde antérieure droite, on voit en même temps le pôle gauche du faisceau émettre un cordon qui sortira dans une fronde postérieure gauche. Plus haut, le pôle gauche du faisceau émet un cordon qui se rend dans une fronde antérieure gauche, en même temps que le pôle droit émet un cordon sortant dans une fronde postérieure droite. Après quoi les mêmes faits se répètent dans le même ordre (2). Les variantes ne portent que sur des faits secondaires, comme la rapidité relative des sorties successives. En somme, chez les Sélaginelles, les frondes sont placées sur 4 files, l'une antérieure droite, la seconde postérieure gauche, la troisième antérieure gauche, la quatrième postérieure droite. Les termes des files 1 et 2 sont ordinairement disposés par paires. Il en est de même des termes des files 3 et 4. Quand le faisceau a émis un cordon sortant dans une fronde de la série 1, il émet un cordon sortant dans une fronde de la série 2, après quoi il donne deux cordons sortant dans les deux autres séries de frondes. J'ai donné à cet agencement le nom de *Système de frondes conjuguées*. Il y a ainsi quatre files de frondes conjuguées chez *toutes les Sélaginelles*. La file antérieure droite allant avec la file postérieure gauche, la file antérieure gauche allant avec la file postérieure droite. Jusqu'ici chez les Phanérogames on ne connaît rien d'équivalent à ce dispositif, qui n'a été qu'imparfaitement ou pas du tout compris chez les Sélaginelles. Bien que le faisceau du stipe des Sélaginelles soit parfaitement défini comme faisceau bipolaire, les cordons émergeant dans les frondes ont presque toujours la structure de cordons indéterminés, c'est-à-dire que leurs trachées initiales grêles centrales sont entourées de trachées plus grosses, celles-ci étant à leur tour revêtues d'une mince couche de liber.

Vient-on à comparer la distribution des cordons libéro-ligneux

(1) Les cordons libéro-ligneux sortants sont toujours latéraux par rapport aux pôles du faisceau, les sorties sont donc toujours en dehors des deux plans de symétrie du stipe.

(2) Cette succession d'émergences est surtout facile à constater dans les Sélaginelles élancées, à frondes disposées par paires. La principale irrégularité consiste en ce qu'il y a cheminement des appendices le long du stipe; les paires ne sont plus alors nettement reconnaissables, l'un des termes d'une paire émerge avant l'autre.

sortant dans les frondes d'un stipe ou d'un épi de Lycopode à la distribution que je viens de décrire chez les Sélaginelles, on reconnaît qu'elle équivaut à ce que l'on aurait, si deux stipes de Sélaginelles se pénétraient l'un l'autre, de manière à ce que leurs faisceaux eussent même centre de figure et leurs plans de symétrie perpendiculaires l'un à l'autre. D'où cette notion : que le stipe des Lycopodes présente une *masse libéro-ligneuse équivalente à un système de deux faisceaux bipolaires ayant même centre de figure et perpendiculaires l'un sur l'autre. Chaque faisceau a sous sa dépendance les cordons libéro-ligneux indéterminés émergeant dans quatre files de frondes conjuguées.* Chez les Lycopodes les stipes ont donc 8 files verticales d'appendices. Le *Lycopodium tetragonum* est celui, qui de tous les Lycopodes grêles, montre le plus nettement et le plus facilement cette organisation typique. On la retrouve chez tous les autres Lycopodes, lorsqu'on étudie avec soin leurs régions élancées.

Or si l'on compare la distribution des cordons sortant dans les frondes sporangifères des *Phylloglossum* au diagramme que donnerait les émergences de trois faisceaux bipolaires de Sélaginelles ayant même centre de figure, IL Y A COÏNCIDENCE COMPLÈTE. Tout se passe dans l'Epi du *Phylloglossum* comme si la masse libéro-ligneuse du pédoncule était équivalente à un système de trois faisceaux bipolaires de même centre de figure; chaque faisceau ayant sous sa dépendance quatre files de cordons libéro-ligneux émergeant dans quatre files de frondes conjuguées. Un de ces faisceaux est antéro-postérieur, les deux autres forment avec le premier des angles de 120 degrés. L'identité de ces deux systèmes permet-elle d'affirmer que ces deux pièces sont équivalentes? Cette affirmation ne peut être absolue, étant données les conditions spéciales de la pièce étudiée. La probabilité de l'explication proposée est cependant grandement accrue par ce fait, que chez les Lycopodes, on trouve une organisation analogue, au nombre des faisceaux près (2 au lieu de 3). Aussi je crois, malgré la conclusion *Surface indéterminée* à laquelle conduit l'Analyse directe, que dans ce cas l'indétermination n'est qu'apparente. Elle tient 1° à ce que le point de végétation qui produit le pédoncule fructifère et son épi ne prend une allure régulière que pendant un temps très court, après quoi il s'éteint. 2° A ce que l'accroissement intercalaire est localisé entre le point d'attache de la hampe fructifère et le premier verticille de l'épi, par conséquent dans une région basilaire où toujours on rencontre

une certaine perturbation, puisqu'on est dans le voisinage immédiat d'une insertion sur une pièce d'un autre âge. Qu'on joigne à tout cela qu'il s'agit d'une plante demi-aquatique, chez laquelle par conséquent la structure des organes se trouve singulièrement réduite, dégradée, l'indétermination apparente dans une telle région paraîtra chose toute naturelle, bien que la pièce en elle-même, puisse avoir une valeur morphologique déterminée déjà très élevée. Aussi malgré les conclusions auxquelles conduit l'Analyse directe, m'appuyant sur des remarques d'Anatomie générale, et d'Anatomie comparée, m'appuyant sur l'analogie, je crois pouvoir dire : *le pédoncule fructifère du Phylloglossum représente la base d'un stipe simple à 3 faisceaux bipolaires ayant même centre de figure, l'un des faisceaux de ce stipe est antéro-postérieur, les deux autres sont inclinés sur le premier de 120°*, la masse libéro-ligneuse de ce stipe s'épuise rapidement dans un épi très court chaque pôle étant complètement épuisé en deux ou trois sorties.

Chacun des faisceaux du stipe de Phylloglossum a sous sa dépendance quatre files de frondes conjuguées (1).

## 2. Valeur morphologique des écailles sporangifères.

L'analyse de la section moyenne d'une fronde fructifère conduit à cette conclusion : ces frondes sont des *Surfaces indéterminées*. On n'y voit en effet qu'une seule masse libéro-ligneuse indéterminée, et on reconnaît en suivant cette masse qu'elle conserve cette structure indéterminée, dans toute son étendue. La section moyenne

(1) Si l'on compare la fig. 90 qui représente la section moyenne du pédoncule fructifère de Phylloglossum Drummondii à la fig. 213 de mes Recherches sur les Tmesiptéridées qui représente la section de la base d'un rameau aérien de Tmesipteris, on remarque au premier abord une certaine ressemblance. Sur les deux sections en effet on voit des flots ligneux à trachées initiales centrales entourant une masse centrale de fibres primitives et revêtues extérieurement d'une couche continue de liber. Ne pourrait-on dire aussi que ces deux pièces ont la même valeur morphologique ? et, comme la valeur du rameau de Tmesipteris est un cladode de stipes à un seul faisceau, en conclure que telle est aussi la valeur du pédoncule fructifère de Phylloglossum. — Examinons de plus près cette ressemblance. On voit :

1° Que les rapports des tissus constituant ces deux pièces ne sont pas les mêmes ;

2° Que l'ordre d'émergence des cordons sortants est tout différent ;

3° Que tous les cordons sortants de Phylloglossum ont la même valeur, alors que les cordons sortants des Tmesipteris sont de deux ordres, les uns correspondant aux branches fructifères et les autres aux frondes.

Le pédoncule fructifère des Phylloglossum n'est donc pas équivalent à la base du rameau aérien des Tmesipteris. Ces deux pièces n'ont pas la même valeur. La ressemblance n'existe qu'entre deux sections choisies en des points spéciaux. Elle ne s'étend pas au-delà.

n'a d'ailleurs qu'une seule ligne de symétrie définie par la forme de la section, et par ce fait que sa masse libéro-ligneuse est beaucoup plus rapprochée d'une de ses faces que de l'autre. Cette indétermination est-elle réelle? Remarquons d'abord qu'entre le faisceau de l'Ecaille sporangifère et la masse libéro-ligneuse du pédoncule il y a continuité complète, sans interposition de diaphragme aquifère. Pour donner une de ces écailles, une portion d'une des lignes de maximum d'accroissement du cône végétatif est devenue libre et sa partie libre s'est ultérieurement développée d'une manière indépendante. Si donc le cône végétatif produit un axe qui est un stipe simple comme on l'a reconnu, les pièces émergentes sont très probablement des frondes. *Il est donc très probable que l'Ecaille sporangifère des Phylloglossum équivaut morphologiquement à une fronde*; mais cette solution a le tort très grave, d'exiger qu'on ait préalablement admis que le prolongement du pédoncule fructifère, qui forme l'axe de l'épi, est un stipe simple.

Si l'on compare directement la structure de l'Ecaille sporangifère du Phylloglossum à celle de l'Ecaille sporangifère des Lycopodes, ou à celle de l'Ecaille sporangifère des Sélaginelles *supposée dépourvue de ligule*, on trouve la même structure générale. Chez les unes et chez les autres la masse libéro-ligneuse est indéterminée, unique, plus rapprochée de la face antérieure de l'organe, elle ne pénètre pas dans le sporange. Chez toutes aussi le sporange est une production subéreuse de la base de la face antérieure de la fronde. La déhiscence du sporange est transversale par rapport au limbe et au pétiole de l'écaille; le sporange ouvert a deux valves, l'une antérieure, l'autre postérieure. Admettre que des pièces si semblables ont même valeur, me semble chose permise, et comme les écailles sporangifères des Lycopodes et des Sélaginelles sont bien des frondes, je crois être dans le vrai en attribuant aux *Écailles sporangifères du Phylloglossum la valeur morphologique de frondes sans ligule et en particulier d'une fronde sporangifère de Lycopodium*. Cette interprétation concorde avec ce que l'on sait de l'organisation du pédoncule fructifère et de l'axe de l'épi. Là encore l'Analyse directe et l'Organogénie ne permettent de rien affirmer, l'Anatomie comparée permet d'aller plus loin, pourvu toute fois, qu'on n'oublie pas que les déterminations faites ne sont que probables, très probables sans doute, mais seulement plus probables que toutes celles qu'on pourrait faire dans l'état actuel de la science.

Il ressort déjà de cette étude qu'entre les Surfaces indéterminées et les Membres les mieux caractérisés morphologiquement tels que tiges, stipes, racines, frondes, feuilles, on trouve souvent des transitions. C'est en particulier lors de son entrée en activité et au moment de son extinction qu'un point de végétation peut donner des émergences dont la valeur morphologique n'est qu'imparfaitement définie, dont on ne peut dire fronde ou feuille que lorsqu'on trouve toutes les transitions entre ces premières émergences et des frondes ou des feuilles très nettement définies. Ce n'est que quand le point de végétation d'un axe a pris sa forme définitive et une certaine vigueur qu'il donne vraiment des feuilles ou des frondes méritant pleinement ce nom. Si, par hasard, il s'éteint avant d'arriver à cette phase, il y a doute, et souvent indétermination. L'organogénie et l'anatomie ne permettent de rien dire. Là où l'Anatomie dit *Surface indéterminée*, l'Organogénie ne donne que *Mamelon* apparu à telle époque, avant ou après tel autre, à tel endroit, ce qui ne comporte une solution que parce qu'on admet souvent *a priori une valeur spéciale de la pièce support*, ce qui revient à admettre, sans s'en apercevoir, ce que l'on veut démontrer. Le nombre en est grand de ces interprétations organogéniques établies uniquement, parce qu'on les a admises *a priori* au cours de la démonstration qu'on en croyait faire. Dans des cas comme ceux-ci l'interprétation ne peut être donnée que par la comparaison avec une pièce connue. Il faut donc avoir recours à l'Anatomie comparée, et la solution du problème dépend du choix judicieux du *terme de comparaison*.

### 3. *Valeur morphologique du vieux tubercule.*

On sait que le tubercule ancien d'un pied de *Phylloglossum* consiste en une masse de parenchyme, née au-dessous d'un point de végétation adventif, entre ce point de végétation et les tissus de l'organe sur lesquels il est inséré. Les tissus de l'organe support, lui servent d'enveloppe. Dans ce parenchyme, on ne voit aucune trace de faisceau. On peut donc dire que *le vieux tubercule d'un pied de Phylloglossum, n'est qu'une masse parenchymateuse, sans valeur morphologique, recouverte et protégée par une partie des tissus du pédicelle.*

### 4. *Valeur morphologique de la pousse issue du vieux tubercule.*

La région inférieure de la pousse issue d'un vieux tubercule, qui ne

comprend qu'une masse parenchymateuse recouverte d'épiderme, ne permet d'assigner aucune valeur morphologique à cette pièce. Plus haut la pousse présente trois masses libéro-ligneuses diaphragmatiques, dont deux postérieures plus grandes, symétriques l'une de l'autre par rapport au plan médian de l'observateur. Ces diaphragmes postérieurs sont formés de deux arcs ligneux l'un interne plus grand, l'autre externe plus petit que le premier. Les arcs externes deviennent rapidement indépendants et fournissent les cordons des frondes  $F_1$ . Les arcs internes fournissent un peu plus haut les cordons des frondes  $F_m$  et  $F_2$ . Le troisième diaphragme placé à la partie antérieure du corps de la pousse est beaucoup plus petit que les deux autres et commence plus haut qu'eux, il ne comprend qu'une seule masse ligneuse. Il reçoit sur sa face externe le cordon libéro-ligneux de l'organe de Mettenius, et à sa base le cordon du pédicelle. Il n'y a dans la pousse qu'une surface de symétrie qui coïncide avec le plan médian de l'observateur. Les masses libéro-ligneuses sont d'ailleurs complètement indéterminées, puisqu'elles sont diaphragmatiques et que le bois de chaque masse y est complètement entouré par le liber dans toute l'étendue de l'organe. La pousse n'a donc que la valeur d'une *Surface indéterminée* symétrique par rapport à un plan et insérée au sommet d'une masse parenchymateuse. Un point de végétation adventif a produit une masse de tissu de réserve, puis il est tombé en repos. Il n'est sorti de ce repos qu'après un temps très long, et, au début de sa nouvelle période d'activité, il s'est allongé sans que la partie produite dans ce premier moment ait une valeur morphologique définie. La lecture des figures du jeune *Lycopodium cernuum* conduit au même résultat, car jusqu'ici rien ne permet d'affirmer que la base première du jeune Lycopode soit un stipe, soit même un axe, je reviendrai plus loin sur ce point.

L'Analyse directe et l'Anatomie comparée sont donc impuissantes à définir la valeur morphologique du corps de la pousse.

##### 5. *Valeur morphologique des frondes inférieures.*

La section transversale moyenne des frondes inférieures de *Phylloglossum* montre un seul cordon libéro-ligneux indéterminé, un peu plus rapproché de la face antérieure de la section que de sa face postérieure. L'étude de l'organe dans toute son étendue permet de constater que l'indétermination du cordon libéro-ligneux subsiste dans toute sa lon-

gueur, et fait voir en même temps que la fronde n'a qu'une surface de symétrie. L'examen de l'insertion de ces frondes montre que de l'une à l'autre cette insertion varie. Les frondes  $F_1$  sont antérieures aux autres. Les frondes  $F_2$  sont les dernières formées et les plus intérieures. L'ensemble des frondes est divisé en deux parties symétriques par la partie postérieure du plan de symétrie de l'observateur, mais aucune règle simple ne régit leur distribution. En somme, l'Analyse directe dit de ces frondes : ce sont des *Surfaces indéterminées* distribuées à droite et à gauche de la partie postéro-supérieure de la pousse de manière à ce que le corps soit à peu près également chargé à droite et à gauche. L'Organogénie ne dit pour ces frondes inférieures que mamelons apparus sur la face externe et postérieure d'un gros cône végétatif à base ovale. Si beaucoup de morphologistes se croient autorisés par ce seul fait à regarder ces pièces comme des frondes, considérant le point de végétation comme un axe, ils admettent, à mon sens, sans l'établir, ce qu'ils avaient à démontrer. Il ne nous reste donc pour lever cette indétermination qu'à recourir à l'Anatomie comparée. Or, les observations de M. Treub sur le jeune *Lycopodium cernuum* ont fait connaître qu'il se produit à la périphérie du point de végétation de l'embryon de cette plante de grandes lames vertes, pourvues d'un seul faisceau indéterminé, disposées sans ordre simple; et que plus tard seulement le cône végétatif qui les avaient produites ayant pris une allure régulière fournit le stipe régulier, duquel procèdent les frondes ordinaires. Dans le *Lycopodium cernuum* on trouve des transitions entre les frondes ordinaires et les premières lames frondacées de l'embryon, par continuité, mais par continuité seulement, on peut donc admettre que ces premières lames ont la valeur morphologique de frondes. Est-ce certain dira-t-on? Non, ce n'est que très probable, mais c'est, je crois, la manière d'apprécier la plus générale. Si maintenant on remarque, que les premières lames frondacées du jeune *Lycopodium cernuum* sont très semblables aux frondes inférieures du *Phylloglossum*, on sera conduit à penser que ces frondes ont très probablement la même valeur morphologique; on est donc conduit à dire que les *frondes inférieures du Phylloglossum sont très probablement des pièces ayant la valeur morphologique de frondes non pas d'une fronde caractérisée, bien définie, mais d'une de ces lames frondacées des jeunes Lycopodes, auxquelles la notion de fronde a été étendue avec beaucoup de vraisemblance, mais*

seulement par continuité. C'est donc en faisant appel à la notion de continuité très vraisemblable, mais non établie, ou seulement imparfaitement établie dans ce cas, et en recourant à l'Anatomie comparée que l'on arrive à pouvoir considérer les frondes inférieures des *Phylloglossum* comme des frondes, mais comme des frondes très imparfaitement caractérisées.

#### 6. Valeur morphologique des racines.

Il n'y a pas lieu de discuter la valeur morphologique des racines du *Phylloglossum*. Ces racines ont un seul faisceau bipolaire central. Elles n'ont pas d'appendices, elles sont d'origine endogène, elles ont une assise pilifère d'origine subéreuse ; en guise d'épiderme elles ont une pilorhize. Elles possèdent donc tous les caractères des racines, ce sont donc des racines (1).

Connaissant par ce qui précède les difficultés qu'il y a pour déterminer la nature morphologique des organes du *Phylloglossum*, sur l'interprétation desquels aucune objection n'avait été soulevée, je vais essayer de déterminer la valeur morphologique de l'Organe de Mettenius et celle du pédicelle du nouveau tubercule.

#### 7. Valeur morphologique de l'Organe de Mettenius.

La section moyenne de l'Organe de Mettenius nous montre une seule masse libéro-ligneuse indéterminée centrale. On voit en poursuivant l'organe dans toute son étendue 1<sup>o</sup> que sa masse libéro-ligneuse est toujours indéterminée ; 2<sup>o</sup> que son cordon ligneux se réunit au diaphragme antérieur par une masse diaphragmatique ; 3<sup>o</sup> que ses deux faces sont marquées d'un sillon longitudinal. L'on est donc conduit à ranger l'organe de Mettenius parmi les *Surfaces indéterminées*, tout en remarquant que l'organe est partagé en deux moitiés symétriques par la partie antérieure du plan médian de l'observateur. L'Anatomie comparée permet-elle de lever cette indétermination ? Jusqu'ici les bulbilles des Lycopodes sont trop mal connues

(1) Ce fait que le *Phylloglossum Drummondii* a des racines morphologiquement bien définies, parmi tant d'organes auxquels l'analyse directe donne la valeur de surfaces indéterminées, alors que cette indétermination n'est qu'apparente, s'accorde bien avec ce fait que nous avons affaire à un être dégradé. Certaines de ses parties comme l'épi, les racines, ont conservé leur structure complexe, alors que les autres se sont simplifiées.

pour donner un terme de comparaison. Il n'est pas possible non plus de passer des frondes inférieures  $F$  du *Phylloglossum* à l'Organe de Mettenius en procédant par continuité. La position de l'Organe à la partie antérieure de la pousse, dans son plan de symétrie, l'indépendance complète dont il jouit eu égard aux autres frondes inférieures, sa structure, sa surface sillonnée, ses rapports avec le pédicelle du nouveau tubercule font qu'il n'est pas permis d'homologuer l'Organe de Mettenius à une fronde inférieure sans preuves très sérieuses. Ces preuves existent-elles ? En fait de preuve, on ne possède que celle-ci : Mettenius dit avoir vu toutes les transitions possibles entre des échantillons dont l'Organe de Mettenius est réduit à la languette que j'ai décrite et des échantillons où cette pièce est une fronde inférieure semblable aux autres. Mettenius dit aussi avoir vu un pied de *Phylloglossum* portant un second pédicelle tubérifère sous une fronde inférieure qui n'avait pas été modifiée. Je n'ai jamais vu de faits analogues à ceux dont parle Mettenius. J'ai toujours vu un organe de Mettenius ayant la forme d'une petite languette. Je ne puis donc accepter l'opinion de Mettenius qu'en faisant les plus grandes réserves. Si donc je consens à l'exemple du professeur de Leipzig, à regarder l'organe de Mettenius comme une fronde inférieure atrophiée, c'est seulement comme une hypothèse et non comme un fait établi. Acceptons pour le moment cette opinion, tout en faisant les plus grandes réserves, quant à la réalité de l'explication qu'elle croit donner. Si l'Organe de Mettenius est une fronde inférieure atrophiée, les rapports de son cordon libéro-ligneux avec le diaphragme antérieur de la pousse montrent que cet organe est l'homologue d'une fronde  $F_1$ , ce cordon est, en effet, inséré sur le milieu de la face externe du diaphragme antérieur ; il forme sur cette face comme une crête qui descend assez bas, c'est ce que font à peu près les diaphragmes basilaires des frondes  $F_1$  au milieu de la face externe des diaphragmes postérieurs. Dans cette interprétation, le diaphragme antérieur de la pousse serait l'équivalent atrophié des diaphragmes postérieurs. Le corps de la pousse aurait alors trois surfaces de symétrie passant toutes par son axe de figure, l'une antéro-postérieure, les deux autres passant par l'axe de figure de la pousse et par le cordon des frondes  $F_1$ . Les pièces équivalentes des frondes  $F_2$  et  $F_m$  feraient défaut sur les bords du diaphragme antérieur, ce qui n'est pas impossible, les frondes  $F_m$  manquent souvent, les frondes  $F_2$  peuvent aussi faire défaut comme

dans l'échantillon à deux frondes inférieures qu'a figuré Mettenius (1). L'hypothèse qui consiste à voir dans l'organe de Mettenius l'homologue d'une fronde extérieure placée à la partie antérieure de la pousse ne soulève donc aucune objection sérieuse, elle s'accorde avec un grand nombre de particularités anatomiques. Est-ce à dire pour cela qu'on ait réellement établi que l'Organe de Mettenius est une fronde inférieure atrophiée ? Non. C'est une *hypothèse* vraisemblable ; elle est très commode, je l'accepte volontiers, mais ce n'est qu'une hypothèse non établie (2).

En résumé, limité à l'étude des faits, on ne peut rien dire sur la valeur morphologique de l'Organe de Mettenius. L'hypothèse qui fait de cet organe l'homologue d'une fronde  $F_1$ , n'a contre elle aucune objection sérieuse, mais ce n'est qu'une hypothèse qui n'est pas en désaccord avec les faits connus (3).

#### 8. Valeur morphologique du pédicelle du nouveau tubercule.

La section moyenne du pédicelle du nouveau tubercule montre un cordon libéro-ligneux indéterminé excentrique. Le centre de ce cordon et la section du canal de Braun déterminent une ligne de symétrie tout entière contenue dans le plan médian de l'observateur. La région supérieure du pédicelle montre de plus que le faisceau devenu diaphragmatique s'insère sur la base du diaphragme antérieur de la pousse au-dessous de l'Organe de Mettenius. Le pédicelle est donc postérieur à l'Organe de Mettenius. L'épiderme du pédicelle en continuité directe avec celui de la pousse et avec celui de l'Organe de Mettenius dit d'ailleurs que ce pédicelle est d'origine exogène. Le canal de Braun qui aboutit à sa surface montre qu'une invagination de la surface, déterminée par une croissance spéciale, a caché dans le pédicelle un point de végétation adventif. L'étude de la

(1) Dans cette hypothèse, les frondes  $F_2$  et  $F_m$  seraient à peu près équivalentes, leurs rapports sont en effet sensiblement les mêmes, et ces rapports diffèrent notablement de ceux des frondes  $F_1$ .

(2) Le défaut de coalescence de l'Organe de Mettenius avec les autres frondes inférieures s'explique par l'absence des frondes  $F_2$  et  $F_m$  qui devraient l'accompagner. Dans l'échantillon à deux frondes étudié par Mettenius, les frondes  $F_{1d}$ ,  $F_{1g}$  sont indépendantes l'une de l'autre, il y manque de même les frondes  $F_2$ ,  $F_m$ .

(3) L'atrophie partielle que présente la partie antérieure du corps de la pousse dans l'hypothèse qui fait du diaphragme antérieur l'homologue des diaphragmes postérieurs, explique toutes les atrophies partielles, toutes les irrégularités que l'on rencontre dans la distribution des frondes sporangifères à la partie antérieure de l'épi.

partie supérieure du pédicelle conduit donc à attribuer à cet organe la valeur de *Surface indéterminée* née sur la pousse, ultérieurement à l'organe de Mettenius et peu de temps après cet organe.

L'étude de la partie inférieure du pédicelle laisse subsister la même notion de *Surface indéterminée*. Le diaphragme annulaire qui termine le cordon libéro-ligneux du pédicelle au point d'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule montre seulement que le cône végétatif du nouveau tubercule est postérieur à l'organe où nous le voyons enchassé, invaginé là par croissance spéciale des parties voisines, pendant que le sommet organique du pédicelle s'est éteint.

L'Analyse directe répond donc pour la valeur morphologique de l'Organe de Mettenius *Surface indéterminée*. L'Anatomie comparée permet-elle d'aller plus loin ? — On ne trouve chez les Lycopodes, les Sélaginelles, les Tmesipteris, les Psilotum, les Isoètes, rien qu'on puisse comparer au pédicelle du nouveau tubercule du Phylloglossum, Chez les autres Cryptogames vasculaires on ne connaît rien d'équivalent, on reste donc avec cette seule notion : le pédicelle du nouveau tubercule est une *Surface indéterminée*.

Que faut-il alors penser de l'hypothèse qui consiste à voir dans le pédicelle du nouveau tubercule de Phylloglossum une racine modifiée comme celle de l'*Ophioglossum vulgatum*. — Tandis que les racines ordinaires du Phylloglossum ont la structure typique des racines normales, le pédicelle en diffère par la structure de sa masse libéro-ligneuse, par la structure de son tissu fondamental, par son épiderme spécial, par son origine exogène, par l'absence de pilorhize, par son canal de Braun, par sa chambre d'inclusion, par son point de végétation intérieur. Il diffère en particulier de la racine d'*Ophioglossum vulgatum* par tous ces caractères, et de plus parce qu'il ne présente pas la structure de la masse libéro-ligneuse si spéciale de cette racine. L'hypothèse qui fait du pédicelle du nouveau tubercule de Phylloglossum l'équivalent morphologique d'une racine d'*Ophioglossum* est donc en contradiction avec tous les faits. Il faut la rejeter et rejeter avec elle les affinités familiales auxquelles elle sert de base.

Pendant dans l'hypothèse que j'ai acceptée et qui fait de l'Organe de Mettenius l'équivalent d'une fronde F, partiellement atrophiée, on voit que le diaphragme antérieur de la pousse étant considéré

comme l'équivalent d'un de ses diaphragmes postérieurs, le faisceau du pédicelle occupe à peu près la même position que le faisceau d'une racine  $R_1$ . N'y a-t-il pas là un argument favorable à l'hypothèse qui regarde le pédicelle comme une racine modifiée? Je ne crois pas qu'une insertion comme celle dont il s'agit puisse suffire pour définir la nature morphologique d'un organe. Cette insertion est celle d'un organe adventif postérieur à la pousse et à l'Organe de Mettenius, *mais tous les points de végétation adventifs ne produisent pas nécessairement des racines* et le pédicelle diffère en lui-même trop profondément d'une racine pour admettre que telle est sa valeur sans preuves très sérieuses, sans preuves autres qu'une insertion de son cordon libéro-ligneux sur un diaphragme dont la signification n'est pas du tout certaine. Sous l'organe de Mettenius qui représente *peut-être* une fronde  $F_1$  partiellement atrophiée se forme de très bonne heure à la surface de la pousse un gros point de végétation qui empiète un peu sur l'Organe de Mettenius. Ce point de végétation est exogène. Il devient le sommet du pédicelle dans lequel s'invaginera un autre point de végétation adventif exogène né entre le sommet du jeune Organe de Mettenius et le sommet du pédicelle. Ultérieurement un accroissement intercalaire, localisé dans la région du pédicelle comprise entre sa base et l'insertion du cône végétatif du nouveau tubercule, allonge le pédicelle et enfonce son sommet dans la vase; il n'y a rien là qui fasse du pédicelle une racine. Le pédicelle n'est donc pour moi qu'une grosse émergence de nature indéterminée, née à la partie antérieure du corps de la pousse; ce n'est pas une racine (1).

#### CONCLUSIONS.

I. — Dans le *Phylloglossum Drummondii*, un point de végétation placé au bout d'un tubercule et caché dans une chambre, grossit, il donne en arrière deux mamelons  $F_1$ , puis après et plus antérieurement d'autres mamelons, les uns tout à fait postérieurs  $F_m$ , les autres plus antérieurs  $F_2$ , tous ces mamelons forment un système symétrique par rapport au plan médian de l'observateur. Vers le temps où se font

(1) Les impossibilités que soulève l'homologation du pédicelle du nouveau tubercule à une racine n'avaient pas échappé à Mettenius. Mettenius y voyait une sorte de tige ou de pousse mal caractérisée.

les mamelons  $F_2$ , s'établit à la partie antérieure du point de végétation un mamelon isolé O M. Cette première phase du développement est une période irrégulière pendant laquelle se forment des frondes comparables aux premières frondes du *Lycopodium cernuum*, comparables aussi aux premières frondes des bulbilles de *Lycopodium Selago*. Toutes les émergences produites sont elles bien des frondes ? je le pense, je l'admets, même pour l'Organe de Mettenius, bien que pour cet organe, si l'hypothèse faite n'est pas en désaccord avec les faits, ce n'est cependant là qu'une hypothèse.

II. — Ultérieurement sous le mamelon qui deviendra l'Organe de Mettenius se produit un pédicelle exogène. Puis par invagination d'un point de végétation adventif apparu entré le sommet de l'Organe de Mettenius et le sommet du pédicelle, se forme le nouveau tubercule.

III. — Après un temps d'arrêt sensible, le point de végétation de la pousse prend une allure régulière, il donne des verticilles de trois mamelons disposés en 12 files conjuguées, mais il ne tarde pas à s'éteindre en s'épuisant dans les derniers mamelons qu'il produit. Une élongation intercalaire localisée entre le premier verticille de trois mamelons et la région de la pousse où sont attachées les frondes  $F_2$ ,  $F_m$  isolé les mamelons verticillés qui fourniront les frondes de l'épi, des frondes intérieures. Vers ce même temps naissent les racines.

VI. — L'analyse directe donne pour la valeur morphologique du pédoncule une *Surface indéterminée* ; elle a raison puisqu'il s'agit ici d'une pièce d'insertion. L'axe de l'épi peut être considéré comme équivalent à un stipe simple voisin de sa terminaison, ce stipe présentant trois faisceaux bipolaires de même centre de figure et dont chacun a sous sa dépendance quatre files de frondes conjuguées. L'épi des Lycopodes, qui présente la même structure au nombre des faisceaux près, 2 au lieu de 3, permet d'accepter cette solution. Du même coup les frondes sporangifères des *Phylloglossum* deviennent homologues des frondes fructifères des Lycopodes ; elles ont d'ailleurs la même structure, les mêmes rapports, le même sporange. Or, comme chez beaucoup de Lycopodes on passe insensiblement des frondes ordinaires aux frondes sporangifères, on peut par suite regarder ces dernières comme morphologiquement équivalentes aux premières à leur sporange près ; on peut donc regarder les frondes sporangifères du *Phylloglossum* comme ayant la valeur morphologique de frondes.

V. — L'analyse directe des frondes inférieures conduit à leur assigner seulement la valeur de surfaces indéterminées. Par des considérations tirées de l'Anatomie comparée, on est conduit à penser que ces frondes ont la même valeur morphologique que les premières frondes inférieures des jeunes Lycopodes et que les premières frondes des bulbilles des Lycopodes. La notion de frondes est ici déjà très fortement étendue; ce n'est qu'avec réserve qu'on peut dire de ces lames frondacées ce sont des frondes.

VI. — L'Organe de Mettenius analysé directement doit être rangé dans les surfaces indéterminées. L'Anatomie comparée ne permet pas de lever cette indétermination. Mettenius a vu que cette pièce pouvait être remplacée par une fronde inférieure et en a conclu que c'était une fronde inférieure atrophiée, ce n'est là qu'une hypothèse non confirmée qui n'est pas en désaccord avec les faits connus, je l'accepte volontiers, mais c'est une hypothèse non établie.

VII. — Sous l'organe de Mettenius se fait à la surface du corps de la pousse une grosse émergence exogène qui n'est qu'une surface indéterminée. On ne connaît rien d'équivalent à cette pièce sur les plantes voisines des *Phylloglossum*, c'est une sorte de jet ou de stolon que la plante émet pour se disperser. Mettenius a vu dans cet organe une sorte de tige, j'y vois un organe complètement indéterminé morphologiquement. Cette émergence occupe, par rapport à l'organe de Mettenius et dans l'hypothèse où cet organe est l'homologue d'une fronde F, la même place qu'une grosse racine R par rapport à la fronde F, correspondante. A cela se borne la ressemblance du pédicelle et d'une racine, ce caractère n'a aucune valeur morphologique, alors surtout que la structure du pédicelle diffère complètement de celle des racines du *Phylloglossum*.

VIII. — Peut-on conclure de la valeur morphologique probable des frondes inférieures du *Phylloglossum* et de l'Organe de Mettenius que la pièce qui les porte, c'est-à-dire que le corps de la pousse est un Axe, un Stipe par exemple? Nullement. La pousse est aussi une pièce morphologiquement indéterminée; c'est un support commun, une sorte de plateau produit au début de la période d'activité du point de végétation avant qu'il ait pris son allure régulière. Vouloir tirer de la valeur morphologique des frondes inférieures qui ne sont déjà que des organes très imparfaitement caractérisés morphologi-

quement, la valeur de la pièce qui les porte, c'est aller plus loin que les faits ne permettent d'aller, c'est tomber dans le domaine des hypothèses.

IX. — Les racines sont bien des racines; elles ne ressemblent ni aux racines d'*Isoëtes*, ni à celles de l'*Ophioglossum vulgatum*.

X. — Les racines et l'épi du *Phylloglossum* montrent que chez cette plante la simplicité que semble supposer la nature indéterminée de ses principaux organes n'est qu'apparente, car à côté de parties indéterminées, de parties très simples, on trouve quelques organes à structure très complexe, qui indiquent une grande localisation du travail physiologique. Par certains côtés donc le *Phylloglossum* se montre une plante élevée en organisation, alors que par d'autres il semble très simple. Etant donnée la vie demi-aquatique du *Phylloglossum*, on est conduit à voir dans cette plante un être très élevé; mais dont les principaux organes ont été dégradés par le mode de vie demi-aquatique. *Phylloglossum* est donc une plante élevée en organisation dont l'appareil végétatif s'est dégradé par la vie demi-aquatique au point de reproduire d'une manière frappante le port d'un embryon de Lycopode, d'une jeune larve de Lycopode, si l'on peut employer cette expression.

---

PLACE DU PHYLLOGLOSSUM DANS LA CLASSIFICATION NATURELLE. —  
CARACTÉRISTIQUE DES PHYLLOGLOSSÉES. — CONCLUSIONS.

---

1. — *Place du Phylloglossum dans la Classification naturelle.*

---

A. — Place qu'assigne au *Phylloglossum* dans la Classification naturelle l'Analyse de ce genre.

L'attribution du *Phylloglossum* aux Cryptogames vasculaires résulte :

1<sup>o</sup> De ce que la dissémination de ces plantes se fait par des spores

dont la germination donne des prothalles sur lesquels apparaissent leurs glandes génitales.

2° De ce qu'on y trouve des faisceaux.

*Elle résulte surtout, pour moi, de ce que leur pédoncule, qui est leur seul axe régulier, présente des FAISCEAUX BIPOLAIRES.*

L'analyse du pédoncule fructifère du *Phylloglossum* m'ayant appris que cet axe, au moins dans sa partie supérieure, a la valeur d'un *stipe simple à trois faisceaux bipolaires de même centre de figure* ou, ce qui est la même chose, dont les centres de figure sont au centre de figure du *stipe*; il en résulte que l'on a affaire à une CENTRADESMIDE A PLUSIEURS FAISCEAUX, c'est-à-dire à un représentant de l'ORDRE DES LYCOPODIACÉES (1). Cet ordre des Lycopodiacées ne comprend parmi les plantes actuelles que les Lycopodes et les *Phylloglossum*; je n'ai donc qu'à apprécier le degré de ressemblance qu'il y a entre le genre *Lycopodium* et le genre *Phylloglossum*, pour avoir la place que le *Phylloglossum* doit occuper dans la classification naturelle des Végétaux actuels.

Le *Phylloglossum* ressemble aux Lycopodes.

1° Par l'organisation générale de son stipe.

2° Par sa forme générale, qui rappelle étonnamment un état embryonnaire du *Lycopodium cernuum*. Comme le genre Lycopode, le *Phylloglossum* s'édifie en trois temps. Après la seconde période s'édifie l'axe régulier et se produisent les racines.

3° Par ses frondes non ligulées.

4° Par la forme très simple de ses éléments mâles, qui sont des cellules trapues, renflées postérieurement, biciliées antérieurement.

5° Par son appareil sporangial. Les frondes sporangifères y sont groupées en épis. Les sporanges dans l'épi développé sont épiphylls, uniloculaires, déhiscent en deux valves, l'une antérieure, l'autre postérieure.

5° Par son homosporisme et par la forme de ses spores tétraédriques.

6° Par la faible différenciation et par la très faible localisation de ses glandes génitales.

(1) Voyez *Recherches sur les Tmésiptéridées*, Ch. IV, § III. *Archives Botaniques*, T. 1.

La ressemblance des *Phylloglossum* et des *Lycopodes* telle qu'elle résulte de l'énoncé de ces caractères, repose sur la similitude complète des principaux organes. Toutes les pièces essentielles des deux plantes sont les mêmes, elles sont organisées de la même manière. *Phylloglossum est donc bien certainement une plante voisine des Lycopodium.*

D'autre part, le *Phylloglossum* diffère nettement des *Lycopodes* et forme un type bien tranché. Ainsi :

1° *Phylloglossum* a un axe régulier à trois faisceaux bipolaires au lieu d'un stipe à deux faisceaux. Ses frondes, par suite, sont disposées en 12 files conjuguées au lieu d'être disposées sur 8 files.

2° *Phylloglossum* a ses frondes sporangifères groupées en un épi très dense, isolé du reste de la plante par une longue colonne dénudée, ce qui indique une haute localisation de l'appareil sporangial dont on n'a pas d'exemple aussi net chez les *Lycopodes*. Les *Lycopodes* les plus différenciés sous ce rapport ont bien un épi dense, bien isolé du reste de la plante, mais même dans ces espèces le pédoncule de l'épi est toujours pourvu de petites frondes stériles.

3° Le stipe de *Phylloglossum* est dû à un cône végétatif dont la période d'activité, divisée en deux temps, est très limitée. Ce cône est remplacé par un autre cône adventif comme lui. L'émission de points de végétation adventifs n'existe que chez quelques *Lycopodes*, chez ceux qui produisent des bulbilles.

4° *Phylloglossum* produit périodiquement un appareil d'hibernation très complexe comprenant un pédicelle dans lequel s'est invaginé de très bonne heure un point de végétation adventif. Le canal d'invagination est le canal de Braun qui relie la chambre d'inclusion à la base de l'Organe de Mettenius. La plupart des *Lycopodes* n'ont rien de semblable, quelques espèces ont seulement des bulbilles.

5° *Phylloglossum* produit des tubercules bien différenciés.

6° *Phylloglossum* hiverne dans la vase.

Le genre *Phylloglossum* diffère donc du genre *Lycopodium* par des caractères importants. Ces caractères différentiels sont de deux ordres; tandis que les uns, comme le nombre des faisceaux, sont tirés de l'organisation de l'axe de la plante, les autres, comme

l'appareil d'hibernation si spécial, la hampe dénudée, dépendent de son mode de vie. Ces derniers caractères, tout physiologiques, ne me paraissent pas devoir éloigner le genre *Phylloglossum* du genre *Lycopodium* plus que je n'ai éloigné le genre *Tmesipteris* du genre *Psilotum*. Il n'en est pas de même des caractères tirés de la structure. Ils indiquent chez le *Phylloglossum* une symétrie plus complexe que celle des Lycopodes. C'est pourquoi, je crois, qu'il convient de faire de *Phylloglossum* LE TYPE D'UNE FAMILLE A PART, FAMILLE QUI SERA TRÈS VOISINE DE CELLE DES LYCOPODIÉES. J'ai déjà énoncé ce résultat en plaçant les familles des Lycopodiées et des Phylloglossées à la suite l'une de l'autre dans l'Ordre des Lycopodiaccées.

Les Phylloglossées sont d'ailleurs supérieures aux Lycopodiées car, bien que profondément dégradées par la vie demi-aquatique, on trouve chez elles une organisation et des appareils plus complexes que chez les Lycopodes. Il me suffit de citer 1° leur axe spicifère à trois faisceaux ; 2° leur organe d'hibernation avec son tubercule bien différencié et son point de végétation invaginé protégé dans une chambre close ; 3° l'origine de leur organe d'hibernation aux dépens d'une pousse spéciale, 4° la séparation si nette de leur appareil végétatif ordinaire et de leur appareil spicifère.

Je ne discuterai pas ici les affinités des Phylloglossées avec les Lépidodendrées, cette question fera le sujet d'un travail ultérieur. Les Lépidodendrées sont aussi une famille de l'Ordre des Lycopodiaccées, mais elles sont plus éloignées des Phylloglossées que les Lycopodiées (1).

On a pu remarquer, dans la méthode que j'ai suivie pour déterminer directement les affinités du *Phylloglossum*, que je n'ai pas eu occasion de comparer le *Phylloglossum* aux Ophioglosses ; c'est qu'en effet chez *Phylloglossum* on trouve tous les caractères des Lycopodiaccées et seulement ceux-là. La comparaison de *Phylloglossum* aux

(1) Il est une remarque que la comparaison des Lépidodendrées et des Phylloglossées permet de faire et qui ne peut manquer de frapper très vivement les paléobotanistes. *Phylloglossum* hiverne dans la vase au moyen d'un tubercule qui s'est constitué pendant sa période d'activité à l'extrémité d'un cordon plus ou moins grêle émané de sa surface. Ce tubercule séjourne un long temps dans le sol, alors que tout le reste de la plante disparaît, après quoi son point de végétation rentre en activité et produit rapidement une grosse pousse, des frondes inférieures, la première ébauche d'un pédicelle et enfin son épi fructifère qu'il élève au-dessus de l'eau par une localisation très curieuse de l'accroissement intercalaire. L'émission de la colonne aérienne des Lépidodendrons à l'extrémité de *Stigmarias* rampant dans la vase rappelle singulièrement cette manière d'être.

Ophioglosses n'a donc d'autre intérêt que d'opposer l'un à l'autre deux types très tranchés de DEUX CLASSES toutes différentes.

B. — Discussion des affinités admises jusqu'ici pour le *Phylloglossum* (1).

Les auteurs qui ont étudié le *Phylloglossum* ont rapproché cette plante des Lycopodes en s'appuyant :

1° Sur le groupement de leurs frondes fructifères en épi.

2° Sur leurs sporanges solitaires épiphyllés (au moins dans l'épi développé).

3° Sur leurs frondes non ligulées.

4° Sur leur homosporisme.

5° Sur la forme et la position de leurs sporanges.

Ils ont au contraire éloigné le *Phylloglossum* des Lycopodes en remarquant : que les frondes inférieures des *Phylloglossum* et leurs tubercules rappellent les pièces de même nom de l'*Ophioglossum Bergianum* du Cap.

Les ressemblances signalées entre les Lycopodes et le *Phylloglossum* sont exactes, ce ne sont pas les plus importantes qu'on puisse trouver, elles ne sont qu'incomplètement exprimées ; mais, en somme, il a suffi de les compléter sans en rien retrancher. Que valent au contraire les caractères différentiels signalés entre ces deux genres et sur lesquels les auteurs s'étaient appuyés pour les écarter l'un de l'autre ?

La différence entre les frondes végétatives et les frondes sporangifères si prononcée chez les *Phylloglossum* n'est point sans exemple chez les Lycopodes. Chez *Lycopodium casuarinoïdes* par exemple, les frondes végétatives ordinaires ne ressemblent pas aux frondes sporangifères. Les premières frondes des bulbilles du *Lycopodium Selago* sont aussi très différentes des frondes sporangifères. Enfin, les premières frondes du jeune *Lycopodium cernuum* produites avant que son point de végétation ait pris une allure régulière, sont à la fois

(1) Je ne crois pas utile de rappeler ici la comparaison que j'ai faite du *Phylloglossum* avec les *Tmesipteris*, les *Psilotum* et les *Selaginella*, on la trouve exposée dans le chapitre IV, paragraphe 3, de mes *Recherches sur les Tmesiptéridées*. Voyez *Archives Botaniques. Mémoires* T. I. 1882-1885.

très différentes des frondes sporangifères de cette espèce et très semblables, comme forme et comme rapports, à celles de *Phylloglossum*. Le caractère tiré de la dissemblance des frondes supérieures du *Phylloglossum* et de ses frondes végétatives, loin d'être un caractère différentiel entre ce genre et les Lycopodes, est donc au contraire un caractère commun qui rapproche les deux genres l'un de l'autre.

Le fait que *Phylloglossum* a un point de végétation qui produit d'abord des frondes disposées sans ordre simple au début de sa période d'activité, alors que plus tard ce cône végétatif prend une allure régulière et donne un stipe régulier, se retrouve, ainsi que je l'ai dit, chez le jeune *Lycopodium cernuum*; ce n'est point là une différence, c'est au contraire une analogie nouvelle.

L'existence d'un tubercule, né aux dépens d'une pousse de la surface du corps, n'est point non plus sans exemple chez les Lycopodes. La meilleure preuve qu'on en puisse donner est le tubercule embryonnaire du *Lycopodium cernuum*.

Les dissemblances signalées jusqu'ici entre les Lycopodes et le *Phylloglossum* n'existent donc pas; elles ne portent que sur des ressemblances méconnues jusqu'alors, parce qu'on ne connaissait que trop imparfaitement les Lycopodes et le *Phylloglossum*.

Dans ces derniers temps, on a souvent invoqué comme caractère différentiel entre les Lycopodes et *Phylloglossum* ce fait que les *Phylloglossum* se disséminent par des points de végétation adventifs nés sur une racine, comme cela a lieu chez les Ophioglosses et comme cela n'a jamais lieu, croit-on, chez les Lycopodes. Tout d'abord ce caractère est sans valeur pour déterminer les affinités familiales. Il n'est pas propre à un groupe spécial, Ophioglossées ou autres. Les Marattiées le présentent accidentellement, d'autres Fougères le présentent aussi. On le retrouve chez les Orchidées et chez une foule de Phanérogames à racines charnues, enfin plus d'un Lycopode se disperse ainsi dans son pays natal. Je le répète, pour qu'une plante présente ce caractère, il suffit que ses racines soient à la fois charnues et de consistance assez dense. Mais ce caractère ainsi énoncé existe-t-il dans le cas actuel. Je ne puis accepter qu'on appelle racine, le pédicelle du *Phylloglossum*. Cette pousse exogène diffère de toutes les racines connues, par son origine, par sa structure, par son canal de Braun et sa chambre d'inclusion. De plus, il n'y a rien de semblable chez les Ophioglosses, alors que les Lycopodes ont de ces tubercules exogènes

qui ne sont pas des racines. Par conséquent tous les caractères invoqués pour séparer les Lycopodes des Phylloglossum conduisent non à les éloigner l'un de l'autre mais à les rapprocher.

Cette première partie de la discussion des affinités admises par les auteurs pour le Phylloglossum m'a conduit à le rapprocher très intimement des *Lycopodium*, et à l'éloigner de toutes les autres plantes; cependant l'opinion la plus répandue aujourd'hui, la plus à la mode si l'on veut, fait des Phylloglossum un type de transition entre les Ophioglosses et les Lycopodes. Qu'en faut-il penser? Pour mettre le lecteur à même d'apprécier cette manière de voir, je vais énumérer brièvement les caractères essentiels des Ophioglossées.

1. Les stipes des Ophioglossées présentent plusieurs faisceaux, trois au moins, dont les centres de figure sont symétriquement disposés autour du centre de figure du stipe MAIS NE COINCIDENT PAS AVEC LUI. Le sommet du stipe des Ophioglosses est une plage concave et non un cône saillant convexe.

2. A chaque nœud du stipe il sort un grand arc libéro-ligneux.

3. Les frondes  $\gamma$  sont disposées sur une hélice dont le cycle très simple est de la forme  $\frac{1}{n}$  ces frondes ne sont donc pas disposées en files conjuguées.

4. Chaque fronde est embrassante (1) et dès lors solitaire, elle reçoit du stipe une grosse masse libéro-ligneuse qui se bifurque à plusieurs reprises. Le limbe au moins est polynerviè, même chez l'*Ophioglossum Bergianum*, ce qui n'a jamais lieu ni chez le Phylloglossum ni chez les Lycopodes.

5. Chaque fronde porte une ligule, et sa pièce spicifère quand elle est fertile est placée entre LA LIGULE ET LE LIMBE, OU SUR LE LIMBE MÊME, AU LIEU D'ÊTRE COMME CHEZ LES CENTRADESMIDES A SPORANGES EPIPHYLLES ET LIGULÉES, ENTRE LA LIGULE ET LE STIPE.

6. La pièce fructifère des Ophioglossées comprend, quand elle est simple, une hampe sur les branches ou sur les côtés de laquelle sont les loges sécrétantes très nombreuses. Plus rarement ces hampes solitaires, très volumineuses, sont remplacées par plusieurs hampes de petite dimension dispersées sur les bords du limbe. Lorsque la hampe

(1) Chaque fronde embrasse complètement et protège celles qui la suivent.

fructifère porte directement les sporanges, ceux-ci s'ouvrent horizontalement en une valve inférieure et une valve supérieure.

7. La cellule mâle déjà courbée en hélice est plus complexe chez les Ophioglossées que chez les Lycopodiées et les Phylloglossées.

8. Les Ophioglossées ont des spores d'une seule sorte qui donnent en germant des prothalles hermaphrodites, sur lesquels apparaissent des glandes génitales peu différenciées.

9. Dans quelques Ophioglossées, il se développe sur les racines des points de végétation adventifs qui permettent à la plante de se disséminer.

Je ne vois en comparant ce rapide résumé des caractères des Ophioglossées à celui des Phylloglossées que des différences. Si L'Homosporisme, l'hermaphroditisme du prothalle, les glandes génitales peu différenciées, les points de végétation adventifs (1) sont communs aux deux types, ce sont choses peu importantes, il n'y a pas là les éléments d'une ressemblance sérieuse, je n'hésite donc pas à dire : NON, LES PHYLLOGLOSSUM NE RESEMBLENT PAS AUX OPHIOGLOSSÉES.

En résumé les Phylloglossum sont voisins des Lycopodes, ils n'ont aucun rapport avec les Ophioglosses, sauf peut-être un grossier mimétisme (2). Phylloglossum n'est donc pas comme on l'a cru un type intermédiaire entre les Ophioglossées et les Lycopodiées, et mieux vaudrait encore faire du Phylloglossum avec Spring et Braun une espèce de Lycopodium qu'une transition entre deux types qui n'ont rien de commun. Ce que l'on a pris chez le Phylloglossum pour des caractères Ophioglosséens n'est que la réapparition chez cette plante à son état adulte des principaux caractères embryonnaires des Lycopodes (3) (4).

## 2. — Caractéristique des Phylloglossées.

Phylloglossum étant le seul genre actuel de la famille des Phylloglossées, la caractéristique de cette famille se confond nécessairement

(1) Encore sont-ils nés sur des parties différentes.

(2) On ne peut songer à homologuer les frondes inférieures des Phylloglosses prises toutes ensemble aux lanières d'une fronde d'Ophioglossum supposée découpée dans sa longueur. Les rapports des masses libéro-ligneuses qu'elles reçoivent ne sont pas les mêmes.

(3) Je n'ai pas cru devoir signaler la présence de bois secondaire dans les faisceaux des stipes des Ophioglossées par opposition à l'absence de ce tissu chez Phylloglossum, je ne regarde pas la présence du bois secondaire des Ophioglossées comme établie.

(4) Je donnerai la comparaison des *Phylloglossum* et des *Isoëtes* dans un autre travail.

avec celle du *Phylloglossum*. Cette caractéristique peut se formuler ainsi en énonçant les caractères par ordre d'importance.

1° Stipe à trois faisceaux bi-polaires ayant même centre de figure. Chaque faisceau de ce stipe a quatre files de frondes conjuguées sous sa dépendance.

2° Anthérozoïdes très simples, à corps peu allongé, épais postérieurement, à deux cils antérieurs.

3° Des frondes sans ligule.

4° Des sporanges uniloculaires nettement épiphyllés à ligne de déhiscence apicale déterminant deux valves une antérieure, l'autre postérieure.

5° Des spores tétraédriques d'une seule sorte.

6° Un prothalle incolore villeux qui porte des glandes génitales très peu différenciées.

7° Des tubercules d'hibernation résultant de l'invagination d'un cône végétatif adventif.

8° Un point de végétation à trois périodes d'activité (1).

9° Des localisations de l'accroissement intercalaire dans la base de la pièce spicifère et dans la région médiane du pédicelle.

On peut remarquer que dans cette caractéristique familiale des *Phylloglossées* interviennent.

*En première ligne : l'Architecture de la plante.*

*En seconde ligne : la Forme de l'élément mâle.*

*Puis après, MAIS PESANT BEAUCOUP MOINS, l'existence d'une ligule, la forme du sporange, l'homosporisme, le degré de différenciation des glandes génitales par rapport au prothalle.*

*Après encore, et avec une importance beaucoup moindre, je fais intervenir : le mode de dissémination, la structure du tubercule, l'hibernation, la marche du développement du point de végétation.*

L'anatomie de l'appareil végétatif peut et doit ici fournir le Caractère fondamental de la Famille *parce que nous sommes* CHEZ DES FAMILLES

(1) Ces trois périodes correspondent : la première à la formation du nouveau tubercule, la seconde à la formation de la pousse et de ses frondes inférieures, la troisième à la production de l'épi.

TRÈS ISOLÉES, TRÈS ANCIENNES. Lorsqu'il s'agit de Familles plus récentes chez lesquelles les affinités sont plus resserrées, l'Anatomie est souvent impuissante pour caractériser les Familles, les Familles sont trop voisines pour être séparées par des caractères aussi importants que ceux que donne l'Anatomie. Il faut alors recourir à la forme et au groupement des organes sexuels pour distinguer les familles les unes des autres. En somme, cela revient à dire que les groupes que l'on désigne sous le nom de Famille n'ont pas toujours la même valeur, ne sont pas surtout également écartés les uns des autres. S'agit-il de désigner les derniers survivants des plantes anciennes, les familles sont des groupes très éloignés les uns des autres très nettement circonscrits et souvent d'une grande étendue. S'agit-il de désigner les ensembles de genres récents, les familles sont des groupes voisins les uns des autres ayant entre eux de nombreux rapports et dont les limites sont souvent bien difficiles à établir.

Je ne puis, en terminant ce sujet, m'empêcher de faire remarquer la simplicité de l'élément mâle chez les Tmésiptéridées, les Sélagiennes, les Lycopodes, le Phylloglossum. Je vois dans ce fait une preuve de la simplicité primitive de ces familles; *et c'est cet argument, joint à leur structure radiée, bien plus que les caractères tirés de leur complication, qui me semblerait devoir être invoqués lorsqu'on veut considérer les Centradesmides comme la Souche des Phanérogames.*

### 3. — Conclusions.

Il ressort de cette étude quelques conclusions générales que je vais indiquer.

A l'Anatomie générale cette étude apporte :

1° La connaissance d'un stipe à trois faisceaux bipolaires ayant même centre de figure et dont chaque faisceau a sous sa dépendance quatre files de frondes conjuguées. C'est là un type végétal nouveau qui reproduit une disposition que j'ai signalée chez les Lycopodes. Mais tandis que chez les Lycopodes il n'y a que deux faisceaux, il y en a trois chez Phylloglossum. A ce titre, Phylloglossum est la plus compliquée des Centradesmides actuelles. Elle montre d'ailleurs très nettement comment il est possible de rattacher intimement les Lépi-

dodendrées du type *Lep. Rhodumnense* et du type *Lep. Hartcourtii* aux Lycopodes.

2° La connaissance d'un point de végétation qui donne des appendices disposés sans ordre simple, peut-être même irrégulièrement, et localisés sur une partie de sa surface (1); après quoi seulement ce point de végétation prend une allure régulière. A peine entré dans cette nouvelle phase, ce point de végétation s'éteint et un accroissement intercalaire localisé sépare les deux régions produites.

3° Une contribution importante à l'Histoire des Surfaces indéterminées en montrant le rôle que ces Surfaces jouent dans l'Anatomie et dans la Morphologie générales, en montrant aussi comment dans quelques cas où l'indétermination n'est qu'apparente, on peut, en s'appuyant sur des considérations tirées de l'Anatomie comparée, et en appliquant le principe de continuité, lever à peu près cette indétermination. Du même coup, l'exemple nous apprend combien doit être réservée dans ses conclusions la méthode des mamelons ou méthode organogénique. Toutes les indéterminations que nous avons rencontrées n'ont pu être levées, il y a par conséquent chez ces plantes autre chose que des axes et des appendices. La dégradation du *Phylloglossum*, due à sa vie demi-aquatique, permettrait peut-être d'objecter : que chez cet être les axes et les appendices sont dégradés par le mode de vie et devenus méconnaissables. Mais que deviennent ces affirmations devant des racines si bien caractérisées, devant un épi si complexe.

4° Une notion très importante et malheureusement trop fréquemment méconnue, à savoir : qu'il ne suffit pas qu'un organe apparaisse au lieu et place d'un autre pour qu'il ait la même valeur. Il faut une démonstration directe et complète qui, faisant ici défaut pour le pédicelle, impose qu'on n'affirme rien sur sa nature morphologique. Ce n'est ni un axe ni un appendice.

5° Un exemple de l'absence de gaine protectrice caractérisée dans les organes d'une plante demi-aquatique.

6° Un exemple de l'invagination d'un point de végétation accidentel.

(1) La loi des moindres pressions ne suffit pas dans le cas actuel à expliquer cette succession d'appendices.

A l'Anatomie comparée cette étude apporte :

1° Un exemple de la méthode à suivre dans la détermination directe des affinités des Cryptogames vasculaires.

2° Un exemple d'une Cryptogame vasculaire dont l'état adulte reproduit, par suite d'une régression, un stade embryonnaire d'une plante voisine, mais moins élevée qu'elle-même dans l'échelle des êtres.

3° Un exemple de Centradesmide dégradée par la vie demi-aquatique et qui ne ressemble nullement aux *Isoëtes* ni aux *Sphenophyllum*. Ce qui permet de conclure que les *Isoëtes* et les *Sphenophyllum* ne sont pas des Centradesmidés (1).

4° Une Centradesmide à tubercule d'hibernation. Ce fait accidentel dans le genre *Lycopodium*, puisqu'il n'est qu'indiqué chez les Lycopodes à bulbilles et chez l'embryon du *Lycopodium cernuum*, est ici constant et régulier. Les tubercules du *Phylloglossum*, comme les bulbilles des Lycopodes, sont dus à la formation de points de végétation accidentels, développés près d'une fronde ou même sur une fronde.

#### CRITIQUE BIBLIOGRAPHIQUE.

La bibliographie du *Phylloglossum* antérieure à 1867 a été très bien résumée dans l'article de Mettenius. Je puis donc me borner, pour cette première partie à énumérer rapidement les travaux antérieurs à 1867.

Le genre *Phylloglossum* n'est connu que depuis 1843, époque à laquelle il fut créé et décrit par KUNZE d'après des échantillons que Drummond avait recueillis en Australie sur les bords de la rivière des Cygnes (2). Kunze a joint à sa diagnose quelques réflexions sur les affinités du genre qu'il venait de créer. Il ressort de ces remarques de Kunze que *Phylloglossum* devait être considéré comme le type d'un *Ordre nouveau intermédiaire entre les Lycopodes et les Ophioglosses*,

(1) L'axe du *Phylloglossum* a, en effet, une masse libéro-ligneuse hexapolaire comme celle du *Sphenophyllum*, et cependant personne n'homologuera l'une à l'autre ces deux masses libéro-ligneuses.

(2) G. Kunze. *Phylloglossum. Genus novum ex ordine novo*. Bot. Zeit. 1843. p. 721. La description de Kunze est accompagnée de quatre figures. Trois ensembles de grandeur naturelle sont très imparfaits. L'épi grossi laisse aussi beaucoup à désirer, il avait été écrasé.

ayant comme les Lycopodes un épi sporangifère mais rappelant par son port général l'*Ophioglossum Bergianum* du Cap.

WILLIAM HOOKER accepta complètement l'opinion de Kunze (1).

RÆPER (2) puis J. D. HOOKER (3) acceptèrent *Phylloglossum* comme genre nouveau, mais ils rangèrent ce genre dans les Lycopodiacées. J. D. Hooker signala la ressemblance des tubercules du *Phylloglossum* avec les tubercules de nos Orchis.

EN 1846. AL. BRAUN réunit le *Phylloglossum* aux Lycopodes ne voyant dans cette plante qu'une nouvelle forme spécifique du genre *Lycopodium* (4).

EN 1849. SPRING redécrivit le *Phylloglossum Drummondii* comme une plante nouvelle sous le nom de *Lycopodium Sanguisorba*. Ce Lycopode dit Spring est le plus petit des Lycopodes ; il diffère même tellement des autres qu'il serait mieux d'en faire un genre à part. La description de Spring est très brève, non accompagnée de figures. Spring ne donna pas suite à son idée de créer un genre spécial pour le *Lycopodium Sanguisorba* (5). Spring ne connaissait pas alors les remarques de ses devanciers sur le *Phylloglossum*.

De 1849 à 1867 il ne parut aucune observation nouvelle sur le *Phylloglossum Drummondii*.

EN 1867 AL. BRAUN publia dans la *Botanische Zeitung* une *Note sur le Phylloglossum* qu'il avait trouvée toute rédigée dans les papiers de son gendre METTENIUS. Al. Braun a laissé à cette note la forme que lui avait donnée Mettenius. Il y a joint seulement quelques remarques, qu'il avait toute autorité pour ajouter. La note de Mettenius est accompagnée de trois figures.

En tête de cette note, Mettenius a résumé la Bibliographie du *Phylloglossum* antérieure à 1867. Il donne ensuite une nouvelle description de l'extérieur de la plante plus précise et beaucoup plus complète que celle de ses prédécesseurs. Puis il décrit brièvement la structure de la pousse, celle du pédoncule fructifère, celle des frondes inférieures ; il termine par une très belle description du pédicelle et du nouveau tubercule, dont il discute l'homologation avec un tubercule d'Orchis, homologation qu'il rejette.

(1) J. D. Hooker. *Icones plantarum*.

(2) Ræper. *Zur Flora Mecklenburgs*.

(3) J. D. Hooker. *Flora New Zealand*.

(4) Al. Braun. *Flora* 1846. p. 196.

(5) A. Spring. *Monographie des Lycopodiacées*, 2<sup>e</sup> partie. Bruxelles 1849, p. 36.

Je ne vois à rectifier dans la description que Mettenius a donnée de l'extérieur du *Phylloglossum* que quelques points de détail. Ainsi :

Mettenius admet que les frondes inférieures *toutes semblables sont verticillées sur un seul rang*. Ce n'est que dans les échantillons riches en frondes, dans ceux qui ont de 8 à 11 frondes inférieures, qu'il signale quelques frondes intérieures au verticille général. J'ai montré que les frondes inférieures ne sont pas ainsi distribuées, deux d'entre elles les frondes  $F_{1d}$ ,  $F_{1g}$  sont plus extérieures, plus anciennes, que les autres, après viennent les frondes  $F_{mg}$ ,  $F_{md}$ , puis encore après les frondes  $F_{2d}$ ,  $F_{2g}$ . Il y a là, non pas un système de frondes verticillées, mais des frondes se succédant dans un ordre très complexe, différant de la disposition en hélice et de la disposition en verticille.

Mettenius admet aussi que les échantillons de *Phylloglossum* ont normalement *une seule grosse racine*, plus importante et plus constante que les autres, *diamétralement opposée au pédicelle du nouveau tubercule*. Ce dispositif à une seule racine est exceptionnel, et même alors la grosse racine est placée sous l'une des frondes  $F_1$  et non pas directement opposée au pédicelle.

Mettenius dit avoir rencontré des spécimens à *frondes inférieures verticillées toutes semblables entre elles alors que sur d'autres échantillons une de ces frondes était plus ou moins atrophiée ou même réduite à une petite languette*. Dans ces pieds dont une fronde est atrophiée, Mettenius a constaté que le pédicelle du nouveau tubercule était toujours inséré au-dessous de la fronde atrophiée. *La fronde atrophiée dont parle Mettenius est l'Organe auquel je donne son nom*. Cette observation du célèbre professeur de Leipsig si elle était confirmée établirait incontestablement que l'organe de Mettenius a la valeur morphologique d'une fronde inférieure arrêtée dans son développement. Je dois dire cependant que tous les pieds de *Phylloglossum* que j'ai vus, toutes les bonnes figures publiées montrent l'organe de Mettenius comme je l'ai figuré, c'est-à-dire comme une petite languette. Une seule des figures de Mettenius ne le montre pas, c'est celle de son échantillon à deux frondes inférieures. Je crois pouvoir affirmer après avoir bien étudié cette figure que dans l'échantillon qu'elle représente l'organe de Mettenius existe, mais un lapsus de dessin ou simplement un pli de l'échantillon l'a fait omettre ou l'a caché. Mettenius le pensait aussi puisqu'il ressort nettement de son exposition que dans les pieds pauvres en frondes inférieures, la fronde atrophiée *existe*

*toujours*, c'est pourquoi malgré la confiance la plus entière que j'ai dans l'excellence des observations de Mettenius, je ne puis accepter sans réserves la partie de sa description relative à l'organe que je désigne par son nom.

Je n'ai pas eu non plus occasion d'observer de hampes portant une fronde stérile comme celle dont parle Mettenius. L'échantillon dont parle Mettenius ne présenterait-il pas une coalescence prolongée de l'organe de Mettenius avec la génératrice antérieure du pédoncule fructifère ? J'ai vu plusieurs exemples de cette coalescence prolongée.

Dans la description anatomique qui suit la description de l'extérieur de la plante, Mettenius fait connaître très brièvement le pédoncule fructifère, la pousse issue du vieux tubercule qu'il regarde comme le prolongement direct du pédoncule, les frondes inférieures, les racines. Cette première partie est très écourtée, si écourtée même qu'on comprend comment Mettenius n'a pas eu occasion de rectifier et de compléter ses observations sur la disposition des frondes inférieures. Il a vu le diaphragme basilaire du pédoncule, mais il ne semble pas en avoir compris l'importance, puisqu'il regarde la pousse et le pédoncule comme deux parties d'une même pièce. Cependant il remarque que dans les échantillons pauvres en frondes inférieures, le pédoncule est très rapproché de la partie antérieure du corps de la pousse, et parfois même inséré sur le même cercle que les frondes inférieures. Mettenius a étudié la structure du pédoncule sur un échantillon grêle puisqu'il y a trouvé un axe ligneux plein. Il n'a pas suivi la terminaison de la masse libéro-ligneuse de ce pédoncule jusque dans l'épi. Dans sa description du pédoncule, Mettenius insiste avec beaucoup de raison sur la grande difficulté qu'il y a pour reconnaître les cellules grillagées du *Phylloglossum* et pour les distinguer en section transversale des éléments du tissu fondamental. Cette difficulté est telle que parfois l'illustre professeur de Leipzig n'a pu constater leur présence.

Mettenius dit avoir trouvé dans les racines du *Phylloglossum* un faisceau excentrique semblable à celui des racines d'*Isoètes*. On sait que le faisceau bipolaire des racines d'*Isoètes* présente cette particularité d'être courbé par suite de l'arrêt de développement d'un de ses îlots grillagés. Je n'ai pas retrouvé cette disposition. J'ai vu un grand nombre de racines grosses et petites, le faisceau bipolaire non courbé

est nettement central, lorsque les trabécules nombreux qui le soutiennent dans cette position ne sont pas rompus accidentellement (1).

Je ne vois rien à changer à la description que Mettenius a donnée du pédicelle du nouveau tubercule. *Cette description n'a pas été comprise*, elle révèle en effet une structure si spéciale, si différente de tout ce que l'on connaît qu'on n'a pu la saisir, faute de figures. Je reproduis ce passage de Mettenius.

« Le support du nouveau tubercule (2) reçoit un faisceau vasculaire délicat, qui naît de l'axe principal (3) à la même hauteur que les cordons qui vont aux feuilles (4). *Il est un peu excentrique*, car il est plus voisin du côté interne du support que du côté opposé. *Il s'aplatit graduellement en ruban, puis il se courbe en gouttière et s'étend autour du bourgeon inséré sur le tubercule, sans pénétrer ni dans le tubercule nouveau ni dans le bourgeon de celui-ci.* Au bout du faisceau, à la limite de la tige et du tubercule (5), on trouve, sur la coupe transversale, *un anneau formé de cellules vasculaires* (6), qui probablement, par suite de la croissance du bourgeon, ont éprouvé une dilatation notable et par conséquent possèdent de grandes dimensions. Les tubercules comme leurs bourgeons se composent exclusivement de tissus parenchymateux. Ce dernier se trouvait dans tous les exemplaires au même stade de développement et présentait une masse conique de jeunes cellules où l'on ne pouvait distinguer ni rudiments de feuilles, ni rudiment de la hampe de l'année suivante. *La cavité basilaire de la tige dans laquelle ce bourgeon faisait saillie* (7) *paraissait fermé en haut, et c'est en vain que de grands efforts furent faits pour découvrir un prolongement de cette cavité allant jusqu'au commencement du support, quoique généralement à une certaine distance du faisceau, on put constater sur la coupe transversale un groupe de cellules qui avaient une configuration différente*

(1) Il eût été préférable de prendre comme terme de comparaison les racines d'une plante moins éloignée des Phylloglossum que les Isoètes, par exemple les racines à faisceau bipolaire courbé de quelques Lycopodes dressés.

(2) Ce support est le pédicelle que Mettenius se garde bien d'homologuer à une racine, racine de Phylloglossum ou racine d'Ophioglosse.

(3) Le corps de la pousse issue du vieux tubercule.

(4) Les frondes inférieures.

(5) Mettenius regarde en effet le pédicelle comme une sorte de tige, en tout cas comme une pousse nettement différente d'une racine.

(6) Ce sont les trachées courtes que Mettenius désigne sous ce nom.

(7) La chambre d'inclusion.

» et qui peut-être circonscrivaient ensemble un canal. Le tubercule  
» même consiste à l'intérieur en cellules à parois délicates abondam-  
» ment pourvues d'amidon. Les trois ou quatre couches extérieures  
» contiennent moins d'amidon et forment une assise translucide  
» enveloppant le tubercule blanc. Les cellules épidermiques sont remar-  
» quables par des couches d'épaississement au plus haut point singu-  
» lières, car ordinairement ce ne sont que les parois latérales de ces  
» cellules épidermiques et souvent même la moitié interne de ces  
» parois latérales qui sont pourvues de couches d'épaississement mem-  
» braneuses ; tandis que les parois internes et externes sont restées  
» délicates. Dans d'autres cellules, au contraire, ces couches d'épais-  
» sissement se partagent dans la moitié supérieure des parois laté-  
» rales en cordons fibreux qui s'éteignent près des parois externes  
» ou qui s'étendent sur cette paroi, et là s'anastomosent entre eux  
» pour donner l'aspect d'une cellule grossièrement fibro-réticulée.»(1)

Mettenius termine sa note en comparant le tubercule de *Phylloglossum* à un tubercule d'*Orchis* ; il conclut de sa comparaison que ces deux pièces sont absolument dissemblables.

Le travail de Mettenius est accompagné comme je l'ai dit de trois figures :

La première figure représente l'ensemble d'un pied à cinq frondes inférieures vu du côté droit. Ce pied n'a qu'une grosse racine qui est la racine  $R_d$ . L'organe de Mettenius, y est figuré trop indépendant et presque dans le prolongement de la partie supérieure du pédicelle du nouveau tubercule.

La deuxième figure représente l'ensemble d'un pied à deux frondes inférieures  $F_{1d}$   $F_{1g}$ . Ce pied n'a qu'une racine directement opposée au pédicelle, il n'a pas d'organe de Mettenius visible, bien que cette pièce y existe certainement. Le tubercule  $T_{n+1}$  est déjà très gros. Mettenius regardait cet échantillon comme né de semis, j'y vois un échantillon malingre et partiellement écrasé (2).

La troisième figure donnée par Mettenius représente une section

(1) Mettenius avait en vue dans cette comparaison ce que l'on appelait alors les cellules fibreuses des anthères.

Il ressort de la description de Mettenius qu'il a surtout étudié des tubercules  $T_{(n+1)}$  entièrement développés, puisque l'épiderme avait la même structure sur toute la surface de ces organes.

(2) Le pédicelle et le tubercule  $T_{(n+1)}$  qui terminent cet échantillon sont trop vigoureux pour que cet échantillon soit né de semis.

longitudinale de l'extrémité du pédicelle. Cette section fait voir la chambre d'inclusion. Elle ne montre pas le canal de Braun, parce que, accidentellement sans doute, la section a été faite perpendiculairement au plan de symétrie de l'organe et non pas dans ce plan de symétrie (1).

Du travail de Mettenius (1867) à la note de M. L. Crié (1883) il n'a paru, à ma connaissance, aucune observation nouvelle sur le *Phylloglossum Drummondii*. Historiquement on peut donc aller de 1867 à 1883. Toutefois il convient, je crois, de signaler l'interprétation que M. Van Tieghem a cru pouvoir donner des observations de Mettenius dans son Mémoire sur la Racine. Car cette interprétation sert de base à d'importantes conclusions de Morphologie générale et d'Anatomie comparée.

Pages 100 et 101 de son Mémoire sur la Racine (2), M. VAN TIEGHEM après avoir constaté qu'il n'a pu, faute de matériaux, étudier par lui-même les racines de *Phylloglossum*, résume en quelques mots les passages de la note de Mettenius qui ont trait aux racines et aux pédicelles, puis il conclut que « quoique peu explicites, ces observations de Mettenius suffisent cependant à montrer que la racine des » *Phylloglossum*, bien qu'elle ne se bifurque pas, possède la structure » unifasciculée des racines d'*Isoètes* et de *Sélaginelles*. Sa constitution » s'explique encore par la bifurcation d'un tronc bifasciculé accompli à » l'intérieur du parenchyme cortical de la tige et dont la branche supérieure avorte. Elle n'est qu'une moitié de racine. On verra bientôt la » même chose chez les *Ophioglosses* »

Page 113 du même travail, M. Van Tieghem revenant sur le *Phylloglossum* à propos de la propagation végétative des *Ophioglosses* par leurs racines et de l'analogie que ce mode de dispersion établit entre l'*Ophioglossum vulgatum* et le *Neottia nidus-avis* ajoute : Au point où finit le pédicule et où commence le tubercule il y a un bourgeon tourné vers le ciel. Selon toute vraisemblance l'ordre de production des parties est :

1° Formation de la racine adventive ou pédicule qui demeure courte.

(1) Il m'est possible de spécifier ainsi l'orientation de la section par la forme de la section longitudinale de la chambre d'inclusion.

(2) Ph. Van Tieghem. *Recherches sur la Symétrie de Structure des Plantes vasculaires*. I. La Racine. Paris 1871, p. 100-101.

2° *Formation d'un bourgeon adventif* A SON SOMMET.

3° Formation sous le bourgeon d'un tubercule parenchymateux exclusivement cellulaire aux dépens du parenchyme cortical renflé énormément.

4° Résorption de la tige, et mise en liberté de la petite racine avec son bourgeon terminal.

5° Au printemps suivant, le bourgeon produit une plante nouvelle. M. Van Tieghem voit dans cette gemmation par racine une affinité évidente avec les Ophioglossées.

Je ne puis accepter l'interprétation que le savant professeur du Museum a cru devoir donner des observations de Mettenius. Mettenius a bien dit que les racines du *Phylloglossum* ressemblent à celles d'Isoètes par l'excentricité de leur faisceau; mais Mettenius ne dit nulle part, que cette structure est celle du pédicelle du nouveau tubercule. M. Van Tieghem a cru évidemment, parce que Mettenius avait caractérisé la structure du pédicelle en disant que *son faisceau unique excentrique était plus rapproché de la face interne de l'organe*, que c'était là une racine à faisceau excentrique comparable à celle des Isoètes. Mettenius, qui avait étudié le pédicelle et les racines du *Phylloglossum*, s'est bien gardé de faire cette comparaison. Le professeur de Leipzig a formellement appelé *tige* le pédicelle du nouveau tubercule. Cette réserve de la part d'un observateur aussi éminent, que Mettenius était bien significative, je regrette que M. Van Tieghem n'ait pas cru devoir en tenir compte.

Quant à la formation du bourgeon adventif, elle est ou incomplètement ou inexactement indiquée par M. Van Tieghem. Il n'y a pas là une gemmation par racine. Je regrette de devoir contredire ainsi le savant professeur du Museum, mais mieux vaut avec Mettenius faire du pédicelle une sorte d'axe analogue à une tige que d'y voir une racine, selon l'interprétation de M. Van Tieghem. Quant à baser un rapprochement familial sur une gemmation par racine, pourquoi ne pas ranger toute plante bouturable par ses racines près des Ophioglossées.

En 1883, dans sa note sur l' *Anatomie Comparée des Cryptogames vasculaires*, M. VAN TIEGHEM attribue encore aux racines de *Phylloglossum* une structure analogue à celle des racines d'Isoètes.

Dans son *Traité de Botanique* p. 1289, 1290, M. VAN TIEGHEM résume brièvement l'extérieur du *Phylloglossum*, puis accepte, comme faits établis, les interprétations qu'il a proposées en 1871.

Les *Traités classiques de Botanique* de MM DUCHARTRE, SACHS, DE BARY, SADERBECK (1), GEBEL etc, se sont bornés à résumer la description que Mettenius a donnée de l'extérieur du *Phylloglossum*. Sa description anatomique demeurée incomprise à cause de sa brièveté, à cause de l'absence de figure, et à cause aussi de l'étrangeté du pédicelle n'a été qu'indiquée. M. de Bary à plusieurs reprises essaie dans son résumé de comparer la structure du *Phylloglossum* à celle des Isoètes.

En 1881, M. L. CRIÉ s'est occupé à deux reprises du *Phylloglossum Drummondii*. Dans ses *Contributions à la Flore Cryptogamique de la presqu'île de Banks*, le professeur de la Faculté de Rennes se borne à constater que le D<sup>r</sup> Raoul attaché à l'expédition de Dumont d'Urville a trouvé en 1840 le *Phylloglossum Drummondii* sur les plaques de vase argileuse des environs du lac d'Elleseure et de la baie d'Akaroa.

En 1883, dans son travail intitulé *Essai sur la Flore primordiale* M. L. Crié s'occupe incidemment, du *Phylloglossum Drummondii* et donne sur cette plante de nouvelles observations très intéressantes.

Dans le passage de sa note qui se rapporte au *Phylloglossum*, M. Crié constate d'abord :

- 1<sup>o</sup> Que *Phylloglossum* a le port de l'*Ophioglossum Bergianum* ;
- 2<sup>o</sup> Que ses feuilles rappellent beaucoup par leur développement les feuilles stériles de plusieurs Ophioglossées exotiques ;
- 3<sup>o</sup> Que la tige souterraine produit des bourgeons adventifs ;
- 4<sup>o</sup> Que les sporanges sont épiphyllés, groupés en épis au nombre de 12 à 20 ;
- 5<sup>o</sup> Que ces sporanges s'ouvrent sur leur bord supérieur en deux valves, l'une antérieure, l'autre postérieure.
- 6<sup>o</sup> Que les spores tétraédriques ou allongées sont groupées quatre par quatre.
- 7<sup>o</sup> Que les spores en germant donnent un prothalle blanchâtre bulboïde

(1) Sadebeck. *Handbuch der Botanik*. Schenck's.

à surface villose qui ressemble au prothalle des *Ophioglosses*. Une section longitudinale du prothalle a montré à M. Crié quelques archégonies dont le col proémine légèrement et les anthéridies immergées dans la masse du tissu du prothalle.

En résumé, dans ce passage *incident par rapport à la note où il est publié*, M. Crié redécrit très brièvement, mais imparfaitement, l'extérieur du *Phylloglossum*, puis il y ajoute la mention très intéressante du prothalle.

La description de M. L. Crié est accompagnée de 11 figures.

Les trois premières figures représentent, grandeur naturelle, trois ensembles de *Phylloglossum*. Un seul spécimen, le premier, a une hampe fructifère et 4 ou 5 frondes inférieures. Le second échantillon a quatre frondes inférieures, le troisième en a trois. Ces figures sont très imparfaites, on n'y voit pas l'Organe de Mettenius, bien qu'il y en ait manifestement un. Ces trois figures sont toutes trois vues du côté droit.

La quatrième figure représente l'épi grossi, c'est une copie de la figure de Kunze.

La cinquième et la sixième figures représentent deux bractées trifides, l'une avec un sporange ouvert, l'autre avec un sporange clos. Je n'ai jamais vu de bractées sporangifères trifides chez le *Phylloglossum Drummondii*. Celles que M. Crié a figurées ne viennent certainement pas de l'épi de la quatrième figure.

Les trois figures suivantes sont consacrées aux spores. La première montre quatre spores encore contiguës, la seconde fait voir une spore isolée avec ses ornements. Cette figure est la meilleure, elle donne la forme de la spore vue du sommet; malheureusement, les faces internes de la spore sont figurées couvertes d'ornements réticulés. L'ornementation de la spore n'a pas été comprise.

Les deux dernières figures données par M. L. Crié montrent un prothalle bulboïde vu dans son ensemble, et une section longitudinale du prothalle dessinée à un grossissement très faible. On voit dans la figure d'ensemble que la surface du prothalle porte des poils absorbants et fixateurs. La section longitudinale montre à la partie supérieure de ce prothalle deux archégonies stériles à cols saillants et au sommet même de la section une grosse anthéridie vidée.

Ce prothalle bulboïde, blanchâtre, est-il, comme le pense M. L. Crié, un caractère *Ophioglosséen*? Nullement, car ce prothalle ne

ressemble pas, comme le croit cet auteur, au prothalle des *Ophioglossum*, ni à celui des *Botrychium*, mais bien au tubercule qui procède immédiatement de la spore de beaucoup de *Lycopodium*, tubercule qui précède le Prothalle proprement dit dressé, à bords lamelleux verts chez le *Lycopodium cernuum*. Ce tubercule prothallien initial peut en effet porter, même chez le *Lycopodium cernuum*, des glandes génitales, ainsi que M. Treub l'a observé dans ses semis.

En terminant, je n'ai qu'à renouveler le vœu que formulait Al. Braun à la fin du travail de Mettenius : *obtenir des grands herbiers l'autorisation d'étudier les échantillons qu'ils possèdent pour compléter ce travail, et obtenir des botanistes d'Australie et de la Nouvelle-Zélande l'envoi de quelques échantillons à spores mûres qui me permettent de tenter de nouvelles cultures.*

Imprimé à Lille d'Avril à Septembre 1885.

NOTICE  
SUR  
M. L.-R. TULASNE  
ET SUR  
SON ŒUVRE BOTANIQUE

*Par M. P. DUCHARTRE (1).*

---

« L'Académie des Sciences a cette fois, elle aussi, son année terrible. Il y a huit jours à peine, notre éminent Président rendait, en termes émus et éloquents, un légitime hommage de regrets à ceux de nos confrères que la mort a frappés, en nombre cruellement exceptionnel, dans le cours de l'année qui va finir, et, dès le lendemain, un journal annonçait qu'une dixième perte était venue s'ajouter à celles que nous avions déjà eu à déplorer. Pendant deux ou trois jours, nous avons pu nous bercer de l'idée que cette triste nouvelle était sans fondement; mais aujourd'hui le doute et avec lui l'espoir ont disparu devant une dépêche précise et en quelque sorte officielle. Il n'est donc que trop vrai ! M. L.-R. Tulasne, l'excellent confrère, le savant illustre, le doyen justement honoré de la section de Botanique, vient d'être enlevé

(1) Extrait des Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.

presque subitement à ses amis qui étaient loin de redouter pour lui une fin si brusque, à la Science française dont il était l'une des gloires incontestées.

» M. Tulasne est peu connu au sein de cette Académie qui cependant lui avait ouvert ses portes dès le 9 janvier 1854, en l'appelant à remplacer Adrien de Jussieu. Cette circonstance, qui semble difficilement explicable quand il s'agit de l'auteur de tant de grands et beaux travaux scientifiques tient à deux causes différentes. Doué des qualités qui font le naturaliste de premier ordre, d'une exactitude et d'une pénétration sans égales dans l'observation, d'un véritable génie pour relier les faits entre eux par des lois fécondes, possédant en outre un réel talent d'exposition qui rendait ses ouvrages aussi clairs que méthodiques, notre regretté Confrère avait, d'un autre côté, à lutter sans cesse contre une extrême timidité dont il ne se rendait maître par moments qu'au prix de pénibles efforts; aussi ne prenait-il que très rarement la parole dans nos réunions. Sa santé chancelante l'obligeait d'ailleurs à de fréquentes absences, et dès 1864, c'est-à-dire dix années seulement après son élection, elle le força à quitter définitivement Paris dont le climat lui était absolument contraire. Il fit alors l'acquisition d'une propriété aux portes d'Hyères (Var), et je ne crois pas que, depuis cette époque éloignée, il soit jamais venu reprendre sa place parmi nous.

» Né le 12 septembre 1815 à Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire), M. Tulasne fit d'excellentes études classiques qui développèrent en lui, plusieurs de ses ouvrages en font foi, une rare facilité à écrire dans la langue de Virgile et de Cicéron. Il étudia ensuite le droit et devint avocat; mais un goût prononcé pour les sciences naturelles, et spécialement pour la Botanique, le détourna bientôt de la carrière du barreau, pour laquelle, il faut le reconnaître, il manquait d'une qualité fondamentale, l'aptitude à parler en public. Il se livra alors avec ardeur à l'étude des plantes, et ses progrès dans cette nouvelle voie furent assez rapides pour attirer l'attention d'Auguste Saint-Hilaire. Ce savant, justement célèbre, qui, de retour de ses grands voyages au Brésil et au Paraguay, préparait ses importants ouvrages sur la flore de ces vastes contrées, l'appela auprès de lui comme collaborateur pour la rédaction d'une *Revue de la flore brésilienne* qu'il se proposait de publier. Mais ce travail considérable ne fut pas terminé, et au mois de février 1842, M. Tulasne cessa de s'en occuper pour entrer

au Muséum d'Histoire naturelle, en qualité d'aide naturaliste attaché à la chaire qu'illustrait alors Ad. Brongniart. C'est à peu près à cette époque qu'a commencé la publication des nombreux Mémoires et Ouvrages dont il a doté la science, puisque son premier écrit botanique date du mois de juillet 1843, et la série en a été poursuivie par lui, sans interruption, jusqu'à l'année 1865, date à laquelle l'affaiblissement de sa santé le mit dans la double nécessité de quitter Paris et de renoncer désormais à tout travail suivi.

» Quoique circonscrite dans cet espace de vingt-cinq années, la carrière botanique de M. Tulasne a été des plus fécondes et des plus profitables à la science des plantes. On s'expliquerait même difficilement que, dans cette partie relativement courte de son existence, il eût pu mener à bonne fin tant de travaux de premier ordre, si l'on ne savait qu'il a eu le rare bonheur d'avoir constamment auprès de lui, dans son frère le docteur Charles Tulasne, un collaborateur dont le dévouement et l'abnégation dépassaient les limites du vraisemblable, dont en outre l'habileté à exécuter les préparations les plus délicates était jointe à un art merveilleux pour en figurer l'ensemble et les détails.

» C'est à l'étude des végétaux inférieurs ou Cryptogames et, parmi eux, à celle des Champignons, que M. Tulasne a surtout appliqué ses précieuses facultés. Dans ce champ immense, non seulement il a considérablement agrandi le cercle de nos connaissances, mais encore il a été un véritable réformateur et il a su poser cette branche de la Botanique sur une base nouvelle et plus solide, parce qu'elle est seule en rapport avec la réalité et l'enchaînement des faits. Jusqu'à lui, en effet, les botanistes avaient décrit comme tout autant d'espèces, souvent même de genres, toutes les formes sous lesquelles s'offraient à eux ces êtres innombrables, dont beaucoup descendent jusqu'aux limites de la simplicité de structure et presque de la visibilité, tandis que d'autres, plus complexes en organisation, prennent des proportions plus fortes et des configurations aussi étranges que variées. Suivant pas à pas un grand nombre de ces végétaux pendant toute leur existence, notre regretté confrère a prouvé que chez eux les organes reproducteurs, loin d'être d'une seule sorte, comme on le pensait, sont, au contraire, divers; que, de plus, ceux de chaque sorte prennent naissance dans ou sur un appareil spécial, et que ces appareils eux-mêmes se développent successivement, dans un ordre déter-

miné. Il a montré aussi que la production de ces différents moyens de multiplication se relie généralement à une manière d'être, à un aspect spécial qu'offre le Champignon au moment où il leur donne naissance, et que, par suite, la création d'un grand nombre de prétendues espèces, même de genres, n'avait été basée que sur la diversité des formes sous lesquelles peut se présenter un même être aux diverses phases de son évolution. Il a établi enfin ce fait remarquable que, si beaucoup de Champignons parasites, une fois qu'ils se sont fixés sur un végétal nourricier, ne le quittent plus et atteignent sur lui leur complet développement (Champignons monoxènes, Tul.), d'autres envahissent l'un après l'autre des végétaux différents et ne peuvent produire que sur l'un ou l'autre de ceux-ci l'un ou l'autre de leurs organes reproducteurs. Ces notions fondamentales, qui n'avaient pas même été soupçonnées jusqu'alors, ont complètement changé la face de la Mycologie.

» Il serait trop long d'énumérer ici les nombreux écrits par lesquels M. Tulasne a merveilleusement élucidé l'histoire, obscure avant lui, des Champignons; il suffira, pour donner une idée de cette œuvre considérable, de rappeler, entre bien d'autres: son grand Mémoire sur les Ustilaginées, publié en 1847; ses trois Mémoires sur les appareils reproducteurs des Champignons, qui ont paru en 1851, 1852 et 1853; un remarquable travail dans lequel il a mis en pleine lumière l'évolution entière de l'ergot des Graminées (1853); son beau volume intitulé *Fungi hypogæi*, histoire et monographie des Champignons souterrains, ouvrage fondamental (1851), dont le texte est accompagné de vingt-et-une magnifiques planches gravées d'après les dessins du D<sup>r</sup> Ch. Tulasne, enfin, et comme un digne couronnement de l'œuvre entière, la *Selecta Fungorum Carpologia*, vrai monument scientifique, qui à lui seul mettrait son auteur hors de pair. Cet ouvrage, admirable tant pour la forme que pour le fond, comprend trois volumes in-folio, datés des années 1861, 1863, 1865, dont l'exécution typographique honore l'Imprimerie Nationale, et dont les soixante-et-une planches, dues encore au D<sup>r</sup> Ch. Tulasne, sont de véritables chefs-d'œuvre d'iconographie scientifique.

» L'étroite affinité, pour ne pas dire plus, qui relie les Champignons et les Lichens devait amener notre éminent mycologue à porter aussi son attention sur ces derniers végétaux cryptogames. Il en a fait, en 1852, l'objet d'un grand Mémoire qui contient deux cent

vingt-cinq pages de texte et seize planches. Dans cet important travail, se basant sur l'examen approfondi de presque tous les genres de Lichens qui appartiennent à la flore d'Europe, même sur des essais heureux de multiplication par semis, il en a exposé dans le plus grand détail, en texte et figures, la structure anatomique ainsi que les divers modes de reproduction, dont certains étaient ou inconnus (pycnides avec stylospores), ou mal connus (spermogonies avec spermaties) avant lui. C'est un fait remarquable que, dès cette époque notablement antérieure à la publication par M. Schwendener de la *théorie algo-lichénique*, il ait insisté particulièrement sur l'existence, aux premiers âges de ces Cryptogames, d'une formation filamenteuse analogue au mycélium des Champignons et que, d'un autre côté, il ait fait ressortir la frappante analogie qui relie les corps reproducteurs des Lichens à ceux des Champignons.

» Les beaux travaux dont je viens de donner la rapide et forcément incomplète énumération avaient suffi pour faire regarder universellement M. Tulasne comme l'un des botanistes les plus éminents de notre époque; mais, homme consciencieux avant tout, il n'a pas oublié un seul instant que sa position d'aide-naturaliste au Muséum lui créait des devoirs et lui imposait des travaux d'un autre ordre que ceux vers lesquels l'entraînait son penchant naturel. Le riche herbier de ce grand établissement national renferme sans doute de nombreuses séries d'échantillons Cryptogames dont notre confrère s'est occupé sérieusement; mais il est aussi composé en majeure partie de très grandes collections de Phanérogames, dans lesquelles il est d'autant plus difficile d'établir d'abord et de maintenir ensuite l'ordre nécessaire que chaque année, de nouvelles plantes, recueillies sur tous les points du globe, viennent s'ajouter par milliers à celles qui déjà s'y trouvaient en masses formidables. La détermination au moins approchée et le classement de ces plantes s'imposent aux aides-naturalistes comme un travail incessant, jamais terminé, qui est, à proprement parler, leur véritable raison d'être. Seulement, tandis que, parmi eux, les uns n'ont en vue, en le faisant, que l'accomplissement d'un devoir fonctionnel, les autres savent y puiser en même temps les éléments d'écrits qui tournent au profit de tous, et qui contribuent puissamment aux progrès de la Science. Parmi ces derniers, et j'oserais presque dire à leur tête, s'est placé M. Tulasne.

» Elle est longue, en effet, la série des Mémoires dont il a trouvé les

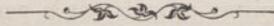
matériaux dans l'herbier du Muséum, comparé, toutes les fois que cela était utile, avec plusieurs grandes collections de Paris et de Londres, et, il n'est pas hors de propos de le faire observer, tous ces travaux ont été publiés de 1843 à 1855, c'est-à-dire pendant la partie de son existence scientifique durant laquelle il dotait la Botanique cryptogamique de ses plus nombreux ouvrages. Pour ne pas prolonger outre mesure cette Notice déjà trop longue, je me bornerai à dire que, dans cet espace de treize années, il a successivement fait paraître deux Mémoires sur des Légumineuses américaines ; quatre Mémoires sur la flore de la Colombie ; des fragments en deux grands Mémoires d'une flore de Madagascar ; quatre travaux distincts sur des Monimiacées, sur des Gnétacées d'Amérique, sur deux genres américains établis par Aublet sous les noms de *Quiina* et *Poraqueiba* ; sur les deux genres *Antidesma* et *Stilaginella*, dont il a décrit, ainsi que pour les précédents, un grand nombre d'espèces nouvelles, et dont en outre il a discuté les affinités en parfaite connaissance de cause ; enfin une monographie, en un volume in-4<sup>o</sup> renfermant 16 planches, de la famille des Podostémées, petites plantes fort singulières, qui ressemblent extérieurement à des Mousses ou à des Fougères, dont la structure est remarquablement simple, mais dans lesquelles toutefois notre regretté Confrère a démontré l'existence d'un embryon nettement dicotylédoné, dont la présence oblige à les ranger, contrairement à leur apparence, parmi les végétaux de l'ordre le plus élevé. Grâce aux richesses accumulées, de fraîche date, dans les herbiers de Paris et de Londres, l'auteur de cet excellent travail a pu doubler le nombre des genres et des espèces, qui jusqu'à lui étaient connus comme composant ce curieux groupe naturel.

» Les études incessantes sur les Cryptogames, poursuivies en même temps que de grands travaux sur les Phanérogames, n'ont pas encore absorbé complètement l'infatigable activité de M. Tulasme. Notre laborieux Confrère a trouvé aussi le temps d'exécuter, sans interrompre ses autres recherches, une longue suite d'observations sur l'un des points les plus importants et les plus délicats de la physiologie des plantes, je veux dire la fécondation et ses suites, en d'autres termes, la formation de l'embryon. Il a consigné les résultats de ses persévérantes études sur ce sujet dans deux grands Mémoires qui ont paru l'un en 1849, sous le titre de : *Études d'Embryogénie végétale* (117 pages, 5 planches) ; l'autre en 1855, sous celui de : *Nouvelles Études*

*d'embryogénie végétale* (58 pages, 12 planches). Schleiden venait d'émettre une théorie selon laquelle l'extrémité du tube pollinique, regardé jusqu'alors comme l'agent essentiel de la fécondation, une fois arrivée à l'ovule, aurait pénétré dans la profondeur du sac embryonnaire, et là, prenant un développement spécial, serait devenue l'embryon lui-même. Frappé de la hardiesse de cette théorie, qui était en opposition avec toutes les idées reçues, et qui ne tendait à rien moins qu'à renverser la notion des sexes dans les plantes, M. Tulasne résolut de la soumettre au contrôle de l'observation rigoureuse. Ses premières recherches, faites principalement sur des Véroniques, lui semblèrent justifier les assertions du savant allemand ; mais bientôt la vérité apparut à ses yeux, et, finalement, ce fut lui qui porta le plus rude coup à la doctrine du pollen-embryon en prouvant que, fort souvent, la masse plasmique, dont la fécondation fera un nouvel individu végétal, s'attache, sous la voûte de la cavité embryonnaire, plus ou moins loin du point où s'arrête, en dernière analyse, le tube fécondateur. Deux corps nettement séparés l'un de l'autre ne peuvent évidemment être une seule et même chose.

» Des travaux si absorbants, si pénibles même en raison du nombre et de la difficulté des observations qu'ils exigent, poursuivis sans relâche pendant au moins vingt-cinq années, auraient pu ébranler une organisation vigoureuse : celle de M. Tulasne était faible : elle ne résista pas à l'épreuve. Déployant une grande force de volonté, notre Confrère termina la publication du grand ouvrage qui a mis le sceau à sa gloire scientifique ; mais il sentit alors qu'il ne pouvait aller plus loin. Avec un immense regret, il dit un éternel adieu à cette science qu'il avait cultivée jusqu'alors avec une ardeur sans égale et se condamna, à l'âge de cinquante ans, à une retraite définitive. C'est ainsi qu'il a passé les vingt dernières années de sa vie, dans notre extrême Midi, loin des bruits du dehors et ne songeant qu'à faire du bien, beaucoup de bien autour de lui. Menant dès lors une vie calme et tranquille, à l'abri de toute fatigue, soit intellectuelle, soit physique, soutenu d'ailleurs par l'influence bienfaisante d'un admirable climat, il aurait pu compter encore de longues années. Malheureusement, une maladie des plus graves, à laquelle il échappa presque miraculeusement, vint, à la date de quelques années, ajouter à sa faiblesse ; son état devint enfin alarmant le jour peu éloigné où lui fut enlevé son frère chéri, qui était un autre lui-même et avec qui son existence

entière s'était écoulée dans une parfaite union, dans une complète harmonie d'idées et de sentiments. Réduit dès ce moment à n'être plus que l'ombre de lui-même, M. Tulasne a languï pendant plus d'une année, et il est mort presque subitement mardi dernier, 22 décembre, laissant dans le cœur de tous ceux qui l'ont connu de profonds regrets, dans la science française, un vide qui ne sera jamais rempli. »



Remarques sur les Faisceaux Foliaires  
DES  
CYCADÉES ACTUELLES

ET SUR LA SIGNIFICATION MORPHOLOGIQUE

des Tissus des Faisceaux unipolaires diploxylés

Par C.-Eg. BERTRAND et B. RENAULT.

---

1. — Tous les botanistes connaissent la particularité anatomique qui caractérise les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et qui leur a fait donner le nom de *faisceaux unipolaires diploxylés*. Ces faisceaux présentent chacun deux masses ligneuses qui se différencient en sens inverse l'une de l'autre, l'une est antérieure centripète, comprise entre le pôle du faisceau et son bord antérieur ; l'autre est postérieure centrifuge, placée entre le pôle du faisceau et son liber externe (1). Le bois centripète est regardé comme représentant le bois primaire du faisceau, le bois centrifuge y représentant le bois secondaire ; le premier provient en effet directement de la différenciation d'éléments procam-

(1) Les dénominations de bois centripète et de bois centrifuge sont données d'après le sens dans lequel se différencient les éléments de ces bois pour un observateur placé dans l'axe de la tige et regardant la feuille, celle-ci ayant été préalablement relevée le long de la tige.

Nous ne nous inquiétons pas ici de l'agencement en  $\Omega$  des faisceaux foliaires dans les rachis des grandes feuilles des Cycadées adultes, il nous suffit pour cela de supposer que l'ensemble de ces faisceaux a été développé dans un plan par une méthode analogue à celle qui donne le développement du parcours des faisceaux dans les tiges.

biaux, le second au contraire est produit par une zone cambiale convexe vers l'extérieur, qui engendre du bois secondaire sur sa face antérieure et du liber secondaire sur sa face postérieure. Le bois centrifuge consiste en files radiales de fibres ligneuses séparées par des rayons. Le liber secondaire consiste en files radiales de cellules les unes grillagées les autres parenchymateuses séparées par des rayons libériens. Les rayons ligneux et libériens très étendus en longueur sont deux à deux dans le prolongement l'un de l'autre. Le liber primaire forme un arc marginal à la face externe du faisceau, il consiste en un mélange d'éléments parenchymateux et de cellules grillagées. Dans le faisceau développé ce tissu est écrasé et transformé en une lame cornée. Le bois centripète a la forme d'un triangle dont le sommet, occupé par le pôle du faisceau est extérieur et dont la base est en avant. Les éléments voisins du pôle sont les plus grêles, ce sont aussi les premiers différenciés. Ces premiers éléments consistent en trachées grêles à spiricule lâche. Généralement ces trachées placées en une file étroite sont écrasées, Plus en avant viennent des trachées plus grosses à spires plus nombreuses, puis des trachées à section transversale polygonale, des vaisseaux rayés et scalariformes grêles, enfin des vaisseaux scalariformes larges. Quelques fibres primitives parfois écrasées marquent le bord antérieur du faisceau.

A l'exception de certains cas particuliers que nous faisons connaître (page 234 note 3) les faisceaux foliaires des Cycadées ne contiennent pas d'autres tissus ; ils conservent une structure invariable depuis l'instant où les feuilles deviennent libres jusqu'à leur mort, et en quelque point de la feuille qu'on les prenne ils ont toujours la même organisation pourvu qu'on les considère

En dehors de leurs terminaisons supérieures (1).

En dehors de leurs régions de bifurcation (2).

En dehors des régions d'insertion des folioles (3).

(1) Vers la terminaison supérieure des faisceaux foliaires les tissus libéro-ligneux secondaires font défaut, les faisceaux ne comprennent plus alors qu'une masse ligneuse centripète antérieure et un arc libérien primaire postérieur.

(2) Dans leurs régions de bifurcation les faisceaux unipolaires diploxylés ne changent pas de nature mais leurs pointements trachéens se dédoublent. Pendant que les deux pointements nouveaux s'écartent, le nombre des files secondaires augmente dans la région médiane du faisceau.

(3) Aux points d'insertion des folioles les faisceaux foliaires ne changent pas de structure, mais ils présentent des divisions très nombreuses et des anastomoses sur les détails desquelles nous reviendrons dans une étude spéciale.

Si l'on compare les faisceaux foliaires des Cycadées (1) aux faisceaux unipolaires normaux, on voit qu'ils en diffèrent par la position de leur bois primaire, et par le sens de la différenciation de ce bois. Contrairement aux faisceaux unipolaires normaux le bois primaire des faisceaux unipolaires diploxylés est placé entre leur pôle et leur bord antérieur au lieu d'être compris entre leur pôle et leur centre de figure. Contrairement aussi aux faisceaux unipolaires normaux et *contrairement même à tous les faisceaux déterminés*, leur bois primaire se différencie du pôle vers le bord du faisceau et non du pôle vers le centre de figure. On dirait que dans les faisceaux unipolaires diploxylés le bois primaire du faisceau unipolaire normal a tourné autour du pôle d'un angle de  $180^\circ$  et qu'il est venu se placer en avant du faisceau.

Jusqu'ici il n'a pas été donné d'explication satisfaisante de l'organisation du faisceau unipolaire diploxylé et la plupart des anatomistes se sont bornés à constater ses anomalies sans les expliquer. Parmi toutes les explications qui ont été proposées, les deux principales sont les suivantes. Pour certains auteurs, et ce sont les plus nombreux, *le bois centripète n'est autre chose que le bois primaire normal retourné* (2). Pour les autres, *le bois centripète n'est pas le bois primaire du faisceau, c'est une sorte de tissu accessoire d'origine secondaire, analogue au bois secondaire antérieur, qui se développe dans certains faisceaux unipolaires* (3).

(1) Parmi les plantes actuelles on ne connaît comme faisceaux unipolaires diploxylés que les faisceaux foliaires des Cycadées. On ne peut en effet voir l'équivalent de cette organisation dans les faisceaux à bois double de la tige principale des Noyers, des Vicia, etc., ni dans les faisceaux cotylédonaire des Orties et autres plantes analogues. On n'a pas d'ailleurs l'équivalent de cette organisation dans les faisceaux foliaires singuliers des Bégoniacées, des Araliacées, des Aurantiacées, des Mélastomacées, etc.

(2) Ce retournement du bois primaire est expliqué de diverses manières : par une torsion, par un étalement en éventail, ou plus souvent, par une anastomose avec torsion des branches de deux faisceaux voisins.

Cette dernière notion provient de ce que l'on a surtout employé pour ces études des plantes d'un certain âge ou des boutures de bourgeons au lieu de prendre de jeunes plantes de semis.

(3) Cette interprétation qui a d'abord paru très singulière reposait sur les remarques suivantes : 1° On rencontre parfois à la partie antérieure des faisceaux foliaires de nos Cycadées actuelles une zone cambiale et même des tissus libéro-ligneux secondaires caractérisés en continuité avec le bois centripète ; 2° On savait que dans les jeunes Cycadées les faisceaux de la tige deviennent directement faisceaux foliaires sans retournement ou anastomose d'aucune sorte ; 3° On savait aussi que les anastomoses des faisceaux foliaires à la base du pétiole des feuilles des Cycadées adultes ne changent pas leur nature. Le bois centripète ne pouvait donc être l'homologue du bois primaire des faisceaux unipolaires normaux et on crut pouvoir regarder le bois centripète comme une trace de bois secondaire antérieur, parce que parfois on le voyait se continuer directement avec un bois secondaire caractérisé. Depuis lors ayant eu occasion d'étudier les limbes du *Poroxydon stephanensis*, nous nous sommes aperçus que tandis que les tissus libéro-ligneux secondaires antérieurs étaient très développés dans certains faisceaux, ces tissus faisaient défaut dans les faisceaux voisins qui

2. — Considérons d'autre part la structure des faisceaux de la tige des Cycadées actuelles. Ces faisceaux sont unipolaires et le pôle de chacun d'eux se trouve sur la droite qui joint le centre de figure au centre de figure de la tige et entre ces deux points. Le pôle de chaque faisceau comme celui du faisceau foliaire est marqué par une trachée initiale très grêle. En arrière de ce pôle on trouve quelques trachées à section polygonale, puis des vaisseaux rayés étroits, après quoi commence la zone ligneuse secondaire composée de files radiales de fibres ligneuses séparées par des rayons. Les premiers vaisseaux ligneux forment un petit triangle à pointement antérieur, que tous les anatomistes regardent comme le bois primaire du faisceau et comme l'homologue du bois primaire des faisceaux unipolaires normaux.

Extérieurement à la zone ligneuse secondaire on trouve une zone cambiale puis une couche épaisse de liber secondaire externe et un arc libérien primaire plus ou moins écrasé, plus ou moins dissocié par l'hypertrophie des cellules parenchymateuses qui entrent dans sa constitution (1).

Tous les faisceaux de la tige ont la même structure, et tant qu'ils sont dans la tige, les faisceaux de cet axe conservent cette structure, ils ne contiennent pas de bois centripète (2). Les faisceaux de la tige des Cycadées sont donc parfaitement réguliers, leur bois primaire étant

cependant continuaient de présenter la même quantité de bois centripète. Nous avons alors recherché la cause du développement exceptionnel de certains faisceaux, et nous avons reconnu que les faisceaux ne présentaient un développement secondaire antérieur que dans les régions du limbe hypertrophiées par suite de la cicatrisation de longues blessures longitudinales. De la sorte nous avons été conduits à nous demander si les productions analogues que nous avons accidentellement rencontrées chez les Cycadées actuelles, n'avaient pas la même cause. Nous avons reconnu qu'il en est bien ainsi. On obtient pour ainsi dire à volonté ces tissus secondaires antérieurs en pratiquant de profondes incisions longitudinales dans les limbes et dans les pétioles de très jeunes feuilles. Les tissus libéro-ligneux secondaires antérieurs sont donc *accidentels*, ce sont les résultats d'une blessure. Ils n'ont pas à intervenir dans l'interprétation du bois centripète sur lequel ils sont simplement accolés. La persistance de l'irritation ne fait qu'accroître le volume des tissus libéro-ligneux tardifs dépendant de la surface libre produite.

(1) Ce bois primaire uniquement formé de vaisseaux grêles a une structure sensiblement différente de celle du bois centripète des faisceaux foliaires. On n'y voit jamais de grands vaisseaux scalariformes. Sa structure est celle du bois primaire d'un faisceau unipolaire dans lequel la zone cambiale apparaît hâtivement.

(2) La décapitation d'une tige de *Cycas* bien vigoureuse peut changer cette structure en déterminant à la face interne de ses faisceaux primaires la production de masses libéro-ligneuses secondaires tardives. Les jardiniers provoquent couramment la formation de ces productions lorsqu'ils bouturent les *Cycas* en débitant un tronc en tranches horizontales épaisses qu'ils maintiennent sur la tannée chaude. On sait qu'il se produit alors à la périphérie de la moelle et à la face interne des faisceaux de la couronne libéro-ligneuse des bourgeons adventifs. Les raccords des tissus ligneux de ces bourgeons avec ceux de la tranche s'étendent quelquefois très bas.

placé comme dans tous les faisceaux unipolaires entre le pôle trachéen et le centre de figure du faisceau, la différenciation de ce bois primaire étant centrifuge.

Mais si l'on a soin de prendre un *exemple simple* comme de jeunes *Bowenia*, de jeunes *Encephalartos*, de jeunes *Cycas*, on voit que *les faisceaux foliaires proviennent directement des faisceaux de la tige sans que ceux-ci se soient tordus, étalés en éventail, ou anastomosés avec leurs voisins d'aucune manière.* La feuille du jeune *Bowenia* reçoit directement de la tige 5 à 7 faisceaux qui deviennent directement faisceaux foliaires. La feuille du jeune *Encephalartos* reçoit de même 3 à 5 faisceaux sortants qui deviennent directement faisceaux foliaires. Le faisceau unipolaire, normal dans sa région inférieure, devient donc directement diploxylé dans sa région supérieure et, comme il n'y a pas de torsion, d'étalement, d'anastomose qui rende antérieure le bois primaire des faisceaux de la tige lorsqu'ils pénètrent dans les feuilles; le bois centripète se montre comme un tissu nouveau qui s'intercale entre le pôle et les fibres primitives de la région antérieure du faisceau. Rapidement pendant que le bois centripète augmente d'importance, le bois primaire normal se réduit et disparaît mais sans s'être déplacé.

Un faisceau unipolaire diploxylé est donc un faisceau unipolaire normal dans la partie supérieure duquel le bois primaire s'est réduit alors qu'il s'y est développé un tissu ligneux supplémentaire centripète localisé entre son pôle et sa face antérieure. Inférieurement les tissus du faisceau unipolaire diploxylé sont ceux d'un faisceau unipolaire ordinaire, le coin ligneux centripète qui s'ajoute dans la partie supérieure de ces faisceaux n'a pas d'homologue dans les faisceaux unipolaires normaux.

Cette conclusion entraîne les conséquences suivantes :

1<sup>o</sup> Le bois centripète d'un faisceau unipolaire diploxylé n'est pas l'homologue du bois primaire des faisceaux unipolaires ordinaires. Il le remplace à peu près physiologiquement mais il n'en a nullement la signification morphologique. Il n'a pas non plus la même structure ;

2<sup>o</sup> Le bois centripète par suite n'a pas à intervenir dans l'appréciation morphologique des cordons libéro-ligneux foliaires qui ne cessent pas, malgré ce tissu, d'être des faisceaux unipolaires normalement

orientés. Les coins ligneux centripètes ne représentent qu'un tissu sans valeur morphologique, et qui tend à disparaître; ils ne constituent plus une exception à la structure ni à la différenciation des faisceaux unipolaires;

3° Le bois centripète des faisceaux unipolaires diploxylés ne tire pas son origine d'un retournement du bois primaire normal des faisceaux unipolaires. Ce n'est pas non plus un bois secondaire antérieur. Les interprétations proposées pour expliquer l'anomalie du faisceau unipolaire diploxylé ne sont pas acceptables (1).

3. — Les conclusions qui précèdent et qui résultent de l'étude directe des seuls faisceaux diploxylés que nous rencontrons chez les plantes actuelles, sont contrôlées par les faits suivants tirés de nos études paléontologiques.

Le bois centripète n'est pas également développé dans tous les faisceaux unipolaires diploxylés; tandis que certaines plantes ne présentent ce tissu que dans la partie des faisceaux engagée dans la feuille, les autres présentent ce tissu dans toute la longueur du faisceau et chez elles le bois centripète est d'autant plus développé qu'on est plus près de la terminaison des faisceaux. Considérons en effet les plantes à faisceaux foliaires diploxylés qui ont vécu à l'époque houillère; ces plantes sont très nombreuses, mais tandis que les unes comme les Cordaïtes n'ont eu de bois centripète que dans la partie de leurs faisceaux engagée dans la feuille, les autres, comme les Sigillaires, les Sigillariopsis, les Poroxylons, les Lyginodendrons (2) présentaient ce bois centripète non seulement dans la partie foliaire de leurs faisceaux

(1) Quand on réunit les éléments qui permettent d'établir la différenciation des faisceaux foliaires de nos Cycadées (les jeunes *Bowenia*, *Encephalartos*, *Cycas* se prêtent très bien à ces recherches) on voit que sitôt après le stade procambial la trachée initiale de chacun de ces faisceaux se forme presque à son centre de figure comme si le faisceau était indéterminé. Un arc libérien primaire externe se caractérise dans le même temps. Bientôt après et presque simultanément les éléments centripètes se caractérisent entre le pôle du faisceau et son bord antérieur, tandis que les divisions tangentielles qui établissent la zone cambiale recloisonnent les éléments compris entre le bois centripète et l'arc libérien primaire. Les éléments du bois centripète se caractérisent de la trachée initiale vers le bord antérieur du faisceau. Plus tard la zone cambiale très épaisse caractérise ses éléments internes comme éléments ligneux secondaires et ses éléments externes comme éléments libériens secondaires. Enfin elle s'éteint non sans avoir déterminé la compression et l'écrasement du liber primaire. En somme d'après cette différenciation on voit que le faisceau unipolaire diploxylé est tout d'abord presque indéterminé dans sa région supérieure. Au contraire dans sa région inférieure ce faisceau se différencie comme un faisceau unipolaire normal, la trachée initiale étant très voisine du bord antérieur du faisceau.

(2) D'après les figures données par M. Williamson in *On the Organisation of the fossil plants of the Coal measures*. Partie IV. Décembre 1872. London in-4°.

mais encore dans la partie de ces faisceaux qui était dans la tige et même dans la partie de ces faisceaux qui était engagée dans la couronne libéro-ligneuse de ces tiges. Selon les genres il y descendait plus ou moins bas. Chez les Poroxyllons en particulier le bois centripète accompagnait les faisceaux foliaires dans leur course à travers la tige pendant 4 à 5 entre-nœuds si la tige était grêle, pendant 11 entre-nœuds si la tige était grosse, en moyenne pendant 7 à 8 entre-nœuds.

C'est-à-dire que pendant les  $\frac{8 \text{ à } 11}{13}$  de la course totale qu'il parcourait

dans la tige le faisceau foliaire des Poroxyllons présentait du bois centripète, mais *quels que fussent son extension et son volume*, LE BOIS CENTRIPÈTE ÉTAIT TOUJOURS A LA MÊME PLACE *entre la trachée initiale du faisceau et son bord antérieur*. On remarquait seulement :

Que dans la tige le bois centripète était d'autant plus large, plus épais et plus ramifié que le faisceau était plus près de sa sortie.

Que le bois centripète se ramifiait alors comme aujourd'hui et de la même manière sur toute sa longueur, uniquement par bifurcation de son pointement trachéen suivie de l'écartement des deux masses produites (1) sans changement d'orientation.

Que vers la terminaison supérieure des faisceaux les productions libéro-ligneuses secondaires disparaissaient, la zone cambiale étant seulement indiquée par quelques cloisonnements tangentiels. Plus haut même le faisceau était réduit à son triangle ligneux centripète et à un arc libérien primaire externe.

Chez les Poroxyllons, moins encore que chez les Cycadées actuelles, on ne peut invoquer un retournement du bois primaire ordinaire du faisceau pour expliquer l'orientation du bois centripète et pour regarder ce bois centripète comme l'homologue du bois primaire des faisceaux unipolaires normaux, car grande ou petite la feuille des Poroxyllons ne reçoit de la tige qu'un faisceau. Le faisceau au moment où il devient pièce autonome dans la couronne libéro-ligneuse de la tige, c'est-à-dire 13 entre-nœuds  $\frac{1}{2}$  avant sa sortie ne consiste qu'en une expansion latérale des tissus libéro-ligneux externes d'un autre faisceau qui sortira 8 entre-nœuds avant lui (s'il s'agit d'une grosse tige). Un rayon isole ce coin libéro-ligneux qui n'a comme éléments primaires que *quelques éléments libériens externes*. Dans les deux

(1) Pour le détail de cette division voir notre mémoire intitulé *Recherches sur les Poroxyllons*.

entre-nœuds qui suivent, il conserve cette même structure, c'est-à-dire qu'il ne présente ni trachées, ni bois centripète. Si la tige est large, onze entre-nœuds avant sa sortie le faisceau s'élargit en même temps qu'il s'approche du centre de figure de la tige, et on voit à sa partie antérieure entre ses fibres primitives et les files ligneuses centrifuges quelques vaisseaux rayés qui représentent son bois centripète. *Il n'y a pas encore de trachées* (1). Les trachées n'apparaissent comme pointement distinct faisant saillie vers l'extérieur que dans le huitième entre-nœud qui précède sa sortie et cela sous forme d'une seule trachée, d'une lame trachéenne tangentielle ou d'une masse trachéenne triangulaire dont la plus grêle, l'initiale, est extérieure. Ce pointement reste simple pendant deux entre-nœuds, puis il se bifurque sans changement d'orientation. Le faisceau possède alors une masse ligneuse centripète unique à deux pointements trachéens saillants vers l'extérieur. Dans les deux entre-nœuds qui précèdent sa sortie de la tige, les deux pointements trachéens se dédoublent de nouveau en conservant leur même orientation. La masse ligneuse centripète se lobe en deux grands îlots dont chacun tapisse une moitié du faisceau (2). Le bois centripète est cent fois plus épais en ce point que dans la région où il est apparu tout d'abord. Dès la base du dernier entre-nœud qu'il parcourt dans la tige, le faisceau, tout en faisant encore partie de la couronne libéro-ligneuse, réduit ses productions secondaires (3). A l'entrée de la feuille le faisceau toujours unique mais bilobé possède une masse ligneuse centripète énorme à pointements trachéens extérieurs, son bois secondaire est réduit à six rangs chez *Poroxyton Edwardsii* (4). Vers la terminaison des lobes de ce faisceau,

(1) Ordinairement ces premières traces de bois centripète disparaissent dans l'entre-nœud suivant pour reprendre au niveau où apparaissent les premières trachées.

Dans les tiges moyennes les premières traces de bois centripète n'apparaissent que trois entre-nœuds plus haut en même temps que les premières trachées.

(2) Les tissus extérieurs du faisceau sont alors coupés en deux parties égales par un rayon.

(3) Le nombre des rangées secondaires est plus faible et les éléments sont de plus petit calibre.

(4) Nous prenons ces épaisseurs du bois secondaire dans des feuilles de dimensions moyennes. Les feuilles pérulaires avaient un bois secondaire plus réduit.

Ces bifurcations du faisceau unipolaire qui correspondent à un élargissement du faisceau se font toujours d'après le même procédé et comme les bifurcations des faisceaux des *Cycadées* actuelles.

Chez les *Lyginodendrons*, d'après la figure 17 du mémoire de M. Willamson, le bois centripète existerait *parfois seul* dans le faisceau au moment où il quitte la couronne ligneuse pour se rendre à la feuille c'est-à-dire sensiblement avant son entrée dans la feuille.

lobes qui forment les faisceaux du limbe, le bois secondaire se réduit, disparaît, il ne reste plus que du bois centripète en avant et un arc libérien primaire en arrière.

En résumant ces données paléontologiques nous voyons donc :

Que le bois centripète est développé sur toute ou presque toute la longueur des faisceaux des grosses tiges des Poroxyloons.

Que ce tissu est développé sur une moindre longueur sur les faisceaux des tiges grêles des Poroxyloons.

Que ce tissu est localisé dans la partie du faisceau engagée dans la feuille chez les Cordaïtes et chez nos Cycadées actuelles.

Que ce tissu n'est plus représenté chez nos Conifères et chez nos Gnétacées actuelles.

Que le bois centripète est d'autant plus développé que les tissus centrifuges se développent moins, c'est-à-dire que le bois centripète est d'autant plus développé qu'on s'avance vers la terminaison supérieure du faisceau.

Le bois centripète est donc un tissu en extinction qui se localise de plus en plus haut dans le faisceau. Il ne dérive pas du bois primaire des faisceaux unipolaires par retournement, il n'a pas d'homologue dans les tissus du faisceau unipolaire normal, et du moment que pour une raison ou pour une autre un massif libéro-ligneux doit être regardé comme un système unipolaire le massif centripète n'a pas à intervenir dans l'appréciation morphologique de ses tissus ni dans l'appréciation de leur orientation.

En un mot le faisceau unipolaire diploxylé est un faisceau unipolaire normal dont le bois primaire se réduit dans sa région supérieure et dans lequel réapparaît entre le pôle et la face antérieure un tissu ligneux qui est un reste de l'organisation des végétaux primaires.

4. — Si, considéré dans un cordon libéro-ligneux unipolaire diploxylé, le bois centripète est un tissu sans valeur morphologique et n'est qu'un reste d'une organisation ancestrale, en est-il de même lorsqu'on considère ce bois en lui-même sans s'inquiéter du cordon dans lequel nous le voyons enfermé ? A cet effet, *prenons-le à l'état de pointement simple non bifurqué*, c'est-à-dire tel que nous le rencontrons dans une tige de Poroxylooon ou de Sigillaire (1). Lorsqu'il est dans cet

(1) La couronne libéro-ligneuse de ces tiges est formée de faisceaux tous de même valeur ; mais tandis que chez beaucoup de Sigillaires tous les faisceaux jouent le même rôle

état, sa structure et sa différenciation (son pôle trachéen étant extérieur et sa différenciation se faisant vers le centre de figure de la tige) nous conduisent à conclure que le centre de figure dont dépend chaque masse centripète est au centre de figure de la tige. Or ce centre est commun pour tous les pointements centripètes d'une même section, tous ces pointements centripètes dépendent donc d'un même cordon libéro-ligneux très large multipolaire, à structure radiée, et dont naturellement le liber primaire occupe la périphérie. Les masses libéro-ligneuses secondaires externes qui avoisinent les coins centripètes ne sont pas un obstacle à cette manière de voir. En effet, ces masses sont placées sur les flancs de chaque pointement centripète, c'est-à-dire *à la place même que leur assigne à priori la Théorie du Faisceau*. Les pôles trachéens correspondent en effet toujours à des rayons, et la preuve c'est que quand le faisceau s'élargit, c'est dans cette région moyenne qu'on voit s'ajouter de nouvelles files radiales de fibres ligneuses. Seulement, comme dans les masses libéro-ligneuses radiées très larges, il y a une tendance très prononcée à la dispersion, chaque pôle et le liber qui l'avoisinent tendent à former un groupe indépendant et il ne reste plus autour du massif central de tissu neutre qui occupe le milieu de l'axe, que des îlots libéro-ligneux dont chacun présente un triangle ligneux antérieur centripète à pointement externe et un arc libérien extérieur. Entre les deux s'est intercalé un tissu libéro-ligneux secondaire dû à l'activité d'une zone cambiale. Bientôt, ce système devenant de plus en plus autonome, le bois centripète s'est réduit à mesure que dans ce système la tendance à l'autonomie s'accroissait par la caractérisation de plus en plus grande d'un bois centrifuge. A la limite le bois centripète a disparu, et la tendance à l'autonomie s'accroissant toujours, la partie du bois centrifuge voisine de la trachée initiale s'est spécialisée et a donné le bois primaire des faisceaux unipolaires. Nous en voyons la preuve dans le bois primaire des faisceaux unipolaires des Gymnospermes actuelles qui est bien moins différencié du bois secondaire que celui des Angiospermes.

L'axe à faisceaux unipolaires diploxylé des Sigillaires, des Poroxylons

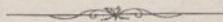
au même niveau, chez les Poroxylons vrais tous les faisceaux jouent le même rôle mais à des niveaux différents. A un même niveau pour tous les faisceaux dans les Sigillaires, à des niveaux successifs dans les Poroxylons. Nous trouverons donc le bois centripète avec cette constitution typique de pointement triangulaire à sommet extérieur sous lequel nous voulons l'envisager.

lons, des Sigillariopsis, des Lyginodendrons, est donc un intermédiaire entre les tiges à faisceaux unipolaires orientées vers un centre de figure commun et les stipes à une seule masse libéro-ligneuse radiée des *Centradesmides* (1). Selon que la distribution des appendices et la ramification de l'axe se fera comme chez les unes ou comme chez les autres, nous serons d'un côté chez les Phanérogames, de l'autre chez les Cryptogames vasculaires.

En résumé, considéré dans un système unipolaire diploxylé, le bois centripète est un tissu sans valeur, c'est un reste d'une organisation ancestrale et il n'a pas à intervenir dans l'appréciation morphologique du système.

Considérés dans l'ensemble d'un même axe, les coins ligneux centripètes représentent les pôles d'une masse libéro-ligneuse radiée, dispersée, avec productions libéro-ligneuses secondaires périphériques. Nous sommes dans un axe qui est à la limite des tiges et des stipes. C'est donc par un élargissement graduel du massif libéro-ligneux unique des *Centradesmides* et une tendance de chaque partie à accentuer son autonomie et à prendre un grand développement secondaire qu'on passe des stipes des *Centradesmides* aux tiges des Phanérogames.

(1) On sait que nous admettons que ces masses libéro-ligneuses radiées des *Centradesmides* ne sont point homologues des faisceaux multipolaires des racines mais qu'elles représentent un système de faisceaux bipolaires comme ceux des *Sélaginelles*.



RECHERCHES  
SUR LES  
POROXYLONS

---

GYMNOSPERMES FOSSILES DES TERRAINS  
HOUILLERS SUPÉRIEURS

Par C.-Eg. BERTRAND et B. RENAULT.

---

INTRODUCTION.

---

SOMMAIRE.

Ce que sont les Poroxytons. — Comment on les a définis. — La caractéristique donnée est une caractéristique familiale. — Caractéristique générique des Poroxytons. — Extérieur des Poroxytons. — Affinités de ces végétaux.

Limites de ce travail. — Matériel sur lequel ces recherches ont été faites. — Points principaux étudiés dans ce travail. — Divisions du travail.

Bibliographie historique des Poroxytons.

Les Poroxytons sont des végétaux fossiles, à structure conservée, qui n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans les rognons siliceux provenant de la destruction des couches supérieures du terrain permo-carbonifère des environs d'Autun et de Grand' Croix.

Créé en 1879 (1), le genre Poroxyton a été établi pour des tiges dont

(1) B. Renault. Structure de quelques tiges de la Flore carbonifère, p. 270-278, in-4°. Paris. 1879. Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum*.



centripète à la périphérie de la moelle, du pétiole et du limbe de la feuille, différencient les vrais Poroxyloons des Sigillariopsis, des Lyginodendrons, des Heterangium et même du *Poroxyloon Duchartrei* (1).

Les Poroxyloons ne sont pas encore connus à l'état d'empreinte. La surface des rameaux n'a été que très imparfaitement entrevue. Cette surface est en effet très rarement mise à nu dans les objets silicifiés. Un échantillon cependant nous a permis de prendre une première idée de cette surface. La tige encore jeune (2) avait une surface lisse, marquée de plis horizontaux fort écartés. Les nœuds distants de plusieurs centimètres, nettement indiqués par un renflement qui se prolongeait inférieurement en une côte très obtuse, ne portaient qu'une seule feuille dont le pétiole volumineux, non embrassant, se dégageait rapidement de la tige. Un peu plus haut, le pétiole s'élargissait en un limbe charnu plus épais dans sa région médiane, aminci sur ses bords, à nervures grêles, parallèles ou dichotomes, peu visibles. Parfois les bords du limbe étaient repliés en arrière ou en dessous. A l'aisselle du pétiole, on voit une branche axillaire bien développée qui adhérait légèrement à la base du pétiole et un peu plus longuement avec la tige, puis devenait libre. Elle imprimait sur la base de l'entre-nœud une dépression qui se prolongeait parfois jusqu'à la moitié de sa hauteur. Les feuilles étaient tombantes et une décortication rapide en effaçait la trace.

S'appuyant sur la structure du faisceau foliaire des Poroxyloons, M. Renault place ces végétaux entre les Sigillaires et les Cordaïtes, c'est-à-dire parmi les Phanérogames gymnospermées de l'époque houillère. Beaucoup de paléobotanistes voyant aujourd'hui dans les Sigillaires des *Cryptogames vasculaires* voisines des Lepidodendrons, rangent les Poroxyloons, qui sont des végétaux diploxylés comme les Sigillaires, parmi les *Cryptogames vasculaires*, près des Lycopodiacées.

(1) Malgré le nom générique que M. Renault a conservé à cette dernière plante, ce type diffère si nettement des Poroxyloons proprement dits par ses lames ligneuses centripètes convergentes, qu'il forme au moins un *genre* distinct. Cette notion ressort très nettement des écrits de M. Renault, qui n'a conservé à ce fossile son appellation première qu'à titre provisoire.

(2) Elle avait encore son épiderme.

Dans ce travail, nous ne nous occuperons que des vrais Poroxy-  
lons (1), c'est-à-dire du *Poroxyton Edwardsii*, du *Poroxyton Boysseti* et  
du *Poroxyton Stephanensis*, encore nous bornerons-nous à étudier  
leur appareil végétatif.

Les échantillons qui nous ont servi pour faire cette étude sont :

1° De jeunes rameaux du *Poroxyton Boysseti* ;

2° Une belle série de rameaux du *Poroxyton Edwardsii* allant depuis  
l'instant où apparaît la première lame subéreuse, celle qui provoque  
la décortication superficielle (2) jusqu'au moment où la tige possède  
92 rangées de fibres ligneuses secondaires, c'est-à-dire lorsque la tige  
a déjà traversé cinq périodes de végétation.

3° Une belle série de pétioles de *Poroxyton Boysseti*.

4° Une belle série de limbes de *Poroxyton Stephanensis*.

5° Une belle série de racines de *Poroxyton Boysseti*, de *Poroxyton  
Edwardsii* et de *Poroxyton Stephanensis*.

Tous ces échantillons étant exceptionnellement bien conservés,  
il nous a été possible d'y pratiquer toutes les coupes dont nous avons  
besoin. Procédant avec une méthode rigoureuse et tout en sacrifiant le  
moins possible un matériel unique, nous avons pu n'employer que des  
sections passant par des points déterminés et menées dans des directions  
connues. Nous avons de la sorte dirigé nos recherches avec la même  
rigueur, la même précision que s'il se fût agi d'une plante vivante.  
L'étude approfondie et méthodique de ces coupes nous a permis de  
prendre une connaissance très précise et très complète de l'appareil  
végétatif des Poroxytons. Nous nous proposons dans ce travail de  
donner les résultats de nos analyses et de montrer les conséquences  
qui en découlent. Plusieurs de ces conséquences sont fort importantes  
pour l'Anatomie générale, pour l'Anatomie comparée et pour la Clas-  
sification.

A dessein, et pour éviter les discussions stériles qui divisent en ce  
moment les paléobotanistes, nous nous sommes attachés à faire une

(1) Le *Poroxyton Boysseti* B. R. a été décrit par M. Renault en 1879. Le *Poroxyton  
Edwardsii* B. R. a été décrit par le même auteur en 1880. Le *Poroxyton Stephanensis*  
C. E. B. et B. R. est une espèce nouvelle que nous venons de faire connaître dans une  
note à l'Académie publiée récemment.

(2) Alors que la zone ligneuse centrifuge ne possède encore que 7 à 8 rangs d'éléments.

étude directe. Il s'agissait pour nous de savoir ce qu'étaient les Poroxylons indépendamment de toute idée préconçue. Nous n'avons eu recours aux comparaisons qu'avec la plus extrême réserve et en apportant dans le choix de nos termes de comparaison une critique rigoureuse.

Les points les plus importants que ces nouvelles recherches sont destinées à faire connaître sont :

- 1<sup>o</sup> La structure des régions nodales de la tige ;
- 2<sup>o</sup> Les variations de structure de la tige à ses divers niveaux ;
- 3<sup>o</sup> Le parcours des faisceaux dans la tige ;
- 4<sup>o</sup> Les variations des faisceaux de la tige dans toute leur étendue ;
- 5<sup>o</sup> Les variations que l'âge amène dans la structure de la tige à ses divers niveaux jusqu'au moment où la tige a pris tous ses caractères ;
- 6<sup>o</sup> Les variations de structure qui dépendent du calibre de la tige ;
- 7<sup>o</sup> Les variations de structure qui dépendent de l'ordre de la tige ;
- 8<sup>o</sup> Les roulures ou blessures tangentielles de la tige ;
- 9<sup>o</sup> La structure des feuilles dans toute leur étendue ;
- 10<sup>o</sup> L'influence des blessures profondes sur la structure des feuilles ;
- 11<sup>o</sup> La structure des racines.

Ce travail est divisé en quatre chapitres :

Le *Chapitre I* est consacré à l'analyse de la *Tige*.

Le *Chapitre II* est consacré à l'analyse de la *Feuille*.

Le *Chapitre III* comprend une étude des *Racines*.

Le dernier chapitre sous le titre de *Résumé et Conclusions* contient les caractéristiques des organes végétatifs des Poroxylons, la discussion des affinités de ces plantes. La discussion des questions d'Anatomie et de Morphologie générales que notre étude résout ou soulève.

La bibliographie des Poroxylons ne comprend que les ouvrages suivants :

1. B. RENAULT. *Sur un nouveau genre de tiges silicifiées de l'époque houillère*. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences T. 88. Séance

du 6 janvier 1879. Cette note fait connaître la caractéristique des Poroxyllées.

2. B. RENAULT. *Structure de quelques tiges de la Flore carbonifère*. In-4° Paris 1879 p. 270-278. Dans ce travail M. Renault décrit le *Sigillariopsis Decaisnei*, le *Poroxyllon Boysseti* et le *Poroxyllon Duchartrei*.

3. B. RENAULT. *Sur une nouvelle espèce de Poroxyllon*. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences T. 91. Séance du 22 novembre 1880. Cet article fait connaître le *Poroxyllon Edwardsii*.

4. B. RENAULT. *Cours de Botanique fossile*. Volume I. Paris 1881, p. 116-124. L'article sur les Poroxyllées donne les caractères de la famille et résume en les précisant les caractères des quatre espèces mentionnées ci-dessus. Dans la préface du tome IV du même ouvrage M. Renault donne page 20-23 et fig. 6 et 7, pl. B, une série de nouvelles indications sur le faisceau du pétiole du *Poroxyllon Boysseti*.

Ces mémoires sont les seuls où les Poroxyllons sont directement étudiés. Il convient cependant de ne pas aborder l'étude de ce sujet sans avoir examiné très attentivement la description et les figures que M. Williamson a données du *Lyginodendron Oldhamium* et de l'*Heterangium Grievii*, car bien que M. Williamson pense pouvoir affirmer que ce dernier fossile est une Fougère, nous trouvons entre ces fossiles et les Poroxyllées des ressemblances, des rapprochements sur lesquels nous aurons occasion de revenir dans un prochain article.



## CHAPITRE PREMIER.

---

# STRUCTURE DE LA TIGE DES POROXYLONS.

---

### SOMMAIRE.

- § 1. — Remarques sur la structure des tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce.
- § 2. — Choix du segment type. — Premier coup d'œil sur ce segment. — Conséquences de cette première étude, orientation de la section basilaire du segment.
- § 3. — Description de la section basilaire du segment. — Régions. — Description de chaque tissu.
- § 4. — Variations de la structure du segment moyen à ses divers niveaux. — La base de la feuille. — La base de la branche axillaire. — Parcours des faisceaux dans le segment. — Conclusions, (a) Conclusions directes, (b) Variations de structure du faisceau moyen de la tige dans toute son étendue.
- § 5. — Variations de structure déterminées par l'âge, à un niveau donné. — Accroissement diamétral et décortication des vieilles tiges. — Particularités de la structure des jeunes tiges. — Influence du calibre initial sur la structure des jeunes tiges.
- § 6. — Structure de la base des branches axillaires.
- § 7. — Différences spécifiques entre la tige de *P. Boyseti* et celle de *P. Edwardsii*.
- § 8. — Notes sur les particularités de structure de certains échantillons.
- A. — Sur certaines particularités de structure de la base d'une branche axillaire de *Poroxydon Boyseti*.
- B. — Sur la présence de faisceaux primaires dans le rhytidome d'une tige de *Poroxydon Edwardsii*.
- C. — Sur les roulures des tiges de *Poroxydon Edwardsii*.

### § 1. — *Remarques sur la structure des tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce.*

Une première étude des rameaux des Poroxytons nous ayant permis de reconnaître :

1° Que tous leurs faisceaux étaient de même espèce et sortaient dans les feuilles ;

2° Que les feuilles alternes recevaient chacune un faisceau et n'en recevaient qu'un seul ;

Nous savions que ces rameaux appartiennent à une catégorie très spéciale de tiges, *les tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce*. Or il est possible de prendre une connaissance complète de ces sortes de tiges par une méthode très élégante et très simple. Cette méthode que nous avons employée suppose connues certaines remarques d'Anatomie générale dont quelques-unes sont encore inédites et dont les autres sont très peu connues. Aussi est-il indispensable de les rappeler brièvement avant d'exposer le détail de notre analyse des rameaux des Poroxylons.

Lorsque dans une tige *bien régulière tous les faisceaux jouent le même rôle, mais successivement, c'est-à-dire lorsque tous les faisceaux de la tige sortent successivement dans les feuilles (1) si chaque feuille reçoit un faisceau et n'en reçoit qu'un seul (2)*, on a reconnu expérimentalement que le nombre des faisceaux de la tige est ordinairement

2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 ..... (F) (3).

Désignons par F ce nombre de faisceaux.

Ces différents faisceaux ne sont pas indépendants. Ils se rattachent les uns aux autres, on dit qu'ils naissent les uns des autres comme on dit qu'une branche naît d'un tronc. Un faisceau qui va sortir émet en effet latéralement, quelques entre-nœuds avant sa sortie, un lobe qui devient bientôt un faisceau indépendant. Plus haut ce lobe sort dans une feuille, mais auparavant, il émet, lui aussi latéralement, un lobe qui se comportera de la même manière. Les faisceaux d'une tige constituée comme nous venons de le dire, se relient donc les uns aux autres en formant dans cette tige des sortes d'hélices parallèles. Le nombre de ces hélices est :

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 ..... (S).

(1) Les feuilles sont alors distribuées en hélice sur la surface de la tige.

(2) Nous désignons ces tiges sous le nom de *tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce*.

(3) On sait qu'une tige ne peut avoir moins de deux faisceaux.

Désignons par S le nombre de ces hélices (1).

On a reconnu expérimentalement que généralement les termes de même rang de la série F et de la série S se correspondent, c'est-à-dire que s'il y a 34 faisceaux, ils sont groupés de manière à former 21 hélices ; que s'il y a 13 faisceaux, ils font partie de 8 hélices, etc. Au terme général F de la première série correspondra le terme général S de la seconde.

Formons alors la suite des rapports qui répondent à la formule  $\Omega = \frac{F-S}{F}$ , c'est-à-dire des rapports que l'on obtient en prenant comme numérateurs l'excès du nombre des faisceaux F sur le nombre S des hélices correspondantes, et comme dénominateurs le nombre des faisceaux, on obtient une nouvelle série :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \frac{34}{89}, \frac{55}{144} \dots \dots (\Omega).$$

Ces nombres sont les angles de divergence des cycles qui représentent les dispositions les plus communes des feuilles alternes sur les tiges. Ces nombres sont aussi les valeurs des réduites successives de la fraction continue,  $\frac{1}{2+1}$  dont la seule allure indique

$$\frac{1}{1+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\dots}}}$$

un nombre naturel.

Si étant placé au centre de la section transversale moyenne d'un entre-nœud (2), on convient de désigner par 1 le faisceau qui sort dans la première feuille que l'on rencontre en montant le long de la tige, par conséquent dans la feuille du nœud qui termine l'entre-nœud considéré. Si l'on désigne de même par 2, par 3, . . . les faisceaux qui sortent dans la 2<sup>e</sup>, la 3<sup>e</sup> . . . feuille que l'on rencontre en continuant de s'élever vers le sommet de la tige, l'étude d'un nombre considérable de tiges de Phanérogames angiospermes et de Conifères nous a montré qu'on pouvait numéroter les faisceaux de la section en appliquant la règle suivante : Le cycle étant  $\Omega = \frac{F-S}{F}$  et la plante

(1) On remarquera que dans ces deux séries F et S chaque terme à partir du troisième est la somme des deux qui le précèdent.

(2) La tête étant placée du côté du point de végétation, les pieds à l'opposé.

étant supposée dextre (1), on a reconnu que partant du faisceau 1 et se dirigeant vers la droite, les faisceaux se succèdent dans l'ordre suivant :

$$1, 1 + S, 1 + 2 S, 1 + 3 S, \dots, 1 + n S$$

$1 + n S$  désignant le numéro du  $n^{\text{ième}}$  faisceau placé à la droite du faisceau 1. Pourvu toutefois qu'on retranche chaque fois de  $1 + S, 1 + 2 S, \dots$  le nombre  $F$  dès qu'il y est contenu. La formule générale du  $n^{\text{ième}}$  faisceau placé à la droite de 1 est donc :

$$1 + n S - \lambda F \quad [a]$$

$\lambda F$  étant le plus grand multiple entier de  $F$  contenu dans  $1 + n S$ .

En appliquant ce mode de notations aux cycles de la série  $\frac{F-S}{F}$  le cycle  $\frac{1}{2}$  étant réservé, nous obtenons les séries suivantes :

$\Omega = \frac{1}{3}$	$F=3. S=2. F-S=1$	1, 3, 2, 1.
$\Omega = \frac{2}{5}$	$F=5. S=3. F-S=2$	1, 4, 2, 5, 3, 1.
$\Omega = \frac{3}{8}$	$F=8. S=5. F-S=3$	1, 6, 3, 8, 5, 2, 7, 4, 1.
$\Omega = \frac{5}{13}$	$F=13. S=8. F-S=5$	1, 9, 4, 12, 7, 2, 10, 5, 13, 8, 3, 11, 6, 1.
$\Omega = \frac{8}{21}$	$F=21. S=13. F-S=8$	1, 14, 6, 19, 11, 3, 16, 8, 21, 13, 5, 18, 10, 2, 15, 7, 20, 12, 4, 17, 9, 1.
$\Omega = \frac{13}{34}$	$F=34. S=21. F-S=13$	1, 22, 9, 30, 12, 33, 20, 7, 28, 15, 2, 23, 10, 31, 18, 5, 26, 13, 34, 21, 8, 29, 16, 3, 24, 11, 32, 19, 6, 27, 14, 1.
..Etc...	.....Etc.....	.....Etc.....

(1) Nous verrons plus loin la caractéristique de cette particularité.

Mais il est de Règle en Phyllotaxie de prendre comme Angle de divergence LE PLUS PETIT ANGLE que fait le plan bissecteur de la feuille 1 avec le plan bissecteur de la feuille 2 sur la section médiane de l'entre-nœud, et LE SENS DE L'HÉLICE GÉNÉRATRICE est défini par le sens dans lequel se meut l'observateur pour décrire cet angle en allant du rayon C 1 au rayon C 2.

Appliquons cette notion aux cycles ci-dessus, on voit qu'aux cycles  $\Omega = \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{13}{34} \dots$  correspondent des hélices génératrices DEXTRES, tandis qu'aux cycles  $\Omega = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{8}{21} \dots$  correspondent des hélices génératrices SÉNESTRES.

Or la plante étudiée était supposée dextre ; ce premier résultat a bien quelque intérêt puisqu'il montre quelles erreurs ont été nécessairement commises lorsqu'on a déterminé l'enroulement de l'hélice génératrice uniquement sur la distribution apparente des feuilles.

Dans une plante dextre de cycle  $\frac{F-S}{F}$ , et c'est là la caractéristique des plantes dextres, UN FAISCEAU X NAÎT DE LA DROITE DU FAISCEAU X-S PUIS SE DIRIGE VERS LA DROITE ; très souvent il touche la gauche du faisceau x — (F-S) et après ce contact il revient vers la gauche. Si d'autres contacts avaient lieu comme cela se présente dans une tige qui s'épuise, le faisceau x toucherait successivement en se balançant alternativement vers la droite et vers la gauche les faisceaux

$$x - (2 S-F), x - (2 F - 3 S) \dots (1).$$

Après quoi le faisceau sort dans la feuille x. Le faisceau x peut d'ailleurs sortir de la tige sans présenter toutes ces ondulations, tous ces contacts, n'en donnant qu'un seul et même point du tout. Ce fait a comme conséquence immédiate de montrer que bien souvent le nombre des faisceaux de la section moyenne d'un entre-nœud quelconque sera non pas de F, mais différent de F (2).

(1) D'un terme au suivant, à partir du troisième, la quantité à retrancher de x est la différence des deux nombres retranchés précédemment.

(2) Ce nombre est F ou voisin de F quand les faisceaux naissent très bas dans la tige ; c'est le cas des tiges larges à entre-nœuds courts. Ce nombre sera S ou voisin de S quand les faisceaux deviennent indépendants tardivement. C'est souvent le cas des tiges très grêles à entre-nœuds allongés.

Les figures 162 à 169 qui représentent le développement du parcours des faisceaux dans des tiges de cycles  $\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{8}{21}$  empruntées à des tiges de *Tsuga Hookeriana*, de *Taxodium distichum*, de *Taxus baccata*, d'*Abies cephalonica* permettent de vérifier tous les faits énoncés ci-dessus. Pour figurer ces développements on a supposé la tige fendue le long de la génératrice qui est diamétralement opposée au faisceau 1 et étalée sur le plan tangent à la génératrice 1.

Fig. 162.



Fig. 164.

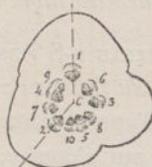


Fig. 163.

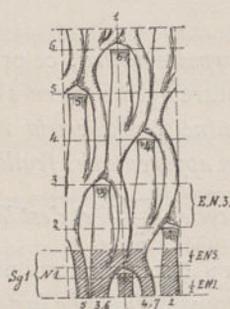


Fig. 165.

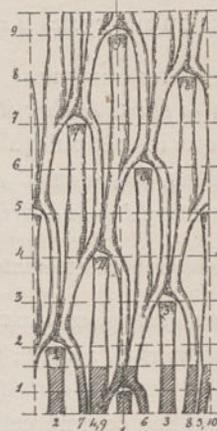


Fig. 162. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un entre-nœud d'une tige hélicoïdale à faisceaux d'une seule espèce et de cycle  $\frac{2}{5}$  d'après un rameau très grêle de *Tsuga Hookeriana*.

C. Centre de figure de la tige.

1 C 2 =  $\Omega$ . Angle de divergence.

Fig. 163. — Développement du parcours des faisceaux de la même tige de *Tsuga Hookeriana*. Les faisceaux sont désignés par le numéro des feuilles dans lesquels ils se rendent.

Le premier segment ou segment 1 est désigné par Sg 1. N1. Région nodale de ce segment.

$\frac{1}{2}$  ENI. Demi entre-nœud inférieur du segment.

$\frac{1}{2}$  ENS. Demi entre-nœud supérieur du segment.

EN. 3. Entre-nœud 3.

Fig. 164. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un entre-nœud d'une tige hélicoïdale à faisceaux d'une seule espèce et de cycle  $\frac{3}{8}$  d'après un rameau caduc de *Taxodium distichum*.

Fig. 165. — Développement du parcours des faisceaux du même rameau de *Taxodium distichum*. Cette figure donne le développement de 9 segments consécutifs.

Fig. 166.

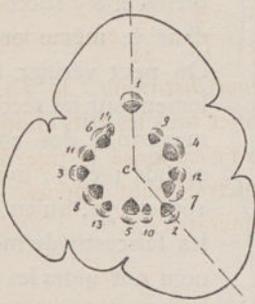


Fig. 166. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un entre-nœud d'une tige hélicoïdale à faisceaux d'une seule espèce et de cycle  $\frac{5}{13}$  → d'après un rameau de *Taxus baccata*.

Fig. 167. — Développement du parcours des faisceaux du même rameau de *Taxus baccata*. Cette figure donne le développement de 14 segments consécutifs.

Les segments 1, 5 et 6 sont ombrés.

Fig. 167.

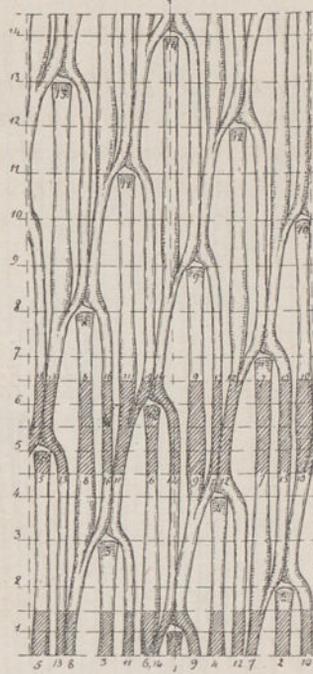


Fig. 168.

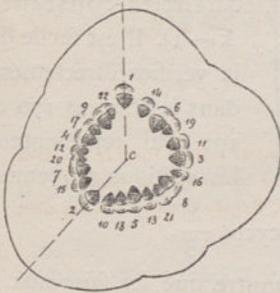
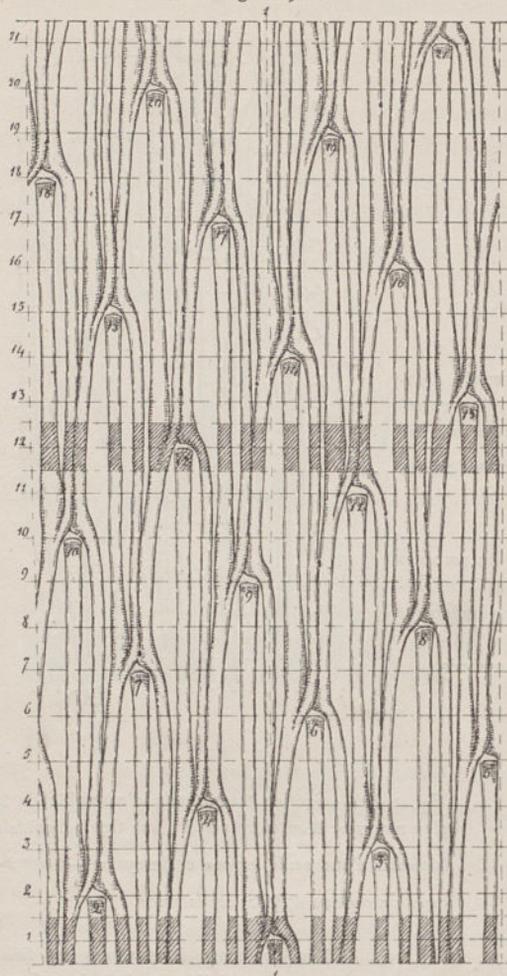


Fig. 168. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un entre-nœud d'une tige hélicoïdale à faisceaux d'une seule espèce et de cycle  $\frac{8}{21}$  → d'après un rameau d'*Abies cephalonica*.

Fig. 169. — Développement du parcours des faisceaux du même rameau d'*Abies cephalonica*. Cette figure donne le développement de 21 segments consécutifs. Le premier et le 12<sup>e</sup> sont ombrés.

D'après ce qui précède, dans une tige bien régulière toutes les sections moyennes des entre-nœuds sont identiques entre elles pourvu qu'on prenne comme faisceau 1 le faisceau sortant dans la feuille du nœud qui termine l'entre-nœud choisi. Si cette condition est remplie, les faisceaux de ces sections moyennes qui ont les mêmes rapports

Fig. 169.



des entre-nœuds 5, 7 d'une tige dextre de cycle  $\frac{5}{13}$ .

La section médiane de l'entre-nœud 5 montre que les faisceaux y sont rangés dans l'ordre suivant à partir du faisceau 5,

5, 13, 8, 16, 11, 6, 14, 9, 17, 12, 7, 15, 10, 5,

(1) Chaque entre-nœud est désigné par le numéro de la feuille que porte le nœud qui le termine supérieurement.

portent les mêmes numéros et s'y succèdent dans le même ordre. On peut vérifier facilement sur les sections moyennes des entre-nœuds 1 et 5, figures 166 et 170, qu'en effet les faisceaux de même nom ont alors les mêmes rapports et qu'ils sont à la même distance relative du point C (1). Si l'on conservait aux faisceaux les numéros absolus des feuilles auxquels ils se rendent, les numéros des faisceaux de la section moyenne de l'entre-nœud K diffèreraient des numéros de la section moyenne de l'entre-nœud 1 d'une quantité constante ( $k - 1$ ). Il est facile de le vérifier directement dans les figures 170 et 171 qui représentent les sections moyennes

c'est-à-dire

$$1 + 4, 9 + 4, 4 + 4, 12 + 4 \dots \text{etc.}$$

Sur la section médiane de l'entre-nœud 7, les faisceaux se succèdent dans l'ordre suivant à partir du faisceau 7 :

$$7, 15, 10, 18, 13, 8, 16, 11, 19, 14, 9, 17, 12, 7,$$

c'est-à-dire

$$1 + 6, 9 + 6, 4 + 6, 12 + 6 \dots \text{etc.},$$

Si conservant la position relative qu'occupent dans l'espace les sections moyennes du premier, du second, du troisième entre-nœud d'une tige, on projette sur le plan de la section moyenne de l'entre-nœud 1, les rayons vecteurs  $C_1, C_2, C_3, \dots$  (2) ces rayons font

Fig. 170.

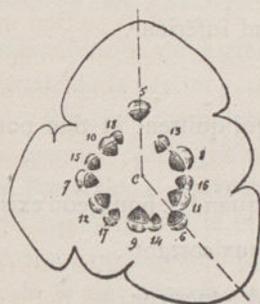


Fig. 171.

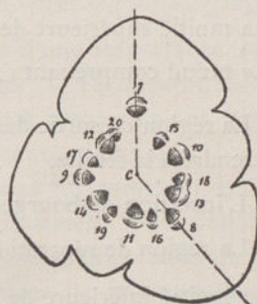


Fig. 170. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne du cinquième entre-nœud de la tige de *Taxus baccata* qui a fourni les figures 166 et 167.

Fig. 171. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne du septième entre-nœud de la tige de *Taxus baccata* qui a fourni les figures 166 et 167.

entre eux des angles égaux et égaux au cycle. Les coupes médianes des entre-nœuds successifs sont donc superposables pourvu que de l'une à l'autre, on tourne d'un angle constant égal au cycle.

(2) Ces rayons étant pris sur les sections moyennes des entre-nœuds 2, 3, ... etc.

Ce qui précède étant bien compris, appelons *Segment* la portion de tige comprise entre les deux sections médianes de deux entre-nœuds consécutifs, *abstraction faite de son insertion et de sa terminaison* (1). Une tige n'est qu'une suite de *segments placés bout à bout*. Si la tige est bien régulière (2) les segments successifs sont presque identiques entre eux, à l'orientation près, et quand on passe d'un segment au suivant, il suffit de tourner d'un angle constant égal au Cycle de la tige (3). Découpons les divers segments d'une tige régulière en un même nombre de tranches horizontales, il est facile de voir que les sections de même nom dans les divers segments seront superposables à l'orientation près. Appelons *sections homologues* les sections de deux segments qui sont ainsi superposables. Elles ont les mêmes rapports avec les sections voisines. *Ce qui revient à dire que dans deux segments d'une tige régulière on peut distinguer des niveaux homologues se succédant toujours dans le même ordre.*

Les principaux niveaux d'un segment de tige sont :

- 1° La section médiane inférieure ou section basilaire du segment.
- 2° La moitié supérieure de l'entre-nœud inférieur.
- 3° Le nœud comprenant :
  - a) La région de sortie des faisceaux qui quittent la tige pour se rendre à la feuille.
  - b) L'insertion du bourgeon axillaire quand ce bourgeon existe (4).
  - c) La région de réparation des faisceaux sortants.
- 4° La moitié inférieure de l'entre-nœud supérieur.
- 5° La section médiane supérieure ou section terminale du segment.

Connaissant toutes ces régions, on connaît le segment. Or, il va de soi que pour connaître la tige, il faut connaître ses divers segments. *Si la tige est bien régulière, il suffira de connaître l'un d'eux et d'étudier*

(1) L'insertion et la terminaison des tiges devront donc toujours faire l'objet d'études directes et spéciales.

(2) Lorsque la tige est irrégulière, ses segments successifs diffèrent les uns des autres et d'autant plus que la tige est plus irrégulière.

(3) Si l'on comparait entre eux deux segments d'une même tige très éloignés l'un de l'autre, on constaterait ordinairement entre eux quelques différences tenant les unes à la position relative des deux segments, les autres à leur différence d'âge.

(4) Selon les tiges le nœud est plus ou moins localisé. Dans les Poroxylons le nœud est très localisé et ses trois niveaux sont bien distincts.

*les autres par comparaison.* MAIS LES COMPARAISONS NE DEVRONT PORTER QUE SUR DES NIVEAUX HOMOLOGUES. D'où cette conclusion : pour connaître une tige régulière, nous étudierons son segment moyen qui nous donnera les principales variations de structure dépendantes du niveau et nous y ajouterons ce qui sera généralement assez facile lorsque la tige est régulière :

1° *Les variations de structure provenant de la position du segment dans la tige.*

2° *Les variations que l'âge amène à un niveau déterminé.*

3° *Les variations provenant du calibre de la tige.*

4° *Les variations provenant de l'ordre de la tige.*

5° *Les variations provoquées par des causes accidentelles.*

Alors, et alors seulement, connaissant la tige, il nous sera possible de tirer parti de coupes faites au hasard, il nous sera possible d'apprécier les variations spécifiques avec lesquelles on confond trop souvent des variations dues à l'âge, au niveau, au calibre des branches, heureux encore quand les sections comparées sont homologues.

La connaissance du segment est donc d'une importance capitale pour l'étude de la tige, et pour le connaître, il faut déterminer directement et très rigoureusement sa structure à chacun de ses niveaux. C'est ce premier point que nous nous sommes appliqués à obtenir chez les Poroxyloons. Après quoi nous avons pu comparer entre eux les divers segments et déterminer méthodiquement les variations que l'âge amène à un niveau donné, les variations dues au calibre et à l'ordre de la tige, les variations provoquées par les causes accidentelles, la structure spéciale de la région basilaire des branches axillaires.

Les données ci-dessus ne sont point les seules qu'on puisse tirer de cette étude dans les tiges spéciales dont nous avons à nous occuper. Il est possible en effet, connaissant le segment type de ces tiges, de connaître leurs faisceaux constituants dans toute leur étendue. Considérons une section transversale médiane d'un entre-nœud quelconque, celle de l'entre-nœud  $k$  par exemple.

Cette section rencontre :

le faisceau  $k$  à  $\frac{1}{2}$  entre-nœud de sa sortie,

le faisceau  $k + 1$  à  $\frac{3}{2}$  entre-nœuds de sa sortie,

le faisceau  $k + 2$  à  $\frac{5}{2}$  entre-nœuds de sa sortie,

.....

le faisceau  $k + s$  à  $\left(\frac{2s+1}{2}\right)$  entre-nœuds de sa sortie.

Mais dans les tiges que nous étudions, les faisceaux  $k, k+1, k+2 \dots$  jouent successivement le même rôle et ont successivement les mêmes rapports. Les sections de  $k, k+1, k+2 \dots$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots$  entre-nœuds de leur sortie SONT IDENTIQUES COMME ORGANISATION ET COMME RAPPORTS aux sections du faisceau  $k$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots$  entre-nœuds de sa sortie. Il suffit de tenir compte dans cette identification de la position relative des faisceaux  $k, k+1 \dots$  sur la section considérée. Connaissant les sections des faisceaux  $k, k+1, k+2 \dots k+s$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots$

$\left(\frac{2s+1}{2}\right)$  entre-nœuds de leur sortie, ON CONNAÎT DONC LES SECTIONS

HOMOLOGUES DU FAISCEAU  $k$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots \left(\frac{2s+1}{2}\right)$  ENTRE-NŒUDS

DE SA SORTIE. Or la section choisie donne les sections médianes des faisceaux  $k, k+1, k+2 \dots k+s$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots \frac{2s+1}{2}$  entre-nœuds de leur sortie; elle donne par suite les sections du faisceau  $k$  à  $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \dots \left(\frac{2s+1}{2}\right)$  entre-nœuds de sa sortie. Elle donne par conséquent toutes les sections médianes homologues du faisceau  $k$ .

Débitons le segment  $k$  en tranches minces. Nous savons que tous les segments de la tige peuvent ainsi être débités en tranches homologues. Ce que nous avons dit de la section médiane peut être répété pour une quelconque de ces tranches *pourvu qu'on ne considère que des tranches homologues*. On arrive ainsi à cette notion que *connaissant les faisceaux  $k, k+1, k+2, \dots k + \left(\frac{2s+1}{2}\right)$  dans toute l'étendue d'un segment de tige, ON CONNAÎT  $k$  DANS TOUTE SON ÉTENDUE, et comme*

tous les faisceaux jouent le même rôle et ont les mêmes rapports, à leur position près, et que cette position est connue, *on connaît donc tous les faisceaux de la tige dans toute leur étendue.*

Ce que j'ai dit des plantes dextres peut se répéter pour les plantes sénestres en changeant droite en gauche et réciproquement.

Pour que tout ce qui précède soit applicable, il faut : 1° *que la tige ne contienne que des faisceaux de même nature* ; 2° *Que chaque feuille reçoive un faisceau et n'en reçoive qu'un seul* ; 3° *Que la tige soit régulière*, c'est-à-dire que la section supérieure de l'entre-nœud soit superposable à sa section inférieure en la faisant tourner d'un angle convenable qui est l'angle du cycle. Or, la tige des *Poroxylyons* ne contient que des faisceaux d'une seule sorte. Chaque feuille reçoit de la tige un faisceau et un seul, les sections supérieure et inférieure du segment sont superposables, la méthode ci-dessus sera donc applicable. Nous avons employé cette méthode et, chemin faisant, nous avons pu vérifier qu'elle s'appliquait rigoureusement, grâce à de nombreux moyens de contrôle que nous avons rencontrés.

§ 2. — *Choix du segment type. — Premier coup d'œil sur ce segment. — Conséquences. — Orientation de la section basilaire du segment.*

Nous prendrons comme segment type de la tige des *Poroxylyons* un segment de tige de *P. Edwarsii*, dont le bois secondaire externe compte de 37 à 42 assises de fibres ligneuses et présente l'indication de trois périodes de végétation (1). Dans ce segment la moelle n'est pas détruite; toutefois une grande déchirure provoquée par la dissociation des cellules s'étend à travers la moelle du faisceau sortant dans la feuille du segment ou faisceau 1 au faisceau sortant dans la feuille du segment suivant ou faisceau 2. Le tissu fondamental primaire externe, avec son hypoderme et l'épiderme, ne sont pas encore tombés, bien qu'ils soient isolés des tissus intérieurs par une zone subéreuse de 15 rangs de cellules. Les secondes lames de décortication, celles qui entament le liber externe, sont seulement indiquées.

(1) Les périodes de végétation sont comptées dans le bois secondaire par les ralentissements de l'activité cambiale. Selon toute probabilité, ces ralentissements étaient déterminés par des périodes de sécheresse de très courte durée.

Le segment que nous avons choisi a été pris dans une région où le rameau était bien régulier, sans variations brusques, assez loin de son insertion, pour que l'influence de celle-ci ne se fasse plus sentir, assez loin de sa terminaison supérieure pour que nous n'ayons pas encore les réductions qui s'y produisent.

Nous avons pris le *Poroxyton Edwardsii* comme type de préférence au *P. Boysseti*, parce que les échantillons de cette espèce dont nous disposions, étaient plus nombreux, plus beaux (1), plus variés, puis nous pouvions suivre la tige de cette espèce depuis le moment où cet organe n'a que 5 rangs de fibres ligneuses secondaires jusqu'au moment où elle en a 92 rangées, alors que ses feuilles sont tombées, alors que la décortication de la tige est en pleine activité. Enfin, dans un échantillon moyen qui pouvait nous donner le segment type, la surface de la tige était partiellement dégagée dans la moitié inférieure du segment.

Les dimensions du segment moyen de la tige de *Poroxyton Edwardsii* sont :

Diamètres de la base :

- a. Diamètre passant par les faisceaux 1 et 5..... 10<sup>mm</sup>,0
- b. Diamètre passant par les faisceaux 2 et 1 ..... 9<sup>mm</sup>,5
- c. Diamètre passant par les faisceaux 3 et 4... ..... 12<sup>mm</sup>,0

Diamètres du nœud au niveau de l'insertion de la branche axillaire.

- a. Diamètre passant par l'axe de figure des deux branches. 13<sup>mm</sup>,5
- b. Diamètres perpendiculaire au précédent..... 11<sup>mm</sup>,0
- Hauteur approximative de la région nodale..... 11<sup>mm</sup>,0 à 15<sup>mm</sup>,0
- Hauteur du segment..... 35<sup>mm</sup>,0

Une première étude des sections principales de ce segment permet de constater quelques faits très importants, dont nous allons pouvoir tirer parti pour orienter nos coupes et pour déterminer la position d'un segment de tige. Ainsi :

1° Le nœud ne porte qu'une feuille.

(1) On jugera de la conservation exceptionnelle des échantillons dont nous disposions par ces deux faits : 1° Les grillages des cellules grillagées étaient aussi beaux et aussi faciles à observer que ceux d'une plante vivante ; 2° L'étude de la zone cambiale nous a permis de suivre la genèse des fibres ligneuses secondaires et des éléments du liber secondaire.

2° La feuille ne reçoit de la tige qu'un seul faisceau.

3° Le faisceau qui sort au nœud ou faisceau 1 est reconnaissable sur la section basilaire du segment.

En effet :

Ce faisceau est en retrait par rapport aux autres faisceaux de la couronne ligneuse.

Sa partie antérieure présente une double masse de bois centripète, *chaque masse ayant un double pointement trachéen.*

Il a un grand rayon médian.

Il est limité à droite et à gauche par deux grands rayons.

Sa masse ligneuse secondaire dont les fibres ligneuses sont très grêles, est peu épaisse.

Il est facile de contrôler la détermination de ce faisceau en voyant *qu'il sort tout entier et qu'il sort seul au premier nœud que l'on rencontre en montant.*

4° Le faisceau qui sort au nœud du segment 2 ou faisceau 2, est reconnaissable sur la section basilaire du premier segment (1). A ce niveau le faisceau 2 est caractérisé par une double masse ligneuse centripète épaisse, dont chaque îlot ne présente qu'un seul pointement trachéen, et par sa position en retrait par rapport au centre de la tige.

5° La feuille 2 comme la feuille 1 ne reçoit qu'un seul faisceau.

6° Sur la section basilaire du segment 1, le faisceau 2 est à gauche du faisceau 1. Comme la traversée du nœud 1 ne modifie pas la direction rectiligne du faisceau 2, l'hélice génératrice sur laquelle sont insérées les feuilles est sénestre. Les feuilles des Poroxytons sont donc alternes disposées suivant une hélice sénestre écartées les unes des autres et portées par des coussinets demi cylindriques peu saillants.

7° Au nœud, la couronne libéro-ligneuse de la branche axillaire s'insère sur les deux faisceaux qui comprennent entre eux le faisceau sortant.

8° La région de sortie se répare par un grand arc libéro-ligneux.

(1) On peut contrôler la détermination du faisceau 2 en voyant :

1° Qu'après avoir franchi le nœud du segment 1 il joue le rôle de faisceau sortant et présente la même structure que celui-ci ;

2° Que ce faisceau 2 sur la section supérieure du segment a la même structure et les mêmes rapports que le faisceau 1 sur la section basilaire de ce segment ;

3° Enfin en constatant directement sa sortie au nœud du segment 2.

Les données qui précèdent suffisent pour orienter les sections transversales. Elles permettent de fixer la position de la section moyenne qui nous servira de point de départ, la région supérieure et la région inférieure d'un échantillon; les faces supérieure et inférieure d'une coupe isolée. Elles permettent d'indiquer avec une très grande précision la position des tissus ou des massifs de tissus sur la section moyenne.

Dans ce qui suit, nous placerons les sections transversales de telle manière que la droite qui joint leur centre de figure au milieu du faisceau 1 soit verticale, et que la droite qui joint le milieu du faisceau 2 au centre C soit à gauche de la droite C1.

§ 3. — Section transversale moyenne de l'entre-nœud ou section basilaire du segment. — Régions. — Description de chaque tissu.

A. — RÉGIONS.

La section transversale basilaire d'un segment de tige de *Poroxyton Edwardsii* montre :

1<sup>o</sup> Une masse médullaire centrale dont le contour irrégulier forme trois saillies principales. Une de ces saillies, la plus grande S 1, correspond au faisceau 1; la seconde, moins accusée S 2, correspond au faisceau 2. La troisième saillie S 13, très constante, mais moins accusée que les deux autres, est placée entre le faisceau qui se rend à la cinquième feuille et celui qui se rend à la troisième. Cette dernière saillie, au lieu de répondre comme les deux premières à un retrait vers l'extérieur des faisceaux correspondants répond à la fermeture récente du vide qu'a produit dans la couronne libéro-ligneuse la sortie du faisceau de la feuille du nœud précédent. A mesure qu'on s'élève dans le segment, cette saillie s'atténue, alors que les deux premières vont au contraire en s'accroissant;

2<sup>o</sup> Une couronne libéro-ligneuse continue coupée radialement par d'étroits rayons. Cette couronne inégalement épaisse en ses différents points montre treize faisceaux primaires disposés sur un seul rang et intimement accolés côte à côte. Ces faisceaux ne sont reconnaissables que par leurs pointements antérieurs contre le contour de la

Fig. 172.

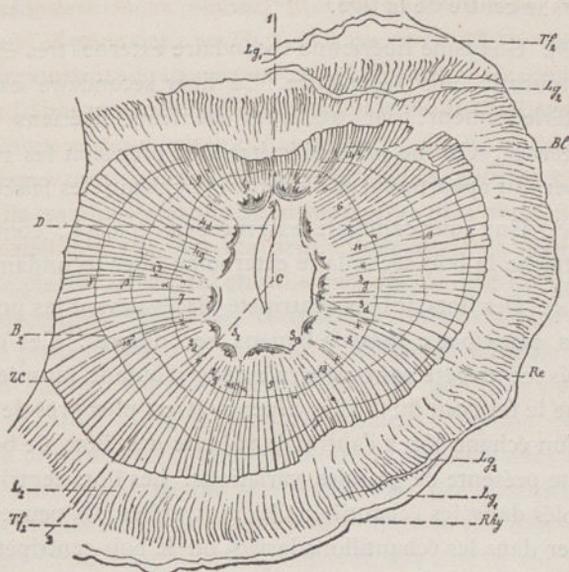


Fig. 172. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un entre-nœud de tige de *Poroxylon Edwardsii*. Gr.  $\frac{6}{1}$ .

C. Centre de figure.

1C2. Angle de divergence.

M. Moelle avec canaux gommeux. D. Grande déchirure accidentelle. — Re. Solution de continuité entre la moelle et la masse libéro-ligneuse.

S<sub>1</sub>. Saillie médullaire qui correspond au retrait du faisceau 1. S<sub>2</sub>. Saillie médullaire qui correspond au retrait du faisceau 2. S<sub>13</sub>. Saillie médullaire qui correspond à la réparation de la couronne libéro-ligneuse à la base de l'entre-nœud.

B<sub>2</sub>. Bois secondaire.  $\alpha, \beta, \gamma$  limites des zones d'accroissement. Les différents faisceaux sont indiqués par les numéros des feuilles dans lesquelles ils sortent. Les pointements de bois centripète sont indiqués en noir à la face interne de chaque faisceau.

ZC. Zone cambiale.

L<sub>2</sub>. Liber secondaire. A ce grossissement le liber primaire n'est pas délimitable.

Tf<sub>2</sub>. Tissu fondamental secondaire.

Lg<sub>1</sub>. Première lame subéreuse. Lg<sub>2</sub>. Secondes lames subéreuses.

Rhy. Rhytidome.

Bl. Blessure cicatrisée dans le bois secondaire du faisceau 6.

moelle. Cette zone libéro-ligneuse peut se subdiviser en quatre assises qui sont :

a). Une zone de bois secondaire externe dans laquelle on reconnaît trois périodes d'accroissement. Près de la moelle

cette zone se décompose en coins qui pointent plus ou moins vers le centre de la tige.

*b*). Une zone libérienne secondaire externe très épaisse qui entoure le bois secondaire. Le liber secondaire est revêtu, extérieurement, par quelques éléments libériens primaires externes. On ne peut délimiter avec précision les régions du liber qui appartiennent en propre à chacun des faisceaux.

*c*). Une zone cambiale externe peu épaisse, continue qui rattache le bois secondaire externe au liber secondaire (1).

*d*). Des îlots de bois centripète placés devant les pointements des principaux massifs ligneux secondaires. Ces masses de bois centripète sont généralement d'autant plus développées que le faisceau dont elles dépendent est plus près de sa sortie. D'un échantillon à l'autre, le volume des îlots de bois centripète présente de grandes variations. Les îlots centripètes sont isolés dans les échantillons les plus grêles. Ils peuvent se toucher dans les échantillons larges où le bois centripète est plus développé. Ils forment alors autour de la moelle, entre elle et le bois secondaire, une zone presque continue;

- 3° Une mince couche de tissu fondamental secondaire,
- 4° Une couche continue encore peu épaisse de liège (2);
- 5° Une couche de rhytidome déjà détaché du liège mais non encore tombée. Dans ce rhytidome, on distingue le tissu fondamental primaire externe avec ses deux zones dont l'extérieure est caractérisée par de gros paquets d'hypoderme. Le tout est limité par une assise épidermique en voie de destruction.

#### B. — MOELLE.

La moelle est composée de cellules allongées verticalement deux à quatre fois aussi hautes que larges, disposées en longues files verticales régulières. La section transversale des cellules médullaires est circulaire, leur section radiale est quadrangulaire. Elles sont coupées car-

(1) Dans nos meilleurs échantillons, le liber et le bois ne sont pas décollés; la zone cambiale est intacte et parfois admirablement conservée.

(2) Les assises 3 et 4 sont dues à l'activité d'une même zone cambiale.

rément et horizontalement à leurs deux extrémités. Les parois des cellules médullaires sont minces. Elles portent sur leurs parties non dédoublées des ponctuations elliptiques peu profondes, groupées en files sur le pourtour de la région non dédoublée. Ces ponctuations sont assez larges, espacées les unes des autres. Elles sont plus nombreuses sur les parois verticales. Les cellules médullaires laissent entre elles des petits méats à section transversale triangulaire. Les cellules de la moelle les plus proches du centre sont les plus grandes

Lorsqu'elle n'est pas détruite accidentellement, la moelle forme une masse pleine, continue, et nulle part on n'y voit une prédisposition à se découper en planchers horizontaux comme chez les Cordaïtes. La moelle présente souvent une grande déchirure verticale allant du milieu du faisceau 1 vers le faisceau 2. Cette déchirure a été faite du vivant de la plante. Ce n'est d'ailleurs pas une résorption, on retrouve les cellules primitivement unies plus ou moins affaissées le long de cette déchirure. Cette lacune a été produite par dissociation. Très souvent la moelle est séparée des fibres primitives par une solution de continuité. Cette solution de continuité est due à un retrait un peu plus considérable éprouvé par la masse médullaire avant la silicification. D'autres fois, la moelle a été détruite. La place qu'elle occupait est alors remplie par des détritux végétaux. Dans cette masse de remplissage, on retrouve parfois les débris gélifiés du tissu médullaire.

Fig. 173.

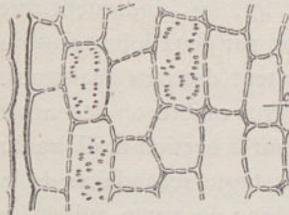


Fig 173. — Section radiale des éléments médullaires voisins de l'axe d'une tige moyenne de *P. Edwardsii*. La section a rencontré un canal gommeux.

La moelle du *Poroxyton Edwardsii* présente souvent à sa périphérie des tubes gommeux en nombre très variable et distribués irrégulièrement. On en trouve plus particulièrement près du faisceau 2 et près du faisceau 4. On en trouve parfois mais plus rarement jusqu'au centre de la tige. Les tubes gommeux sont des tubes verticaux, rectilignes ou peu ondulés, étroits, non cloisonnés horizontalement, sauf exception. Ordinairement ils ont le même calibre dans toute leur longueur.

Parfois cependant ils semblent un peu renflés au niveau des méats horizontaux des cellules voisines. Ces tubes ont une paroi propre. En section transversale, cette paroi ressemble aux parois des cellules voisines. La longueur des tubes gommeux atteint et dépasse celle d'un segment de tige; ils traversent la région nodale sans modification. Ils sont remplis d'une matière brune qui rappelle la gomme concrétée et craquelée. Quelquefois la substance brune qui remplit ces tubes semble plus homogène et finement granuleuse. Ces tubes sont parfois aplatis et réduits à une mince lame. Les tubes gommeux semblent résulter de la fusion de cellules médullaires étroites placées bout à bout et dont les cloisons transversales ont disparu après dégénérescence de leur contenu.

C. — COURONNE LIBÉRO-LIGNEUSE.

Nous avons dit que la couronne libéro-ligneuse était formée de treize faisceaux primaires, intimement contigus, disposés côte à côte sur un seul rang autour de la moelle. Il n'intervient aucun faisceau secondaire dans la constitution de cette couronne. Si l'on désigne chaque faisceau par le numéro de la feuille, dans laquelle il se rend. En partant de C<sub>1</sub> et en se dirigeant vers la gauche, les faisceaux se succèdent dans l'ordre suivant :

1<sub>g</sub>, 9, 4<sub>d</sub>, 4<sub>g</sub>, 12, 7, 2<sub>d</sub>, 2<sub>g</sub>, 10, 5, 13, 8, 3<sub>d</sub>, 3<sub>g</sub>, 11, 6, 1<sub>d</sub>.

Les notations 1<sub>g</sub>, 1<sub>d</sub>, 2<sub>g</sub>, 2<sub>d</sub>; 3<sub>g</sub>, 3<sub>d</sub>, 4<sub>g</sub>, 4<sub>d</sub>, indiquent que faisceaux 1. 2. 3. 4 sont représentés chacun par deux lobes plus ou moins distincts. Les *Abies*, les *Ginko* présentent des faits analogues. Très souvent dans les tiges de moyen et de gros calibre on reconnaît encore la trace des faisceaux 14. 15. 16, sur la section basilaire du segment, 14 est une sorte d'expansion des tissus secondaires de la gauche du faisceau 6 placée en retrait tout le long du rayon qui sépare 1<sub>d</sub> de 6. Le faisceau 15 est placé entre 7 et 4<sub>d</sub>; c'est une très faible expansion des productions secondaires de 7. 16 est réduit à une petite expansion du faisceau 8 placée entre ce faisceau et le faisceau 3<sub>d</sub>. 16 n'est indiqué que dans les tiges très larges.

En somme et c'est là le résultat qui nous intéresse le plus, le faisceau 14 semble naître de la gauche du faisceau 6 et comme il viendra dans l'entre nœud suivant remplacer le faisceau 1, il se dirige vers la gauche.

Cette indication nous dit que la tige est sénestre. Déterminons son cycle.

La tige étant sénestre, d'après ce que nous avons entrevu sur l'origine et la direction des faisceaux, et le faisceau 9 étant placé à la gauche de 1, si nous appliquons la règle de notation des faisceaux que nous avons signalée, nous trouvons : 1 + S étant égal à 9 S = 8. Or S = 8 dans le cinquième terme de la série S. Le terme de la série F qui correspond à S = 8 est F = 13. Ce cycle est donc

$$\Omega = \frac{F-S}{F} = \frac{5}{13} \leftarrow$$

Comme vérification le faisceau placé à gauche de 9 doit être

$$1 + 2 S - \lambda F = 4, \text{ or } 1 + 2 \times 8 - 13 \text{ donne en effet } 4.$$

Le suivant :

$$1 + 3 S - \lambda F = 12, \text{ or } 1 + 3 \times 8 - 13 \text{ donne en effet } 12.$$

.....

L'agencement des faisceaux s'accorde avec cette conclusion. Toutefois il semble singulier que les 13 faisceaux soient indiqués dès le niveau de la section basilaire. Remarquons qu'un cycle  $\frac{8}{21}$  dextre laisserait les faisceaux à la place où nous les trouvons et s'accorderait mieux avec la présence des faisceaux 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, les 13 premiers étant indiqués, les trois derniers 14, 15, 16 commençant seulement, mais l'origine et la direction du faisceau 14 semblent mieux d'accord avec un cycle  $\frac{5}{13}$  sénestre. L'angle de divergence mesuré sur la section basilaire du segment 1 ne permet pas de trancher la question. L'angle théorique qui correspond à  $\frac{5}{13} \leftarrow$  est  $138^{\circ}46'$ . L'angle qui correspond à  $\frac{8}{21} \rightarrow$  est  $137^{\circ}14'$  et se compte du même côté que  $\frac{5}{13} \leftarrow$ . Or l'angle 1 C 2 mesuré au goniomètre est de  $138^{\circ}$  avec une erreur possible d'au moins un degré tenant à la difficulté de définir pratiquement avec une très grande précision le centre de figure de la tige (1).

(1) Le centre C a été donné par les trois groupes 3, 4 et 5.

Relevons les particularités de chaque faisceau.

Le faisceau 1, très large (1), se reconnaît au premier coup d'œil, à sa masse ligneuse centripète partagée en deux lobes, dont chacun possède deux pointements trachéens. Ce faisceau est limité à droite et à gauche par deux larges rayons de 3 à 4 rangs de cellules. Il est coupé en son milieu par un grand rayon (2). L'ensemble du faisceau est fortement en retrait vers l'extérieur. La masse ligneuse centrifuge de ce faisceau a une structure spéciale. Désignons par 1<sub>d</sub> la moitié droite du faisceau et par 1<sub>g</sub> sa moitié gauche.

Chaque lobe se compose d'un grand amas de bois centripète dans lequel on distingue deux files de trachées initiales. La plus grêle des trachées de chaque file est la plus rapprochée du bois secondaire ; les autres sont d'autant plus grosses qu'elles sont plus rapprochées du centre de figure de la tige. Les files trachéennes de chaque lobe qui sont les plus proches du rayon C 1 sont *simples*, les autres sont *doubles*. En approchant de la moelle, les files trachéennes s'élargissent. Elles rencontrent des arcs de vaisseaux dont la convexité est tournée vers la moelle. Les bords de ces arcs (3) s'appuient sur les têtes des files centrifuges marginales avec lesquelles ils se continuent directement. Dans la région où les deux arcs de vaisseaux se touchent, ces deux arcs s'aplatissent, s'accolent et forment une large bande vasculaire en *continuité directe* avec les files centrifuges de la région médiane de chaque lobe. Les premiers éléments de chaque file trachéenne sont des trachées à spiricule lâche, parfois annelées. Fréquemment spiricule et anneaux sont isolés dans la cavité du vaisseau. CES PREMIÈRES TRACHÉES SONT ORDINAIREMENT ÉCRASÉES, TRÈS DIFFICILES A OBSERVER. Les trachées suivantes sont plus larges, à section transversale arrondie ou polygonale, moins souvent écrasées. Elles ont plusieurs spiricules très serrées. Elles s'appuient sur des vaisseaux scalariformes ou simplement rayés, étroits, à section transversale polygonale. *Les vaisseaux les plus rapprochés de la moelle sont très larges, ARÉOLÉS.. Chaque face porte cinq à six rangs de larges aréoles circulaires, contiguës, dont la fente est elliptique et un peu oblique sur l'horizon.* Les vaisseaux qui relient les grands vaisseaux médians aux

(1) Il embrasse un arc de 50°.

(2) Parfois quand ce rayon est large, on y remarque comme un coin secondaire, une sorte de pont qui relie les deux parties du faisceau.

(3) Le bord droit de l'arc droit, le bord gauche de l'arc gauche.

files de fibres centrifuges ont cette même structure, ils servent de transition entre les uns et les autres. Ils diminuent de calibre et deviennent entièrement semblables à des fibres ligneuses. C'est donc d'une manière insensible qu'on passe des grands vaisseaux du milieu de l'arc centripète aux fibres ligneuses secondaires centrifuges en suivant le bord de l'arc. Les grands vaisseaux aréolés comme les fibres ligneuses secondaires se joignent bout à bout par des cloisons très obliques, aréolées. — Les fibres ligneuses et les vaisseaux ont les mêmes ornements.

Fig. 174.

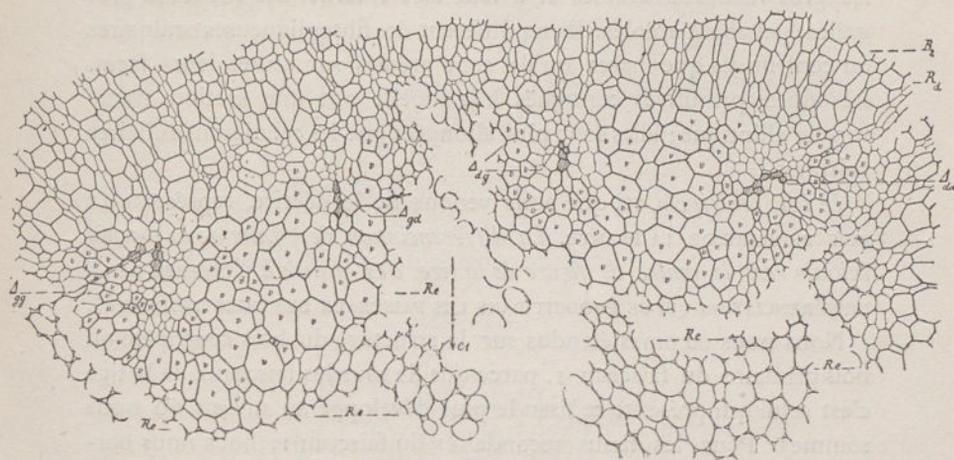


Fig. 174. — Détail de la partie antérieure de la section transversale du faisceau 1 (1).  
 C1. Trace de la surface de symétrie du faisceau sortant.  
 Δdd, Δdg, Δgd, Δgg. Poles des quatre lobes du faisceau 1, A ce niveau les poles Δdd, Δgg sont dédoublés.  
 Rd. Rayon qui limite la droite du faisceau 1d.  
 V. Vaisseaux scalariformes et vaisseaux aréolés du bois centripète.  
 La masse ligneuse secondaire n'est encore partagée qu'en deux moitiés l'une droite, l'autre gauche.

Les trachées sont reliées latéralement aux vaisseaux aréolés et à la tête des files de fibres ligneuses centrifuges par des fibres primitives minces, lisses, coupées carrément. Plus rarement la tête de quelques

(1) La figure 174 et les figures 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183 sont données d'après la préparation qui a fournie la figure 172. Toutes ces figures sont prises au même grossissement de 66/1. Le grossissement employé étant très faible, il convient de regarder ces figures à la loupe.

files de fibres ligneuses arrive jusqu'aux trachées initiales, les lames trachéennes correspondent tantôt à une file de fibre centrifuges et tantôt à un rayon (1).

Les vaisseaux aréolés de chaque arc centripète se touchent ordinairement; cependant ils peuvent être séparés par des fibres primitives.

Le bois centripète est relié à la moelle par 3 rangs de fibres primitives plus larges. Les fibres primitives contiguës aux vaisseaux ont une section polygonale, et *semblent parfois disposées en séries rayonnantes par rapport à l'arc des vaisseaux*. Fréquemment alors on trouve, contre les gros vaisseaux aréolés et à leur face interne, des vaisseaux plus grêles également aréolés. Ils ne diffèrent des fibres ligneuses ordinaires ou centrifuges que parce qu'ils sont aréolés sur toutes leurs faces. Les fibres primitives contiguës à la moelle ont une section transversale elliptique; elles sont plus allongées que les cellules médullaires voisines.

*Le bois centripète*, tel que nous venons de le décrire, représente LE BOIS PRIMAIRE DE LA PLANTE. *La différenciation s'est faite de la trachée initiale vers le centre de figure de la tige. c'est-à-dire à L'INVERSE DE LA DIFFÉRENCIATION QUI SE PRODUIT DANS LES FAISCEAUX DES TIGES ORDINAIRES.*

Nous nous sommes étendus sur la structure du bois centripète ou bois primaire du faisceau 1, parce que de tous les faisceaux de la tige c'est celui qui présente ce tissu le plus développé au niveau où nous sommes. Pour les tissus secondaires du faisceau 1, nous nous bornerons à signaler les particularités qu'ils présentent dans ce faisceau. Le bois secondaire du faisceau 1 forme un arc très étendu qui a la structure générale du bois des Poroxyloons, savoir: des files rayonnantes de fibres ligneuses en groupe de 2 à 3 files contiguës, séparées par des rayons étroits, épais de 1 à 2 rangs de cellules. *Les fibres ligneuses sont beaucoup plus grêles et beaucoup moins larges que dans les autres faisceaux*. Ce n'était qu'après la chute de la feuille que le morceau de la trace foliaire restant dans le segment prenait de grandes fibres ligneuses semblables à celles des faisceaux voisins (2). Tant

(1) Cette variante tient à ce que lorsque les rayons qui correspondent aux files trachéennes s'élargissent beaucoup il y apparaît de nouvelles lames ligneuses centrifuges.

(2) Il est facile de le voir sur le faisceau 1 d'une tige plus âgée. Les premières fibres ligneuses secondaires, celles qui ont fait partie de la trace foliaires sont très grêles alors que les fibres ajoutées postérieurement à la chute de la feuille sont très grosses.

qu'on est éloigné de la base d'une tige, c'est-à-dire hors de la région pérulaire, la trace foliaire présente un très grand nombre de files de fibres ligneuses (on en compte 29 dans l'échantillon type que nous décrivons). Le nombre des éléments de chaque file radiale est beaucoup plus faible dans le faisceau 1 que dans les faisceaux voisins. Ainsi on trouve :

Au Bord droit de 1 <sub>d</sub> . . . . .	30 fibres ligneuses secondaires.	
Au Milieu de 1 <sub>d</sub> . . . . .	20	—
Au Bord gauche de 1 <sub>d</sub> . . . . .	14 ou 15	—
Au Bord droit de 1 <sub>g</sub> . . . . .	14 ou 15	—
Au Milieu de 1 <sub>g</sub> . . . . .	20	—
Au Bord gauche de 1 <sub>g</sub> . . . . .	30	—

Très souvent vers la zone cambiale les fibres ligneuses du faisceau 1 sont incomplètement lignifiées à parois minces. La zone libérienne secondaire du faisceau a la même structure que celle des autres faisceaux, elle est seulement plus épaisse. Dans notre préparation type une lame subéreuse de seconde formation, épaisse de 5 à 6 rangs d'éléments entaillait la zone libérienne secondaire.

Fig. 175.

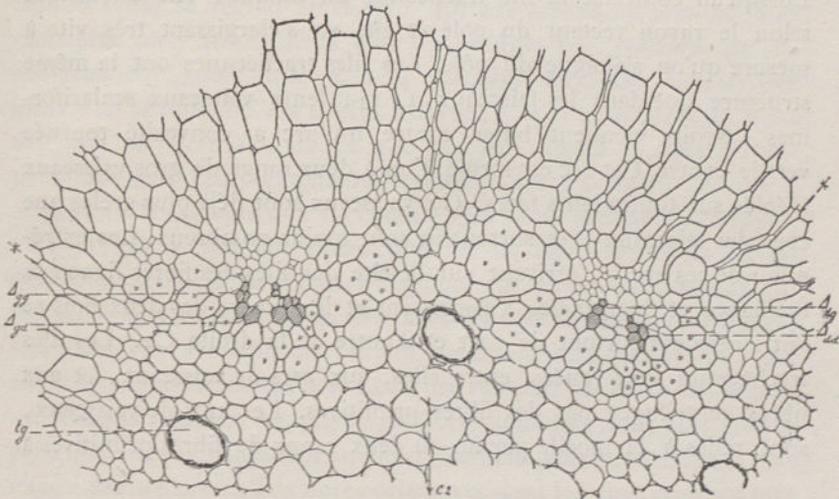


Fig. 175. — Détail de la partie antérieure du faisceau 2. Dans cette région le tissu médullaire contigu au faisceau n'est pas déchiré; il contient de nombreux canaux gommeux tg. Les limites du faisceau sont indiquées par des lignes de rappel.

Le faisceau 2 est placé à la gauche du faisceau 1 (1) au fond d'une sorte de golfe et sensiblement en retrait par rapport au centre de figure. Son plan médian dont la trace sur le plan de la section est la droite C 2 fait avec C 1 un angle de  $138^{\circ}$ .

Le faisceau 2 est très large (Il soustend un angle de  $45^{\circ}$ ). Son pointement antérieur est très facilement reconnaissable à sa double masse de bois centripète dont chaque îlot ne présente qu'une file trachéenne exceptionnellement dédoublée (2). Les files ligneuses secondaires au nombre de 19 à 22 sont très épaisses; elles comptent de 38 à 42 rangées de fibres, 38 sur le bord gauche de  $2_g$ , 42 sur le bord droit de  $2_d$ .

Le bois centripède du faisceau 2 forme deux îlots nettement séparés dans les tiges larges. (Nous verrons plus loin ce qu'il advient dans les tiges étroites et près des régions d'insertion). Dans chaque îlot les trachées initiales grêles forment soit un pôle unique, soit deux pôles contigus qui ne sont séparés des files du bois centrifuge, que par un rang de fibres primitives. Le plus généralement, chaque pôle est simple. Lorsque les pôles sont doubles comme dans les figures ci-jointes, les files trachéennes se regardent pointe à pointe et leurs directions divergent l'une vers la droite, l'autre vers la gauche. Lorsqu'au contraire la file trachéenne est unique, elle est dirigée selon le rayon vecteur du pôle et elle va s'élargissant très vite à mesure qu'on s'éloigne du pôle. Les files trachéennes ont la même structure que dans les faisceaux  $1_g$   $1_d$ ; leurs vaisseaux scalariformes, étroits viennent buter contre un arc à convexité tournée vers le centre. Cet arc est formé d'un à deux rangs de gros vaisseaux aréolés sur toutes leurs faces. Ces vaisseaux sont déjà plus grêles que ceux des faisceaux 1 et surtout ils sont moins nombreux. Les extrémités de ces arcs en arrivant sur la tête des files des fibres ligneuses médianes et marginales s'élargissent et le raccord des deux bois se fait largement surtout de part et d'autre de la droite C2. Les files trachéennes sont reliées entre elles, aux arcs de vaisseaux, et aux fibres centrifuges par des fibres primitives. Les arcs de vaisseaux, sont reliés à la moelle par un ou deux rangs de fibres primitives à

(1) La position du faisceau 2 à la gauche du faisceau 1 a été déterminée directement par l'examen de coupes successives de segments entiers.

(2) Dans l'échantillon figuré chaque pôle était déjà dédoublé.

parois minces et lisses. C'est à la jonction de ces fibres et de la moelle qu'on trouve le plus ordinairement des tubes gommeux. En somme, la structure du bois centripète est celle que nous avons vue dans les faisceaux  $1_g$ ,  $1_d$ , mais la masse est beaucoup plus grêle. On ne voit jamais, même dans les tiges très larges, l'arc vasculaire de chaque lobe toucher le front des files centrifuges moyennes comme cela se voit dans les lobes du faisceau 1. Les files secondaires du faisceau 2 sont moins nombreuses que celles du faisceau 1. Un grand nombre d'entre elles sont solitaires, elles sont formées d'éléments très larges et très épais. Les files des fibres centrifuges débutent par de très gros éléments. Le faisceau 2 est coupé par un rayon médian large, aussi large que ceux qui le limitent. L'épaisseur du bois secondaire dans le faisceau 2 est plus grande à droite qu'à gauche. Cela tient à ce que la gauche de 2 est voisine de l'arc réparateur qui a fermé la couronne libéro-ligneuse au nœud précédent. Mais même ainsi réduite la couronne ligneuse secondaire est beaucoup plus épaisse que dans le faisceau 1.

Le faisceau 3 sous tend un arc de  $40^\circ$ , il est situé à droite de  $1_d$ , à peu près au milieu de l'arc qui réunit  $1_d$  au faisceau 5. Le bois centripète de ce faisceau est réduit à une sorte de nappe continue qui tapisse toute sa région antérieure. En examinant de près ce bois centripète on y trouve deux files trachéennes très réduites qui ne comprennent guère que 2 à 4 trachées écrasées. La trachée initiale de chaque file est la plus externe; elle n'est séparée du front des files de fibres secondaires que par une rangée de fibres primitives. Souvent ces pointements trachéens correspondent chacun à un rayon. Il est vrai que si, comme c'est le cas ordinaire, ce rayon s'élargit, on y voit apparaître une file de fibres ligneuses secondaires. Chaque file de trachées s'appuie sur un arc de vaisseaux qui se raccorde à droite et à gauche avec les files ligneuses centrifuges. Les vaisseaux sur lesquels buttent directement les trachées sont des éléments scalariformes grêles. Ceux qui sont sur les bords des arcs et sur lesquels viennent s'appuyer les fibres ligneuses sont plus gros et présentent des ponctuations aréolées. Le bois centripète est relié à la moelle par deux rangs de fibres primitives dont les plus externes sont entières, les autres sont ordinairement déchirées. Le faisceau 3 contient de 9 à 13 files de fibres ligneuses secondaires. Son rayon médian n'arrive pas jusqu'à la moelle, il est peu accusé.

Fig. 176.

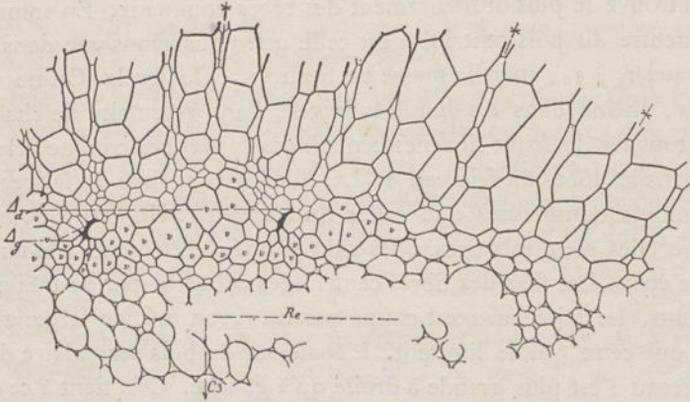


Fig. 176. — Détail de la partie antérieure du faisceau 3. La gauche du faisceau 3<sub>g</sub> est incomplète. Les limites du faisceau 3<sub>d</sub> et du faisceau 16 sont indiquées par des lignes de rappel.

Le bois secondaire du faisceau 3 est formé de très grands éléments très élargis radialement et tangentiellement ; ce sont ses fibres marginales qui sont les plus larges. Le bois secondaire a de 40 à 42 rangées de fibres dans son épaisseur.

Dans la région de la tige où nous sommes, le faisceau 3 se montre toujours très fortement serré entre le faisceau 8 et le faisceau 11 qui tous deux s'avancent vers le centre de figure de la tige et qui tous deux sont loin de leur sortie. La partie droite du faisceau 3 est ici plus large que sa partie gauche.

A l'inverse du faisceau 3, le faisceau 4 se montre toujours comme un faisceau très élargi ; cela tient à ce qu'il borde presque directement le rayon gauche qui sépare le faisceau 1<sub>g</sub> du reste de la couronne ligneuse. Le retrait de 1<sub>g</sub> vers l'extérieur, retrait qui entraîne le plus souvent un mouvement de recul du faisceau 9, permet au faisceau 4 de prendre tout son développement. On reconnaît de suite le faisceau 4. C'est une grande plage saillante vers le centre de figure, placée immédiatement à gauche de 1<sub>g</sub>. 4 est relié à 1<sub>g</sub> par une masse dépourvue de bois centripète, en retrait et en échelon le long du rayon R<sub>g</sub> qui limite la gauche de 1<sub>g</sub>.

Les bois primaire du faisceau 4 présente deux pôles trachéens ; mais tandis que le pôle gauche est simple le pôle droit qui est le plus proche de 1 et sur lequel a porté l'élargissement est au contraire



ordinairement elles viennent buter contre quelques gros vaisseaux aréolés, isolés les uns des autres et isolés de la moelle par des fibres primitives.

Les fibres ligneuses centrifuges sont très volumineuses dans la région médiane du faisceau 4. Celles de son bord gauche, et surtout celles de son bord droit sont plus grêles. Il y a treize groupes de fibres secondaires (1) sur une épaisseur de 42 rangées.

Le faisceau 5 est une masse large à deux pôles trachéens qui forme un promontoire bien net entre le golfe qui correspond au faisceau 2 et celui qui correspond au faisceau 13. Ce faisceau sous-tend un arc de  $31^{\circ}$ . Il n'a pas de rayon médian, le milieu du faisceau est occupé par une bande de fibres ligneuses exceptionnellement larges, moins larges cependant que celles de la bande médiane de 4, mais plus allongées radialement. Ce faisceau forme un seul pointement non lobé dans le contour de la moelle. La région antérieure de ce pointement est occupée par du bois centripète. On y voit deux pôles trachéens rapprochés. Ils ne sont en effet distants que de 2 à 4 rangées de fibres secondaires. Chaque pôle comprend un petit groupe de 5 trachées dont une initiale saillante en dehors. Le groupe trachéen du pôle gauche repose directement sur 4 vaisseaux scalariformes et ceux-ci s'appuient sur un arc de vaisseaux scalariformes courbé en demi-cercle dont les extrémités droite et gauche arrivent sur le front des files secondaires. Le pôle gauche  $\Delta_{5g}$  correspond à une file de fibres secondaires dont elle n'est séparée que par une rangée de fibres primitives. Les vaisseaux du demi-cercle sont réunis au pôle par une rangée de fibres primitives. Ce bois centripète est donc très réduit.

Le pôle droit est un groupe de 4 à 6 trachées grêles réunies en une très petite lame qui n'est séparée du bois secondaire que par un rang de fibres primitives. Ce petit groupe trachéen dans lequel on ne peut reconnaître de trachée initiale repose sur un arc vasculaire composé de vaisseaux scalariformes. Cet arc s'appuie à droite sur le front d'une file ligneuse centrifuge; à gauche il se confond avec le bord droit de l'arc vasculaire du pôle gauche. Cette région commune bute sur la file de très grandes fibres ligneuses secondaires qui occupe la région médiane du faisceau 5. Le pôle droit correspond à une double

(1) Le faisceau 4 embrasse un arc de  $33$  à  $38^{\circ}$  selon le retrait du faisceau 9.

Fig. 178.

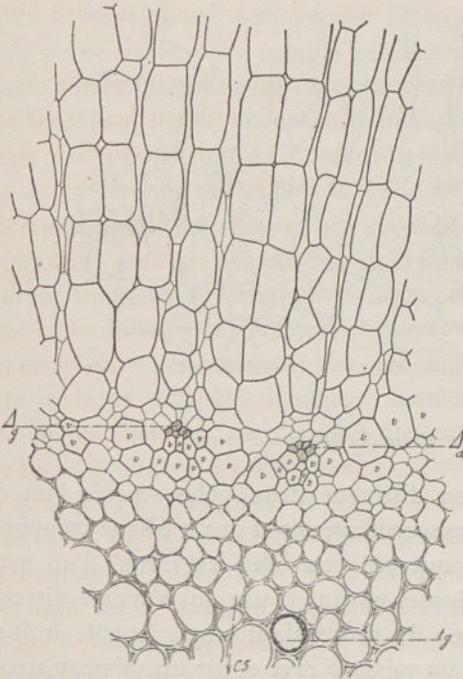


Fig 178. — Détail de la partie antérieure du faisceau 5.

file de fibres ligneuses et son arc vasculaire s'appuie à droite et à gauche sur les files voisines. Le bois secondaire du faisceau 5 comprend de 8 à 10 files de fibres ligneuses secondaires larges, allongées radialement. On compte 27 à 29 rangs de fibres secondaires sur le bord gauche du faisceau 5 et 34 rangs sur son bord droit. Le bois centripète est réuni à la moelle par 1 ou 2 rangs de fibres primitives. Les

éléments de la moelle contigus à ce faisceau sont d'ailleurs plus étroits que les autres, de sorte qu'au premier abord le bois centripète de cette région paraît tapissé par un massif épais de cellules plus grêles à section circulaire allongée. On y trouve des canaux gommeux étroits.

Le faisceau 6 est très large, il sous-tend un arc de 28°, mais toute sa partie gauche qui borde le rayon limite du faisceau 1<sub>d</sub> est en retrait, échelonnée le long du rayon. Cette partie en retrait correspond au faisceau 14. La grande largeur du faisceau 6 est en rapport avec sa place; il borde le faisceau 1 et s'étend à mesure que celui-ci s'écarte du centre de figure de la tige. A mesure qu'on s'élève, la partie en retrait augmente et devient plus indépendante. Le faisceau 6 compte environ 10 files ou groupes de fibres secondaires.

Le bois centripète extrêmement réduit, rejeté un peu vers la droite (1), forme une mince nappe à la région antérieure du faisceau 6.

(1) Toutes les files secondaires du faisceau 6 ont leur région antérieure légèrement infléchie vers la droite. Cette disposition spéciale est due au retrait qu'éprouve la gauche du faisceau vers l'extérieur.

Fig. 179.

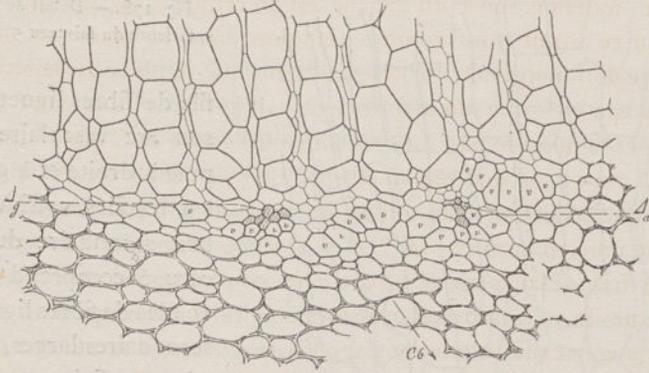


Fig. 179. — Détail de la partie antérieure des faisceaux 6 et 14.

Dans ce bois centripète on distingue deux pôles séparés l'un de l'autre par 3 à 4 files de fibres secondaires dont une médiane composée de fibres très grosses. Chaque pôle trachéen est formé d'un petit groupe de 3 à 5 trachées réunies en une masse qui s'appuie directement sur une petite lame de vaisseaux scalariformes. Le pôle droit se continue sur la gauche par un vaisseau rayé et par un vaisseau aréolé qui le relie aux files secondaires voisines. A droite le même pôle se continue avec une lame de 3 à 4 gros vaisseaux aréolés contigus qui vont s'appuyer sur la grosse file médiane du faisceau. Cette lame de vaisseaux aréolés reçoit le bord droit de l'arc de vaisseaux qui fait suite au pôle droit. Les premiers vaisseaux scalariformes du pôle droit sont plus gros que ceux du pôle gauche ; ceux de droite en particulier sont très gros et largement accolés au front des files secondaires. Une rangée de fibres primitives polygonales unit le bois centripète aux fibres secondaires. Le bois centripète est uni à la moelle par un ou deux rangs de fibres primitives.

Le bois secondaire est formé de grosses fibres. La file médiane paraît reportée à droite. En réalité cette file médiane est bien à sa place, mais la région gauche du faisceau s'est fortement élargie. Les files de fibres placées à la gauche du faisceau sont plus nombreuses ; elles sont formées de fibres plus grêles qui servent de transition entre les grandes fibres du faisceau 6 et celles du faisceau 1.

Le faisceau 7 sous-tend un angle d'environ  $23^{\circ}$  à la droite du faisceau 2, toutefois son bord gauche est en retrait et les files qui affrontent sur ce retrait sont comme refoulées dans la masse secondaire. Cette région marginale du faisceau 7 marque la place du faisceau 15. Le faisceau 7 forme un pointement saillant bien isolé entre le faisceau 4 et le faisceau 2. 7 est beaucoup plus écarté de C que les groupes 4g 4d. 7 est dans une région étroite. Le bois centripète du faisceau 7 forme une seule masse au milieu du faisceau 7. Cette masse ligneuse montre un seul groupe de 3 à 7 trachées disposées en une petite pointe triangulaire très obtuse. Cette pointe trachéenne repose sur une lame de vaisseaux scalariformes aréolés. Ce dernier rang courbé en arc à convexité intérieure s'appuie *directement* à droite et à gauche sur le front des files ligneuses secondaires. Un rang de fibres primitives unit les trachées aux files médianes et un double rang de fibres primitives à demi-écrasées unit ces vaisseaux à la moelle. Il y a de 4 à 6 groupes de fibres secondaires dans le faisceau 7. Les fibres ligneuses sont ici de taille moyenne. La file médiane ne se distingue pas des autres par la plus grande taille de ses éléments, En face de ce faisceau 7 les éléments médullaires sont gorgés d'un contenu brun opaque Qu'était ce contenu du vivant de la plante? On ne peut le dire.

Fig. 180.

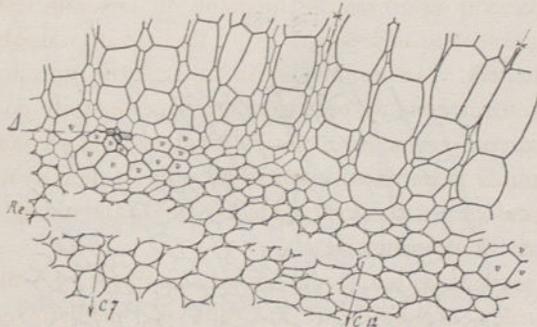


Fig. 180. — Détail de la partie antérieure des faisceaux 7 et 12.

Le faisceau 8 est placé à la droite du faisceau 3 et tout contre lui. Il sous-tend un arc d'environ  $20^{\circ}$ . Dans les tiges plus larges, il s'étend légèrement vers la gauche. Cette partie gauche, lorsqu'elle s'accroît

Fig. 181.

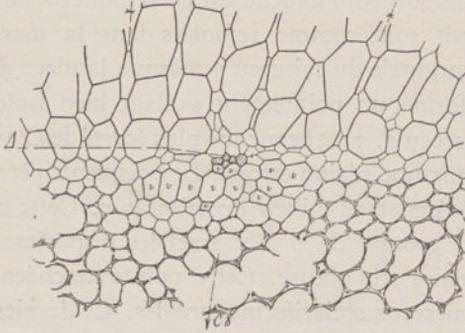


Fig. 181. — Détail de la partie antérieure des faisceaux 8 et 16.

davantage, forme le faisceau 16. Le faisceau 8 comprend de 5 à 8 groupes de fibres secondaires. Son bois centripète forme une petite masse qui ne comprend qu'un groupe trachéen et une lame de vaisseaux scalariformes. Le pointement trachéen très obtus contient 3 à 5 trachées placées côte à côte sur le même rang ; il repose sur une mince nappe de vaisseaux scalariformes grêles qui, eux-mêmes, tapissent la face externe d'un rang de vaisseaux scalariformes plus gros. Cette dernière bande à peine courbée qui comprend seulement 7 vaisseaux repose directement et largement sur le front des files centrifuges. Un rang

Fig. 182.

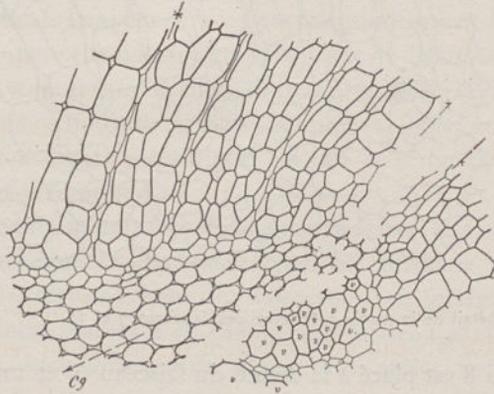


Fig. 182. — Détail de la partie antérieure du faisceau 9.

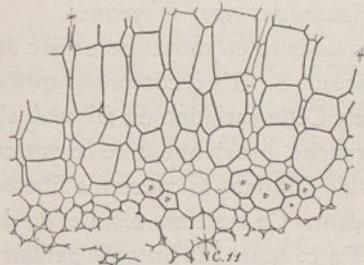
de fibres primitives relie le bois centripète aux cellules périphériques plus grêles de la moelle.

Les fibres secondaires du faisceau 8 sont de taille moyenne comme celles du faisceau 2. Les éléments de la file médiane ne sont pas beaucoup plus gros que les autres.

Le faisceau 9 a une structure très spéciale tenant à sa disposition en retrait et en échelon sur le bord du rayon qui sépare  $1_g$  de  $4_d$ . Ses files secondaires fortement en retrait de l'une à l'autre affrontent toutes sur ce rayon ; elles n'arrivent pas à la moelle. Toutes ces files sont courbées de droite à gauche. Il n'a pas de bois centripète, pas de pôle trachéen. Sa face antérieure est tapissée de fibres primitives, grêles. Comme dans la nature actuelle, le faisceau ayant à traverser une région étroite où il ne peut s'indiquer tout entier n'est, QUOIQUE PRIMAIRE, REPRÉSENTÉ QUE PAR DES PRODUCTIONS SECONDAIRES (1). Les groupes de fibres secondaires sont au nombre de 5 à 6. Ses éléments sont d'autant plus grêles qu'ils sont plus proches du faisceau 1. On en compte 30 rangés sur son bord droit et 32 sur son bord gauche. 9 est très fortement écarté du centre C. On dirait que la sortie de 1 entraîne partiellement 9 hors de sa place.

Le faisceau 10 est placé à la gauche du faisceau  $2_g$  entre  $2_g$  et 5. 10 est toujours fortement en retrait et très rétréci. Il ne mesure que 8 à  $11^0$ . Ses files ligneuses secondaires au nombre de 4 à 5 ne

Fig. 183.



sont séparées de la moelle que par des fibres primitives. Il n'y a pas de bois centripète, pas de trachées dans le faisceau 10. Les fibres ligneuses du faisceau 10 sont de calibre moyen. 10 est très écarté du centre C. De même que 9 il est entraîné hors de sa place par le retrait du faisceau 2.

Fig. 183. — Détail de la partie antérieure du faisceau 11.

Le faisceau 11 est très large puisqu'il mesure environ  $15^0$ . Il est compris entre 6 et 3. Ce faisceau est fortement rapproché du centre de figure

(1) Cette réduction ne porte que sur sa partie ligneuse car la région libérienne n'a pas eu à subir le même retrait.

de la tige. Il comprend six groupes de fibres secondaires régulièrement disposées. A droite et à gauche de la pointe du faisceau 11, c'est-à-dire près des faisceaux 3 et 6, on trouve 3 à 4 vaisseaux aréolés qui représentent encore le bois centripète. *C'est le point le plus inférieur où l'on puisse constater la présence de ce bois dans le faisceau.* Il n'y a pas de trachée dans ce bois centripète qui est ainsi réduit à 2 groupes de vaisseaux aréolés ou rayés et à des fibres primitives. Un rang de fibres primitives unit ce bois centripète à la moelle. Les fibres secondaires des files centrifuges sont de calibre moyen, étirées radialement. Dans cette région, le bois secondaire est très épais, il compte 42 rangs d'éléments.

Le faisceau 12 est placé dans le petit sinus qui sépare 4<sub>g</sub> de la droite du faisceau 7. Il mesure à peine 10°. Il ne contient que 3 à 4 groupes de fibres ligneuses *très volumineuses*. Ces files butent directement contre la moelle à laquelle elles sont unies par un double rang de fibres primitives grêles. *Il n'y a pas de bois centripète, pas de trachées, dans le faisceau 12.* Toutes les files sont d'abord simples mais comme elles s'élargissent beaucoup, elles se dédoublent vers l'extérieur. L'absence de bois centripète à la pointe de 12 isole les masses ligneuses centripètes de 7 et de 4<sub>g</sub>. 12 est rapproché du centre de figure de la tige. Dans quelques tiges où le bois centripète est très étalé et où en revanche il est peu épais, les arcs centripètes de 7 et de 4<sub>g</sub> peuvent sembler réunis 12 étant très réduit. C'est le cas des tiges grêles et des terminaisons supérieures des tiges moyennes.

Le faisceau 13 est très variable. Il sous-tend en moyenne un arc de 10° (1) entre le faisceau 8 et le faisceau 5. Il ne comprend que 4 groupes de fibres ligneuses secondaires. Cette variation du faisceau 13 et celle du faisceau 8 son voisin de gauche proviennent de ce que ce sont ces faisceaux qui ont réparé le vide fait dans la couronne libéroligneuse par la sortie du nœud précédent. Ce système résulte de la réduction graduelle d'un arc de 50°. En ce point, la branche axillaire du nœud précédent a déterminé une pression qui a gêné le développement radial du bois secondaire. Après le faisceau 1, c'est dans le faisceau 13 que le bois secondaire est le plus mince. Ce caractère est d'autant plus prononcé qu'on descend vers le nœud précédent et que la branche étudiée est plus jeune et de plus gros calibre. Il n'y a pas

(1) Plus haut, il se rétrécit, plus bas il s'élargit beaucoup.

de bois centripète ni de trachée à la pointe du faisceau 13. Le faisceau 13 est très écarté du centre de figure de la tige.

Le faisceau 14, quand il existe, est placé entre le faisceau 6 et le faisceau 1<sub>d</sub>. Il est formé de 3 à 4 groupes de fibres ligneuses secondaires fortement courbées vers le faisceau 1 et fortement en retrait le long du rayon droit qui limite 1<sub>d</sub>. Les groupes de fibres contiennent chacun 2 à 3 rangs d'éléments grêles. Il n'y a pas de bois centripète et à plus forte raison pas de trachées dans le faisceau 14. Dans les tiges grêles le faisceau 14 n'est pas indiqué ; il est alors perdu dans la marge gauche du faisceau 6.

Le faisceau 15, quand il existe à ce niveau n'est indiqué que par 1 à 3 files de fibres secondaires sur la gauche du faisceau 7. Ces files déjà courbées tournent leur concavité vers 2. Cette courbure explique la grande déformation qui se produit souvent dans le voisinage du faisceau 2, lorsque celui-ci ayant été refoulé vers le centre C, le faisceau 15 se trouve plissé et rejeté sur le faisceau 7. 15 n'a pas de bois centripète, pas de trachée, il se compose de fibres grêles.

Le faisceau 16, quand il est indiqué, n'est représenté que par un ou deux groupes de fibres secondaires sans bois centripète ; il est alors placé entre 8 et 13. 16 est sensiblement en retrait sur 8 et surtout sur 3.

Pour compléter cette étude de la région ligneuse, passons à l'examen histologique du bois secondaire.

Le bois secondaire se compose de fibres disposées en longues files radiales et de rayons étroits. Les fibres ligneuses très grosses, aussi grosses que celles des Sigillaires, sont de longs tubes terminés par des cloisons très obliques. La section transversale moyenne de ces éléments est quadrangulaire (1).

Leur section radiale souvent oblique (ce qui tient à leur course sinueuse), est formée de 2 droites parallèles reliées l'une à l'autre par une lame oblique. Leur section tangentielle montre 2 lignes parallèles qui reçoivent très obliquement d'autres cloisons semblables.

(1) Les parois des fibres ligneuses ont été épaissies. En général elles sont partiellement dissoutes et parfois même réduites à leur lame primaire. Exceptionnellement on retrouve leurs épaississements gonflés.

Leur course est dérangée par les rayons voisins. Il y a parfois deux files de fibres directement contiguës ; rarement il y en a plus de deux. Quand il y en a plus de deux, le groupe ne tarde pas à être coupé radialement par un rayon. Les faces radiales des fibres ligneuses, surtout celles qui sont communes à deux fibres, portent des rangées longitudinales parallèles d'aréoles contiguës. Ces aréoles très grandes sont rondes ; leur pore est elliptique, un peu incliné sur l'horizon. Lorsqu'elles ne sont pas parfaitement conservées, les punctuations aréolées contiguës laissent comme trace de leur présence un réseau régulier à mailles hexagonales. Les cloisons antérieures et postérieures des fibres sont lisses, dépourvues d'aréoles. Les faces de ces fibres qui sont contiguës aux cellules des rayons ont 3 à 6 rangs de punctuations à pore elliptique très oblique, plus petit. Dans les conditions ordinaires, en partant d'une nouvelle zone d'accroissement, les fibres ligneuses vont en augmentant de diamètre tangentiel d'un rang au rang suivant. Il en est ainsi jusque vers la fin de la période d'accroissement, *alors il y a une réduction brusque du calibre des fibres à la fois tangentiellement et radialement*, en même temps les rayons s'élargissent beaucoup. Il se fait alors 2 à 5 rangs de fibres grêles. Lorsqu'au début d'une nouvelle période d'accroissement les fibres ligneuses ont atteint un certain calibre, les suivantes sont cloisonnées radialement. La file de fibres jusqu'alors unique se poursuit par deux files de fibres contiguës. Un peu plus loin, l'une des files se dédouble par le même procédé. Le groupe comprend alors trois files de fibres. Plus ordinairement, dès qu'il y a deux files contiguës, on voit s'établir un rayon entre les deux files.

Les rayons sont formés de petites cellules allongées radialement deux à trois fois aussi longues que larges, peu hautes (1). Ces rayons sont très nombreux ; ils forment de grandes lames verticales ayant jusqu'à 60 rangs de cellules en hauteur. En section tangentielle, les rayons figurent de grandes lentilles composées de cellules étroites. Celles qui touchent les fibres portent sur leurs faces radiales de petites aréoles isolées. En section transversale, les rayons ont un rang, deux rangs ou même trois rangs d'éléments. Ils peuvent avoir

(1) Leur plus grande dimension, qui est leur longueur selon le rayon, peut atteindre une fois et demie l'épaisseur d'une fibre ligneuse.

Fig. 184.

Fig. 185.

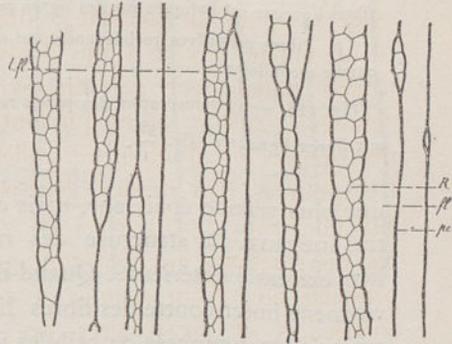
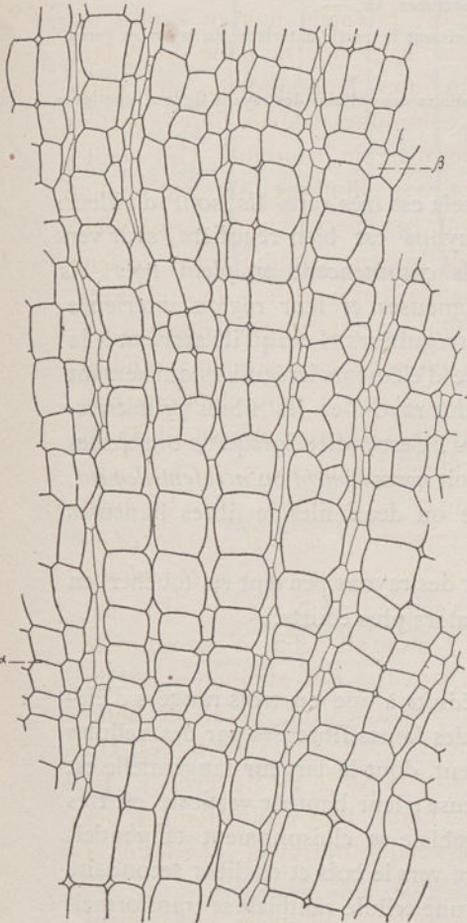


Fig. 186.

Fig. 188.

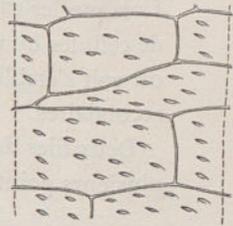
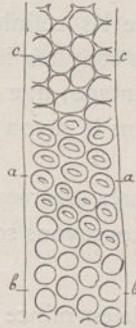


Fig 187.

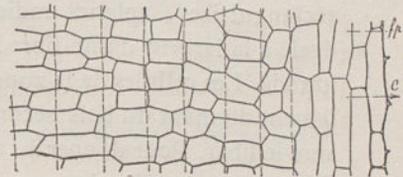


Fig. 184. — Coupe transversale du bois secondaire du faisceau 5 entre les zones d'accroissement  $\alpha$  et  $\beta$ . Gr.  $\frac{66}{1}$ .

Fig. 185. — Coupe tangentielle du bois secondaire. Gr.  $\frac{66}{1}$ .  
 Rl. Rayons ligneux.  
 fl. Fibres ligneuses. t fl. Terminaison d'une fibre ligneuse. pc. Paroi commune à deux fibres ligneuses contiguës.

Fig. 186. — Ponctuations aréolées des faces radiales des fibres ligneuses. Gr.  $\frac{150}{1}$   
 a. Région dans laquelle des aréoles sont bien conservées.  
 b. Région dans laquelle la partie amincie qui borde l'aréole est déjà détruite.  
 c. Réseau hexagonal qui représente ordinairement la trace des aréoles.

Fig. 187. — Section radiale d'un rayon ligneux au voisinage de la moelle. La trace des fibres ligneuses est indiquée par des lignes ponctuées. Gr.  $\frac{66}{1}$ .

f p. Fibres primitives recloisonnées qui unissent la partie antérieure du rayon au parenchyme médullaire.

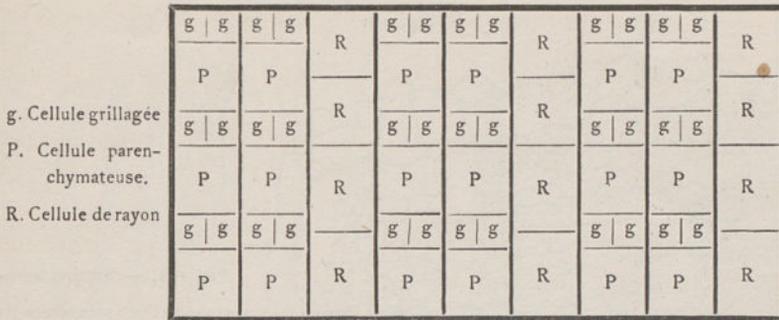
Fig. 188. — Ornementation des parois radiales des cellules des rayons ligneux contiguës aux fibres ligneuses. Gr.  $\frac{380}{1}$ .

une plus grande épaisseur, mais cela est très rare. Ils sont d'ailleurs très inégaux. La structure des rayons est bien régulière, sauf vers leur extrémité antérieure. Quand ils commencent en plein bois, ils viennent buter contre des fibres ligneuses et leur région antérieure amincie est composée de cellules irrégulières. Lorsqu'ils arrivent à la moelle, la tête du rayon est formée d'éléments irréguliers qui servent de transition entre les cellules du rayon et les fibres primitives. Lorsque les rayons sont très larges, c'est-à-dire lorsqu'ils ont 4 files de cellules ou davantage, que ce soit *normalement* ou *accidentellement*, on voit s'établir dans le rayon une ou deux files de fibres ligneuses secondaires.

Deux files de fibres séparées par des rayons peuvent se toucher en plusieurs points. Les rayons sont alors plus courts.

La zone cambiale est mince, réduite à une ou trois rangées d'éléments. Elle est formée au niveau des lames fibreuses par des cellules rectangulaires, aplaties radialement, dont la largeur tangentielle est égale à la largeur d'une fibre ligneuse; leur hauteur verticale est très grande. Les cellules de la zone cambiale se cloisonnaient tangentiellement donnant du bois secondaire vers le bois et du liber secondaire vers le liber. Pour donner du bois, une cellule cambiale se transformait directement en fibre ligneuse. A cet effet, elle croissait radialement et n'épaississait ses parois qu'après avoir atteint sa taille définitive. Du côté du liber, les cellules issues de la zone cambiale sont d'abord toutes semblables, mais alternativement l'une d'elles grandit radialement, devient très grosse et se recloisonne transversalement pour donner des cellules parenchymateuses, alors que l'autre reste grêle, aplatie, se cloisonne une ou deux fois radialement et donne deux ou trois cellules grillagées contiguës (1). On trouve ainsi les successions

(1) Plus rarement 3 ou 4.



Les cellules P sont généralement plus grandes dans le sens radial que les cellules g. Les cellules grillagées ou tubes grillagés sont au contraire plus longs que les cellules parenchymateuses. Parfois elles semblent avoir été recloisonnées transversalement une ou deux fois.

Fig. 189.

Fig. 190.

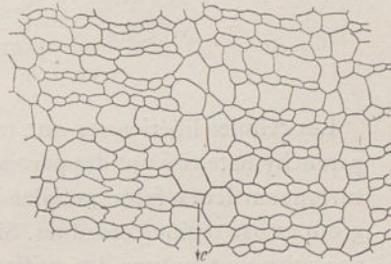
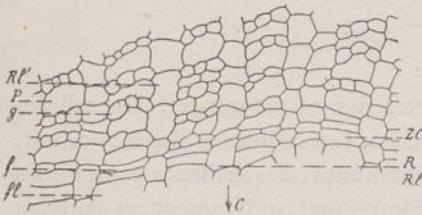


Fig. 189. — Section transversale de la zone cambiale du faisceau 3 d'un autre échantillon. Gr.  $\frac{92}{1}$ .

ZC, Zone cambiale. f. Cellule génératrice ordinaire. R. Cellule génératrice de rayon.  
fl. Fibre ligneuse.  
Rl. Elément de rayon ligneux. Rl'. Elément de rayon libérien.  
P. Cellule libérienne parenchymateuse.  
g. Cellule ou tube grillagé.

Fig. 190. — Section transversale du liber secondaire du faisceau 3 à quelques rangs d'éléments de la zone cambiale. Gr.  $\frac{66}{1}$ .

Rl'. Rayon libérien.  
P. Cellules libériennes parenchymateuses.  
G. Cellules grillagées.

Fig. 191.

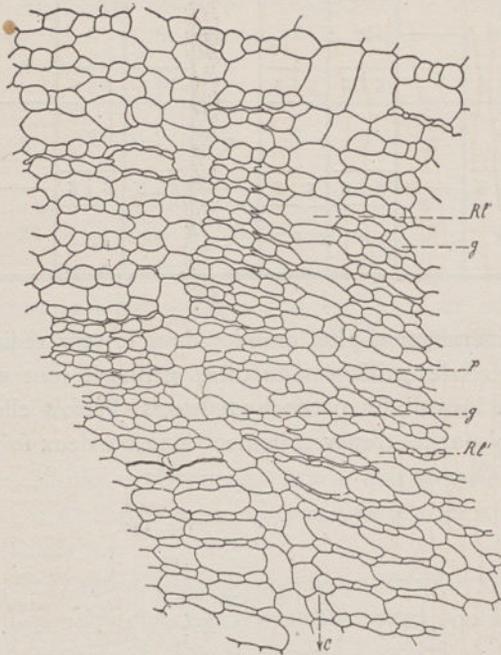


Fig. 191. — Section transverse du liber secondaire du même faisceau à 10 rangs d'éléments de la surface externe du liber. Gr.  $\frac{66}{1}$ .

Les cellules libériennes ont toutes des parois minces. Les cellules parenchymateuses ont des parois lisses. Les cellules grillagées portent, surtout sur leurs faces radiales communes, des grillages compliqués groupés par régions étendues. Si compliqués qu'ils soient ces grillages appartiennent au type des grillages simples des Gymnospermes. Ils ressemblent étonnamment aux grillages des cellules grillagées du liber tardif des grosses tiges d'Encephalartos.

Les cellules cambiales qui donnent les rayons sont plus épaisses radialement que les cellules voisines. Elles sont au contraire beaucoup plus étroites tangentiellement et surtout elles sont très courtes, à peine aussi hautes que larges. Ces cellules se divisent tangentiellement en avant et en arrière. Elles engendrent directement les éléments du rayon ligneux et les éléments du rayon libérien ; les éléments produits ne se recloisonnant pas radialement. Les cloisonnements tangentiels des cellules mères des rayons sont plus rares que ceux des cellules cambiales voisines ; ils correspondent en moyenne à un élément et demi du bois ou du liber.

Fig. 192.

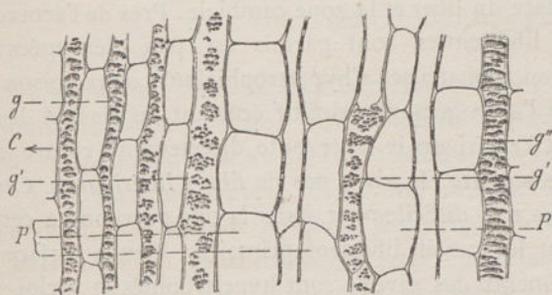


Fig. 193.

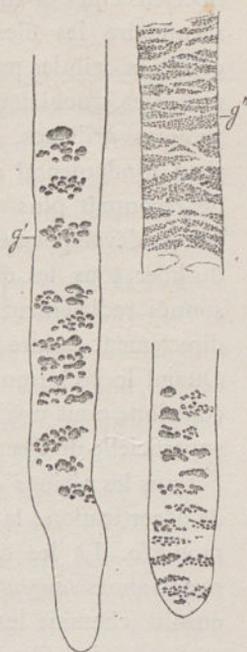


Fig. 194.

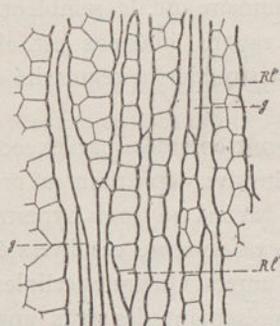


Fig. 192. — Section radiale du liber secondaire.

*g'*. Cellules grillagées dont les cribles sont formés de trous assez gros groupés en petit nombre de manière à former une plage arrondie analogue à celles des éléments grillagés des Mélèzes.

*g''*. Cellules grillagées dont les cribles beaucoup plus grands sont formés de nombreux trous très fins. Ces grandes plaques grillagées figurent des bandes transversales qui couvrent toute la paroi.

*g*. Cellules grillagées à plaques arrondies imparfaitement conservées.

Fig. 193. — Grillages des cellules grillagées.

Fig. 194. — Section tangentielle du liber passant par des tubes grillagés.

Près de la zone cambiale tous les éléments des files libériennes sont un peu affaîssés et comme aplatis radialement. Plus loin les cellules parenchymateuses de ces files sont hypertrophiées tandis que les cellules grillagées semblent aplaties entre les éléments parenchymateux ; plus extérieurement encore les éléments grillagés grossissent, s'hypertrophient à leur tour, tandis que les cellules parenchymateuses restent

hypertrophiées ou bien s'affaissent. On compte 56 rangées d'éléments libériens entre la surface du liber et la zone cambiale. Près de l'écorce secondaire les files libériennes sont parfois un peu dérangées; certaines cellules parenchymateuses s'hypertrophiaient, se recloisonnaient et troublaient l'arrangement primitif écartant au hasard les groupes grillagés. A l'extérieur le liber bute directement contre le tissu fondamental secondaire. Il n'y a pas de fibres libériennes. On ne reconnaît plus que très difficilement dans la tige parvenue à cet état de développement les massifs libériens primaires. Vers la surface du liber tous les éléments des rayons sont hypertrophiés et recloisonnés radialement et tangentiellement. Les rayons viennent buter directement contre l'écorce secondaire qu'ils semblent continuer. Quand le recloisonnement des rayons libériens est abondant; il contribue pour une bonne part à troubler la régularité de la région superficielle du liber.

Dans les régions du liber qui sont entamées par les secondes lames de décortication, la structure primitive de ce tissu est profondément modifiée. Là les éléments des rayons se sont hypertrophiés puis recloisonnés *tangentiellement* et *radialement*, ces divers éléments ont ensuite cheminé les uns sur les autres. Quelques cellules parenchymateuses des files libériennes présentant des faits analogues, les éléments grillagés ont été isolés par petits groupes tirillés entre des éléments hypertrophiés qui semblent alors disposés en rayonnant autour d'eux. Dans ces régions les cellules grillagées peuvent être hypertrophiées mais sans jamais atteindre la taille des éléments parenchymateux. Leurs parois semblent épaissies.

*Le liber secondaire du Poroxyton Edwardsii est plein de parasites, qui y ont vécu après coup. Nous aurons occasion de revenir sur l'histoire de ces parasites dans un prochain travail.*

Certains éléments libériens (généralement des cellules parenchymateuses) pouvaient se transformer en tubes gommeux. A cet effet leur contenu tombait en dégénérescence et les cloisons transversales des cellules placées bout à bout se détruisaient. Cette transformation se produisait surtout au contact ou à proximité du tissu fondamental secondaire engendré par les lames de décortication, mais tous les échantillons ne la présentent pas.

D. — TISSU FONDAMENTAL SECONDAIRE ET LIÈGE.

L'assise libérienne est limitée extérieurement par une zone de tissu fondamental secondaire. Cette assise très inégalement conservée est directement contiguë au liber *sans interposition de gaine*.

Le tissu fondamental secondaire consiste en cellules à parois minces, à section transversale hexagonale, à section radiale rectangulaire un peu plus haute que large. La disposition de ces éléments en files radiales régulières est reconnaissable au voisinage de la zone cambiforme qui lui a donné naissance. Le plus ordinairement ce parenchyme secondaire passe insensiblement au tissu des rayons libériens. Il n'en diffère que par les moindres dimensions de ses éléments. Certaines cellules du tissu secondaire sont caractérisées par leur forme spéciale; ce sont des cellules à gomme ou à tannin (1). La section transversale de ces éléments est grande, polygonale, à parois minces. Ce sont des cellules secondaires ordinaires qui se sont hypertrophiées. L'hypertrophie de ces cellules gommeuses provoque des déformations des cellules voisines qui paraissent alors plus grêles. Les cellules à gomme sont disposées sur 2 à 3 rangs, les plus internes, les premières formées, étant généralement plus petites, les moyennes étant au contraire plus grandes. Les cellules à gomme sont disposées régulièrement à la fois en files radiales et en files tangentielles. En section radiale, ces éléments consistent en longues cellules, à parois minces, grêles, coupées carrément à leurs extrémités. Leur contenu est brun, finement granuleux, tout comme celui des tubes gommeux médullaires.

Dans notre segment type, le tissu fondamental secondaire compte de 6 à 9 rangs d'éléments et trois rangées de tubes gommeux. Le cambiforme double qui a donné naissance au tissu fondamental secondaire consiste en une double rangée de cellules un peu aplaties radialement à section transversale quadrangulaire, à section radiale également quadrangulaire, à parois minces. Les cellules de cette zone se cloisonnent tangentiellement. Les éléments produits sont du liège vers l'extérieur, du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur.

(1) On ne peut rien préciser sur la nature du contenu de ces cellules, mais un contenu gommeux et un contenu tannifère sont également vraisemblables.

Fig. 195.

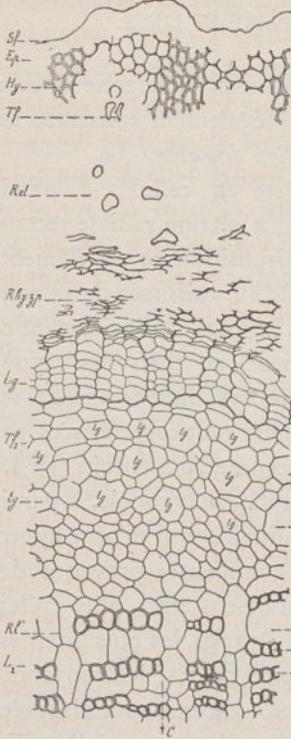


Fig. 196.

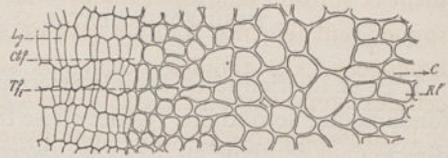


Fig. 196. — Section radiale de la lame de décortication entre deux files de tubes gommeux.

Fig. 197.

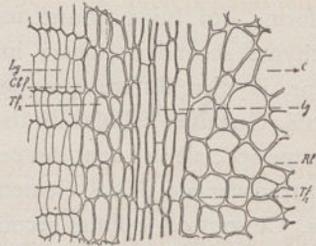


Fig. 197. — Section radiale de la lame de décortication passant par une file de tubes gommeux.

Fig. 195. — Section transversale de la lame de décortication et de ses produits.

Cbf. Cambiforme.  
Lg. Premier liège.

Rhy. Rhytidome dont la zone profonde est très abimée.  
Tf<sub>2</sub>. Tissu fondamental secondaire. tg. Tubes gommeux.  
L<sub>2</sub>. Liber secondaire.  
Ret. Retrait qui a séparé le rhytidome en deux zones.  
Tf. Tissu fondamental, Région extérieure mal conservée.  
Hy. Hypoderme.  
Ep. Epiderme mal conservé.  
Sf. Surface mal conservée.

Les cellules génératrices du tissu fondamental secondaire sont deux fois aussi larges tangentiellement que les cellules génératrices du liège, celles-ci étant fréquemment recloisonnées radialement. Les rapports de cette zone génératrice avec le tissu secondaire s'effacent rapidement. Le liège consiste en une couche épaisse de cellules aplaties radialement, à section transversale rectangulaire, à parois très minces bombées en dehors. Ces éléments sont disposés en files

radiales bien régulières. Les cellules extérieures sont élargies radialement et surtout tangentielllement. Ces éléments sont souvent recloisonnés radialement. Il n'y a pas de sclérites. Ce tissu paraît bien homogène. Les cellules subéreuses sont vides. Vues de face, ces cellules figurent une sorte de pavage à carreaux hexa ou pentagonaux.

Le liège apparaît de très bonne heure dans la tige à la limite du tissu fondamental et du liber primaire. Même dans le jeune âge nous n'avons pas vu de *gaine protectrice* entre ces tissus. *Il n'y a pas de péricycle* (1). Pendant longtemps le liège n'est indiqué que par 2 à 3 rangs d'éléments, plus tard il s'épaissit. Il compte 12 à 16 rangs dans une tige parvenue au stade que nous étudions.

E. — RHYTIDOME.

Contre le liège s'appliquent des tissus écrasés, déchirés et partiellement détruits avant la fossilisation. Ces débris représentent les restes de la zone profonde du tissu fondamental primaire externe. Toute cette zone a été tirillée tangentielllement en même temps qu'elle s'aplatissait radialement. Elle est tantôt tout entière séparée de la région superficielle, tantôt tout entière attenante à ces tissus extérieurs. Elle peut être déchirée en deux couches. En section radiale comme en section transversale les cellules de cette partie écrasée sont très fortement affaissées et difficilement reconnaissables. Les tissus superficiels dont on retrouve encore la trace à cet âge sont limités extérieurement par une assise de cellules épidermiques à paroi externe fortement épaissie et gonflée. La section transversale de ces éléments est carrée; la face externe étant bombée en dehors. Ces cellules épidermiques sont très étroites, courtes et plates (2); vues de face elles sont rectangulaires séparées latéralement et transversalement par des cloisons épaisses rectilignes. Contre cet épiderme s'appliquaient de nombreux paquets d'hypoderme composés chacun de quelques éléments terminés en pointe à leurs extrémités. Ces fibres hypodermiques ont des parois fortement épaissies, plus ou moins bien conservées. Celles de ces fibres qui sont contre l'épiderme sont les

(1) Si tant est que le mot péricycle désigne un tissu distinct du liber primaire.

(2) Comparativement aux végétaux actuels les cellules épidermiques sont très petites.

moins épaissies. Elles sont toujours recloisonnées plusieurs fois transversalement. Les paquets hypodermiques cheminent en décrivant des sinusoïdes qui se rencontrent et s'écartent alternativement. Parfois ils se divisent. Les cordons hypodermiques sont reliés entre eux par des cellules à parois minces.

Cette description des tissus superficiels de la tige sera complétée lorsque nous étudierons les jeunes rameaux du *P. Boysseti*.

Dans l'échantillon que nous avons pris comme type, deux lames de liège de seconde formation entaillaient le liber. L'une de ces lames, courbée en arc, partait du point où la bissectrice du faisceau 6 coupait la première lame subéreuse et gagnait le milieu du faisceau 1. L'autre partant du bord gauche du faisceau 8 s'avavançait à travers le liber jusqu'au bord du faisceau 5. Tandis que la première entaille rencontrait la première lame de liège à ses deux extrémités, la seconde s'enfonçait comme un coin dans le liber secondaire.

La première de ces plaques subéreuses avait été engendrée par un cambiforme double, qui avait donné de 5 à 8 rangs de cellules subéreuses vers l'extérieur, et un peu de tissu fondamental secondaire sur son autre face.

§ 4. — *Variations de structure du segment moyen à ses divers niveaux. Base de la feuille. — Base de la branche axillaire. — Parcours des faisceaux dans le segment. — Conclusions.*

#### SECTION BASILAIRE DU NŒUD.

De la section basilaire du segment à la section basilaire du nœud, on ne trouve que des modifications sans importance, qu'il nous sera facile d'expliquer en relevant les particularités de la section basilaire du nœud. Sur la section basilaire du nœud, les tissus de la tige sont distribués de la même manière que sur la section basilaire du segment; on y relève les particularités suivantes :

La moelle est devenue très large.

L'angle  $\alpha = 1C_2$  mesure à ce niveau  $138^{\circ},5$ .

Il est déjà possible d'affirmer qu'il ne sort de la tige qu'un faisceau et que l'insertion de la branche axillaire se fait sur les bords des fais-

ceaux 9 et 14, qui comprennent entre eux le faisceau sortant, comme c'est le cas chez la grande majorité des Phanérogames. Le faisceau 1 s'est rapproché de l'extérieur; son mouvement de sortie s'est donc accentué. Ses deux lobes  $1_g$ ,  $1_d$  sont plus écartés. Sa masse ligneuse secondaire est très mince; son liber secondaire est également réduit, mais moins que le bois. Le bord externe de chaque lobe tend légèrement à se courber comme si ses éléments marginaux étaient entraînés en avant de façon à venir rayonner autour du centre trachéen. La masse de bois centripète est plus puissante, plus épaisse.

Le faisceau 9 s'isole, sa région antérieure présente quelques éléments centripètes, sous forme d'une petite traînée de vaisseaux scalariformes sans trachées. Sur son bord gauche le faisceau 9 reçoit quelques lames de bois secondaire, qui sont la terminaison inférieure de la lèvre gauche de l'insertion de la branche axillaire. Cette masse d'insertion est formée de fibres ligneuses grêles, disposées en files. La concavité de la masse est tournée vers le faisceau 1. Ces files vont en décroissant rapidement à partir du faisceau 9.

Le faisceau 4 se rétrécit son bois centripète semble avoir diminué, mais il forme encore deux masses bien isolées.

Le faisceau 12 s'est élargi.

Le faisceau 7 s'élargit, son bois centripète s'étale, sa masse tachéenne unique se dédouble.

Le faisceau 15 s'étagé en échelons entre 7 et 2, comme si 2 dans son mouvement de retrait vers l'extérieur entraînait cette partie du faisceau 7.

Le faisceau 2 est celui qui après le faisceau 1 présente les plus grandes modifications. *Il s'est élargi. Il est très nettement bilobé. Son bois centripète forme deux masses très épaisses, possédant chacune deux pointements trachéens bien isolés. L'arc centripète touche le front des files centrifuges sur les bords et entre les deux pointements de chaque masse; c'est-à-dire que le bois centripète du faisceau 2 a déjà pris l'aspect qui caractérise le bois centripète du faisceau 1 sur la section basilaire du segment. De plus les fibres ligneuses de 2 sont grêles; c'est le caractère général des éléments ligneux des faisceaux sortants au voisinage de leur sortie. Le nombre des fibres de chaque file est très restreint. La zone cambiale est devenue concave vers l'extérieur. La partie externe du liber de 2 est occupée par une lame de tubes gommeux, comme celle que nous aurons occasion de constater à la base du fais-*

ceau du pétiole. Donc dès ce niveau, *le faisceau 2 est caractérisé SANS DOUTE POSSIBLE comme celui qui sortira au nœud qui suit celui que nous allons traverser.* Il sera donc le faisceau 1 de l'entre-nœud dans lequel nous allons entrer.

Le faisceau 5 s'est élargi et étalé.

Le faisceau 13 s'est avancé vers le centre. Il s'est sensiblement rétréci, mais en même temps l'ensemble de ses productions secondaires et en particulier son bois est plus épais. On ne voit plus à sa périphérie la dépression provoquée par la branche axillaire du nœud précédent.

Le faisceau 8 s'est avancé vers le centre de figure de la tige. Sa masse centripète forme une seule masse saillante bien localisée à un seul pointement.

Le faisceau 16 s'indique entre 8 et 3.

Le faisceau 3 s'écarte un peu du centre du figure. Sa masse ligneuse centripète s'épaissit beaucoup ; ses deux pointements trachéens prennent la forme de lames rayonnantes. Dès ce niveau il est déjà possible de reconnaître dans le faisceau 3, celui qui jouera le rôle de faisceau 2 dans l'entre-nœud suivant.

Le faisceau 14 s'indique à la gauche de 6, mais seulement comme une extension des productions secondaires de 6 très en retrait vers l'extérieur. Cette pièce reçoit un peu plus haut la lèvre droite de l'insertion de la branche axillaire du faisceau 1.

La masse ligneuse centripète de 6 se ramasse ; ses deux pointements trachéens s'accroissent.

#### SECTION MÉDIANE DU NŒUD.

Au milieu du nœud, les particularités que nous venons de relever s'accroissent.

Le faisceau 1 gagne rapidement la surface de la tige et s'élargit beaucoup tangentiellement. A cette effet, chaque lobe de bois centripète grandit, puis se divise pendant que le nombre des files secondaires correspondantes augmente. Pour suivre le mécanisme de cet élargissement, considérons en particulier ce qui se passe dans la partie gauche du bois centripète contiguë au rayon médian C<sub>1</sub>. La lame trachéenne  $\Delta_{gd}$  s'élargit par sa base, puis se divise de dedans en dehors

donnant ainsi deux lames trachéennes, qui se regardent pointe à pointe et dont la base repose sur l'arc de vaisseaux aréolés. Plus haut les deux files trachéennes se redressent et s'écartent. Pendant que cet écart va s'accroissant, les vaisseaux aréolés s'insinuent entre les deux files trachéennes et viennent s'appuyer sur le front des files secondaires médianes. Le groupe centripète unique est alors remplacé par deux groupes. La file trachéenne de chaque groupe se redresse et devient radiale. Plus haut et plus ou moins rapidement les mêmes faits se reproduisent dans le même ordre. Dans la région que nous venons de traverser, on voit d'abord les fibres ligneuses secondaires médianes de chaque groupe *s'élargir* beaucoup. Plus haut, *chaque file simple est remplacée par une file double*. Plus haut encore, *chaque file double se partage en deux par un rayon* qui gagne d'arrière en avant. Grâce à cet élargissement de sa région moyenne, la bande secondaire suit l'élargissement de la masse centripète correspondante. Quand les vaisseaux aréolés viennent toucher le front des files secondaires, les files touchées sont généralement grêles. L'épaisseur de la masse ligneuse secondaire est réduite à 8 ou 10 rangs d'éléments, les fibres ligneuses, même les plus grosses sont déjà beaucoup plus grêles que celles du faisceau 1 sur la section basilairé du segment.

La masse ligneuse centripète la plus externe et la portion secondaire correspondante de chaque lobe du faisceau 1 se comportent de la même manière, mais les deux groupes produits se divisent bientôt à leur tour, surtout le groupe externe. La jonction de la lame de bois centripète avec le bois centrifuge sur le bord libre du faisceau se fait toujours très largement, on dirait que le bois secondaire se recourbe et devient antérieur; et il arrive souvent qu'au premier coup d'œil, quand on ne connaît pas le mécanisme de la ramification des files trachéennes, que les trachées initiales échappent. Il semble alors que la région antérieure du faisceau soit occupée par un mélange de trachées, de vaisseaux rayés et aréolés disposés sans ordre. C'est que chaque groupe centripète très réduit, très rapproché de ses voisins, touche largement le front des files ligneuses centrifuges. Dans la région extérieure, l'élargissement des parties résulte toujours d'un élargissement de la région moyenne de la masse, puis de la formation de nouvelles files de fibres centrifuges. En avant du bois centripète du faisceau, on voit une épaisse couche de fibres primitives dont les plus voisines du bois centripète prennent une disposition

radiée. Le faisceau est alors séparé de la couronne ligneuse par une grande plage de tissu fondamental primaire.

Un arc libéro-ligneux indiqué par deux lèvres, s'appuie sur les bords des faisceaux 9 et 14. Ces lèvres sont les raccords de la masse libéro-ligneuse de la branche axillaire du nœud 1 avec le système libéro-ligneux du rameau que nous étudions. On voit quelques éléments ligneux centripètes à la face interne de la lèvre gauche un peu au-dessus du point de raccord. Les deux lèvres limitent grossièrement une région demi-circulaire qui représente la terminaison inférieure de la moelle de la branche axillaire.

La masse ligneuse centripète signalée précédemment à la pointe du faisceau 9 se ramasse en une masse plus saillante avec un pointement trachéen très net.

Le faisceau 17 s'indique entre 9 et 14.

Le faisceau 4 se rétrécit. Sa bande ligneuse centripète se ramasse et forme deux groupes rapprochés ou une bande épaisse à deux pointements.

Le faisceau 7 élargit sa bande de bois centripète et prend un double pointement trachéen. Le bord gauche de 7 est de plus en plus entraîné vers l'extérieur par la sortie du faisceau 2.

Le faisceau 2 est complètement caractérisé comme le faisceau 1 de l'entre-nœud suivant. *C'est lui qui sortira dans la feuille du nœud suivant. Il méritait donc bien le numéro 2 que nous lui avons donné au début de cette analyse.*

Le faisceau 10 est en retrait par rapport au centre de figure C; il s'étage entre 5 et 12.

La masse ligneuse centripète de 5 s'est élargie, elle tend à se loper. Sa masse ligneuse secondaire s'est également élargie.

Le faisceau 13 est très réduit et ne sous-tend plus qu'un angle de 10°.

8 et 5 s'agencent de façon à ne former qu'une sorte de grande plage. C'est en ce point que la couronne est la plus épaisse. Le bois centripète du faisceau 8 se rapproche du bois centripète du faisceau 5, et par suite, prend la physionomie qui caractérisait la pointe du faisceau 7 sur la section basilaire du segment.

Le faisceau 3 s'élargit un peu, il s'écarte du centre pour se rapprocher de la surface de la tige. Son bois centripète est très épais. Ses

pointements trachéens forment deux files rayonnantes très nettes. Ce bois centripète va se diviser en deux lobes.

Le faisceau 11 est de plus en plus réduit et en retrait par rapport au centre C. Il n'a plus de bois centripète.

Le faisceau 6 se ramasse. Sa masse ligneuse centripète se condense.

Le faisceau 14 s'élargit beaucoup.

Fig. 198.

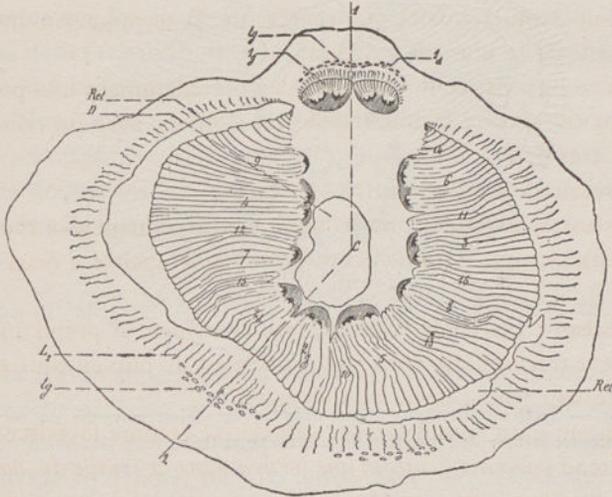


Fig. 198. — Section transversale d'ensemble de la base du nœud.

Ret. Retraits ayant séparé le bois du liber.

D. Déchirure accidentelle de la moelle.

tg. Tubes gommeux.

In. Insertion de la couronne libéro-ligneuse de la branche axillaire. Ing, Lèvre gauche de cette insertion. Ind, Lèvre droite.

M' Base de la moelle de la branche axillaire.

Au niveau où le faisceau de la feuille sort de la tige, les modifications signalées pour le faisceau 1 se sont encore accentuées. *Il présente la structure caractéristique du faisceau pétiolaire à la base du pétiole.* Les modifications signalées pour les autres faisceaux de la couronne libéro-ligneuse se sont de même également accentuées et toujours dans le même sens. Les lèvres d'insertion de la masse libéro-ligneuse de la branche axillaire se sont étendues vers le plan médian. Elles sont découpées au voisinage de la moelle en pointements qui

Fig. 199.

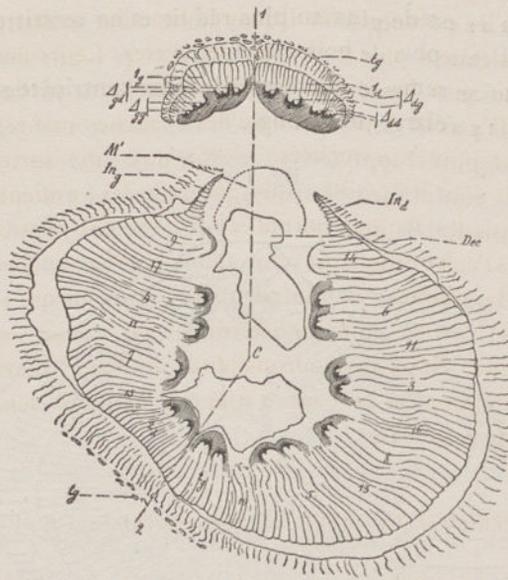


Fig. 199. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne du nœud. Cette section rencontre la base de l'insertion de la branche axillaire.

Fig. 200.

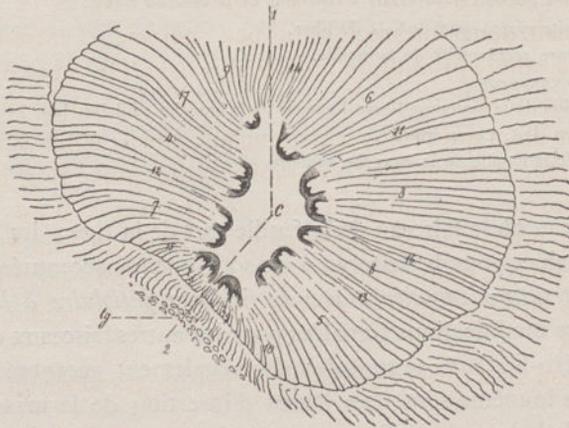


Fig. 200. — Section transversale d'ensemble de la région supérieure du nœud.

indiquent les faisceaux constitutants. Quelques-uns de ces pointements ont une masse ligneuse centripète très grêle. Ce sont les faisceaux qui sortiront dans les premières feuilles de la branche axillaire. Ces premières feuilles étaient plus grêles que les autres. Leurs faisceaux sont plus grêles que ceux des feuilles moyennes et leurs sorties sont très rapprochées. Il y avait donc à la base des branches une région où les feuilles étaient plus rapprochées, c'est-à-dire une sorte de région pérulaire, mais dont les feuilles, quoique réduites, avaient encore la même forme que les feuilles normales. Il n'est pas possible de dire, du moins dans l'échantillon que nous avons en vue, quel est le massif qui se rend à la première feuille pérulaire, ni celui qui se rend à la seconde. Nous n'avons donc pu déterminer s'il y avait homodromie ou hétérodromie. Nous reviendrons plus loin dans l'analyse spéciale que nous donnerons de la base d'une tige axillaire sur les autres particularités de cette base.

#### RÉGION SUPÉRIEURE DU NŒUD ET DEMI ENTRE-NŒUD SUPÉRIEUR.

Dans la région supérieure du nœud, la couronne libéro-ligneuse de la branche axillaire se complète puis se sépare de la couronne libéro-ligneuse du rameau support. Un grand arc réparateur, fortement convexe en dehors, relie les bords libres des faisceaux 9 et 14 en formant un profond sinus (1).

Toute la masse de la couronne est contractée. Après la dilatation nodale venait donc une région un peu amincie, l'entre-nœud ne reprenait le calibre primitif qu'un peu plus haut. La masse médullaire est relativement réduite et son contour ordinaire est profondément modifié par un grand prolongement qu'elle envoie entre 6 et 9. Cet arc réparateur s'atténue d'abord rapidement, puis plus lentement à mesure qu'on s'élève dans l'entre-nœud suivant. Il est déjà très atténué au milieu de cet entre-nœud; il disparaît vers la base du nœud suivant. Ce prolongement représente la crête médullaire que nous avons signalée en face du faisceau 13, sur la section basilaire du segment.

Le faisceau 2 est divisé en deux lobes par un grand rayon médian.

(1) Lorsque la branche axillaire se détachait du rameau, elle était souvent rejetée un peu sur le côté.

Il est séparé des faisceaux 15 et 10 par deux rayons larges. 15 est à droite de 2<sub>d</sub>. 10 est à gauche de 2<sub>g</sub>. 15 est en retrait tout le long du rayon qui limite la droite de 2<sub>d</sub>. 10 plus épais que 15 est également en retrait et semble une expansion secondaire de la droite de 5<sub>d</sub>. En somme, et sans doute possible, 10 joue le rôle que jouait dans l'entre-nœud précédent le faisceau 9 et il en a pris la structure spéciale. 15 a pris la structure spéciale que 14 avait dans l'entre-nœud précédent et il joue le même rôle.

Le faisceau 3 s'est éloigné du centre de figure. Sa masse ligneuse centripète, épaisse, bilobée au milieu montre deux larges pointements trachéens parfois dédoublés. La portion secondaire du faisceau 3 s'élargit et les éléments des files centrifuges qui le constituent diminuent de calibre. Dès cet instant le faisceau 3 a la structure qui caractérisait le faisceau 2 sur la coupe basilaire du segment.

Le faisceau 5 s'est beaucoup élargi, sa masse ligneuse centripète est divisée en deux lobes.

Le faisceau 8 est plus isolé.

Le faisceau 6 très ramassé forme un grand triangle très épais séparé de la gauche de 3<sub>g</sub> par quelques files centrifuges qui représentent le faisceau 11 les files ne forment sur la moelle qu'un pointement insignifiant dépourvu de bois primaire. La masse centripète de 6 est très ramassée et forme un grand pointement qui s'avance vers C. 6 joue à ce niveau le rôle que remplissait 5 dans l'entre-nœud précédent et il en a les particularités caractéristiques.

De l'autre côté de 2<sub>d</sub>, c'est-à-dire à droite pour l'observateur qui regarderait le rayon C<sub>2</sub>, le faisceau 7 très élargi présente une bande ligneuse centripète très étendue avec deux pointements trachéens très écartés. Il joue manifestement à ce niveau le rôle que jouait le faisceau 6 dans l'entre-nœud précédent.

Le faisceau 12 s'est élargi.

Le faisceau 4 est fortement rétréci. Sa masse ligneuse antérieure est un peu plus épaissie, mais les pointements trachéens sont singulièrement rapprochés, c'est-à-dire que le faisceau 4 a pris la structure qu'avait le faisceau 3 dans l'entre-nœud précédent et il en va jouer le rôle.

Quant à l'arc qui relie le bord droit de 4 au bord gauche de 6, il est formé de 20 groupes de fibres centrifuges *grêles*. Dans toute cette masse on ne voit comme repère qu'un pointement situé un peu à



6° Que l'insertion des tissus libéro-ligneux des branches axillaires est localisée sur les bords libres des faisceaux qui comprennent entre eux le faisceau sortant, c'est-à-dire sur les bords libres des faisceaux de la 9° et de la 14° feuilles (1) ;

7° Que d'un entre-nœud à l'entre-nœud suivant chaque faisceau avance d'une unité, c'est-à-dire joue dans l'entre-nœud supérieur le rôle que le faisceau précédent jouait dans l'entre-nœud inférieur. A cet effet, il prend la structure et les rapports que le faisceau précédent avait dans cet entre-nœud inférieur. — Tous les faisceaux de la tige jouent donc le même rôle mais successivement ;

8° Que les faisceaux de la tige sortent tous dans les feuilles ;

9° Qu'il n'y a pas de faisceaux exclusivement foliaires ou exclusivement réparateurs. Tous les faisceaux sont des faisceaux foliaires dans une partie de leur course, plus bas, ils jouent le rôle de réparateurs ;

10° Que les faisceaux se poursuivent dans la tige jusqu'à 13 1/2 entre-nœuds de leur sortie ;

11° Que les tiges des Poroxyloons appartiennent à la catégorie des tiges hélicoïdales à faisceaux sont d'une seule espèce ;

12° *Que les productions ligneuses centripètes ne sont pas distribuées au hasard. On ne les trouve que dans les faisceaux sortants. Le bois centripète des faisceaux de la tige est le prolongement direct du bois centripète des faisceaux foliaires. Il s'étend dans le faisceau jusqu'à huit et onze entre-nœuds au-dessous de sa sortie ;*

13° Le bois centripète là où il est très épais est caractérisé par ses vaisseaux antérieurs aréolés. — En s'élevant, les pôles trachéens se bifurquent par une sorte de dichotomie ;

14° Le bois centrifuge consiste en fibres ligneuses très larges dont les faces radiales sont couvertes de ponctuations aréolées disposées en files contiguës, alors que les faces tangentiellles sont lisses.

15° Pour suivre l'élargissement du faisceau, les files de fibres s'élargissent beaucoup tangentiellement, puis chaque file est remplacée par deux rangs de fibres étroites.

16° Les rayons sont étroits, très étendus verticalement.

(1) Dans les branches très grêles, cette insertion est localisée sur les bords des faisceaux de la 4° et de la 6° feuille.

17° Le liber très régulier consiste entre les rayons en alternance de cellules parenchymateuses de cellules grillagées simples.

18° La surface de la tige décortiquée est limitée par un tissu fondamental secondaire avec canaux gommeux, et par une zone subéreuse.

19° La première lame de décortication apparaissait à la limite du tissu fondamental primaire et du liber primaire chez le *Poroxyton Edwarsii*. Les lames subéreuses suivantes entaillaient le liber en formant des arcs à concavité extérieure.

*b. — Variations de structure du faisceau moyen de la tige dans toute son étendue.*

Outre les conclusions énoncées ci-dessus, il est possible de tirer de notre étude du segment moyen de la tige de *P. Edwarsii*, les variations de structure du faisceau moyen dans toute son étendue; pourvu qu'on prenne ce faisceau dans une région suffisamment éloignée de l'insertion et de la terminaison de la tige. Nous savons en effet par les conclusions ci-dessus que l'axe du *Poroxyton Edwarsii* appartient à la catégorie des tiges héléçoïdales à faisceaux d'une seule espèce; or, d'après les remarques que nous avons rappelées page 259, connaissant les faisceaux d'une tige de cette nature dans toute l'étendue d'un segment moyen on connaît la structure du faisceau moyen dans toute son étendue. En appliquant cette méthode au *Poroxyton Edwarsii* et en la contrôlant par des vérifications directes; nous avons obtenu les résultats suivants :

Le faisceau moyen de la tige des Poroxytons ou faisceau *k* est reconnaissable 13 entre-nœuds  $\frac{1}{2}$  au-dessous de son point de sortie. On peut parfois le suivre encore plus bas pendant deux entre-nœuds, mais seulement comme une légère expansion des productions secondaires du faisceau *k-8* sur la gauche duquel il va s'isoler.

Au treizième nœud qui précède sa sortie (nœud *k-13*), le faisceau *k* reçoit sur sa gauche l'insertion de la lèvre droite de la branche axillaire de ce nœud. Dans la région supérieure du nœud, le faisceau *k* s'étend et s'étale beaucoup sur la gauche (1) pour fermer le vide fait dans la couronne ligneuse par la sortie du faisceau *k-13*. Il touche

(1) Le faisceau *k* sous-tend alors un arc de 25° à 50°.

alors la droite du faisceau k-5. *Sitôt libre, le faisceau k s'est donc dirigé vers la gauche.* Dès l'entre-nœud suivant (entre-nœud k-12), le faisceau k se réduit beaucoup et se rapproche du centre de la tige. Il intervient alors dans la constitution de l'étui médullaire *Il n'a pas de bois centripète.* Au contraire ses deux voisins en possèdent, mais tandis que celui de gauche (k-5) n'en a qu'une petite masse, le faisceau de droite (k-8) montre une large bande trachéenne à deux pointements bien nets.

Dans l'entre-nœud (k-11) le faisceau k continue à se rétrécir, tandis que les masses qui le comprennent s'élargissent et semblent converger l'une vers l'autre en une vaste plage dont les deux parties sont reliées par une lame secondaire étroite qui n'est autre que le faisceau k.

Dans l'entre-nœud (k-10) le faisceau k s'élargit, et comme dans les deux entre-nœuds précédents, il s'approche du centre de figure. Dans les tiges très larges, le faisceau k montre à ce niveau quelques vaisseaux rayés ou isolés antérieurs qui *représentent le bois centripète, mais ce bois centripète n'a pas de trachées.*

Dans l'entre-nœud (k-9) les traces de bois centripète du faisceau k disparaissent. Il se rétrécit beaucoup et semble tiré vers la périphérie de la tige, comme s'il était entraîné par le retrait du faisceau placé à sa droite. Cette disposition va s'accroissant, et en arrivant dans l'entre-nœud (k-8) le faisceau k est étagé en échelon tout le long du rayon qui limite la gauche du faisceau sortant. Il joue alors le rôle du faisceau 9.

Au nœud (k-8), il reçoit sur sa droite la lèvre gauche de la branche axillaire de ce nœud. En même temps il est séparé du faisceau (k-6) par un coin épais de fibres secondaires qui viennent s'intercaler entre les deux faisceaux. Sa partie antérieure présente une masse ligneuse centripète avec *trachées caractérisées.* Il touche alors par sa droite le faisceau k + 5, puis il se rapproche de nouveau du centre de figure et continue sa course sans modifications importantes dans les entre-nœuds (k-7, k-6); sa masse centripète s'élargissant et son pointement trachéen se préparant à se diviser; Les fibres centrifuges moyennes sont alors larges.

Au-dessus du nœud (k-6) le faisceau k s'élargit beaucoup sur la gauche par une sorte d'expansion latérale de ses files de fibres secondaires. Au nœud (k-5), cette expansion s'isole sur la gauche du faisceau k pendant que sa portion principale pointe fortement vers le centre de

la tige. La masse centripète de  $k$ , très large dans l'entre-nœud précédent et souvent bilobé avec deux pointements très distants, se ramasse et pointe fortement vers le centre de figure.

Après avoir traversé le nœud ( $k-4$ ), le faisceau  $k$  s'élargit beaucoup dans sa région médiane. Sa masse centripète s'étale ; son lobe droit et parfois même ses deux lobes dédoublent leurs centres.

Au nœud ( $k-3$ ), le faisceau se rétrécit beaucoup, il est fortement serré entre les faisceaux ( $k+8$ ) à gauche et ( $k+5$ ) à droite. Il commence en même temps à se rapprocher de la périphérie de la tige.

Dans l'entre-nœud ( $k-1$ ), le faisceau  $k$  s'élargit beaucoup et sort de plus en plus. Son bois centripète s'élargit, devient bilobé, très épais, chaque lobe ayant un pôle propre, le bois secondaire est encore très épais. Plus haut, le bois secondaire s'amincit, le faisceau  $k$  se retire et s'élargit, ses lobes s'écartent, la masse ligneuse centripète de chaque lobe se dédouble.

Nous sommes arrivés dans l'entre-nœud  $k$ .

§ 5. — *Variations de structure déterminées par l'âge. — Accroissement diamétral et décortication des vieilles tiges. — Particularités de la structure des jeunes tiges. — Influence du calibre initial sur la structure des tiges.*

Nous avons déterminé les variations de structure que l'âge apporte A UN NIVEAU DONNÉ dans la structure de la tige en examinant comparativement au segment type :

- 1° Des segments pris dans une vieille tige (1).
- 2° Des segments pris dans des tiges très jeunes qui n'avaient encore que 5 à 6 rangs de fibres ligneuses (2), (3), (4).

(1) La couronne ligneuse centrifuge de cette tige comptait 92 rangées de fibres secondaires et montrait cinq périodes de végétation. Sa zone cambiale était encore en pleine activité, sa surface était en pleine décortication.

(2) Ces jeunes tiges présentaient déjà l'indication de la première lame de décortication.

(3) Les jeunes rameaux dont nous disposions étant ou plus grêles ou plus gros que notre rameau type, nous avons dû relever séparément les particularités de structure des tiges grêles et celles des tiges de gros calibre pour dégager les variations de structure dues au calibre des variations de structure provoquées par l'âge.

(4) Toutes ces tiges étaient très sensiblement de même ordre.

VIEILLES TIGES.

La section intra-nodale moyenne d'une vieille tige de calibre moyen permet de relever les particularités suivantes :

1<sup>o</sup> La distribution des faisceaux est la même que celle que nous avons fait connaître sur la section basilaire du segment type.

2<sup>o</sup> Les masses ligneuses centripètes sont placées aux mêmes points. Elles ont la même épaisseur et la même structure, d'où *cette conclusion capitale pour la Paléontologie végétale* : LE BOIS CENTRIPÈTE DES TIGES DES VÉGÉTAUX HOUILLEUX NE CROÎT PAS VERS LE CENTRE AVEC L'ÂGE COMME ON L'AVAIT ADMIS. *Qu'une branche grossisse peu ou beaucoup, sa masse ligneuse centripète, déjà constituée lorsque le rameau n'a que 5 à 6 rangs de bois centrifuge, demeure invariable.*

Fig. 201.

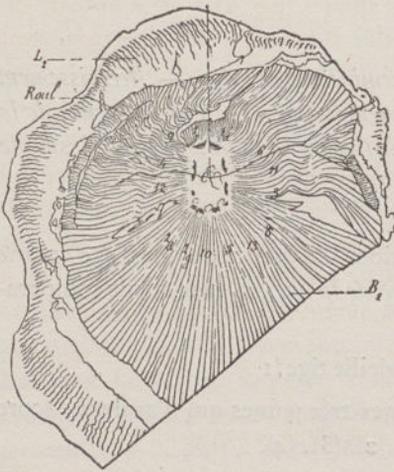


Fig. 202.

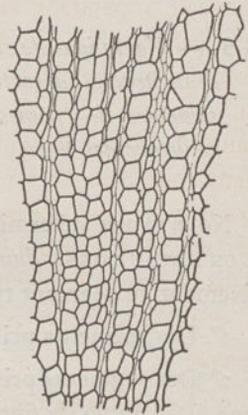


Fig. 201. — Section transversale d'ensemble pratiquée dans la région médiane d'un entrenœud d'une tige de *Poroxylon Edwardsii* qui présentait déjà 92 rangées de fibres ligneuses secondaires. Gr.  $\frac{10}{3}$ .

Roul. Roulures.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 202. — Section transversale du bois secondaire d'une tige âgée de *Poroxylon Edwardsii*.

Les variantes que l'on rencontre dans la distribution et dans le développement de ce bois centripète dépendent :

- 1<sup>o</sup> Du calibre initial de la branche.
- 2<sup>o</sup> Du point où le segment est pris sur la branche.
- 3<sup>o</sup> De l'espèce considérée.

C'est ainsi que dans une tige à grosse moelle et à nombreux faisceaux le bois centripète est plus développé que dans une tige grêle, C'est ainsi que tandis que les faisceaux des premières feuilles d'un rameau n'ont que très peu de bois centripète, ceux qui se rendent dans les feuilles de sa région moyenne en ont davantage.

3<sup>o</sup> Le bois secondaire ajouté pendant la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> période de végétation a la même structure que la partie ligneuse secondaire précédemment formée. Le nombre des files ligneuses augmente vers l'extérieur (1). A la fin de la 4<sup>e</sup> période de végétation il s'est produit de grandes roulures.

4<sup>o</sup> Le bois et le liber secondaires ajoutés par la zone cambiale du faisceau 1 pendant la 3<sup>e</sup>, la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> périodes de végétation sont semblables aux tissus de mêmes noms des autres régions de la couronne. Dans ce faisceau 1, le nouveau bois à gros éléments s'attache au bois précédemment formé à éléments étroits par deux ou trois rangs de fibres irrégulières qui établissent une transition entre ces deux zones. La trace foliaire *qui est caractérisée dans sa partie supérieure par le petit calibre de ses éléments ligneux secondaires s'épaississait donc beaucoup après le chute de la feuille*. La sortie disparaissait dans la masse des tissus libéro-ligneux secondaires surajoutés.

5<sup>o</sup> La zone cambiale a la même structure que dans le segment moyen.

6<sup>o</sup> Le liber a la même structure que dans le segment type.

7<sup>o</sup> La surface du liber secondaire est entaillée de toutes parts par des arcs de liège qui forment une ceinture subéreuse continue autour de la tige. Cette lame subéreuse dépendait d'un cambiforme double qui a produit sur son autre face un peu de tissu fondamental secondaire. Liège et tissu fondamental secondaire, ont la même structure

(1) L'épaisseur des couches ligneuses secondaires ajoutées pendant la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> période de végétation est beaucoup plus faible que celle de la couche formée pendant la 3<sup>e</sup> période.

que dans le segment type. Les tissus rhytidomiques extérieurs à l'assise subéreuse paraissent s'être détachés rapidement, ce qui est rare chez les végétaux houillers.

8° Dans ces gros échantillons, le bois et le liber secondaires sont presque toujours séparés, la masse ligneuse s'étant plus fortement contractée que la couronne libérienne avant la silicification de la tige. C'est dans les tissus qui avoisinent ces déchirures que sont accumulés les parasites qui y ont vécu, lorsque l'objet était déjà transformé en substance ulmique mais non encore silicifié.

Il ressort de cette analyse des tiges âgées ; qu'après la seconde et la troisième période de végétation ; la distribution des faisceaux et la structure du bois primaire ne changent pas ; la tige n'acquiert que des tissus secondaires semblables à ceux qu'elle possédait déjà ; le bois et le liber secondaire nouvellement produits sont placés entre le bois et le liber précédemment formés ; le tissu fondamental secondaire et le liège produits proviennent de nouvelles lames cambiformes qui entaillent la surface du liber et provoquent le chute de l'écorce crevassée.

#### JEUNES TIGES GRÊLES.

La section intra-nodale moyenne d'une jeune branche très grêle de *Poroxyton Edwarsii* (1) dont la zone ligneuse secondaire n'avait encore que 7 à 9 rangs d'éléments nous a permis de relever les particularités suivantes :

1° La moelle très grêle, mais cependant déjà complètement développée, ne mesure que 1<sup>mm</sup> sur 0<sup>mm</sup>5. Cette moelle ne contient à sa périphérie que 2 ou 3 tubes gommeux. Une grande déchirure provoquée par la dissociation de ses éléments, s'étend du milieu du faisceau 1 au faisceau 8.

2° En partant de C<sub>1</sub> et en se dirigeant vers la gauche, les faisceaux se succèdent dans l'ordre suivant :

1g. 9. 4. 7. 2. 10? 5. 8. 3. 6. 1d.

(1) Les particularités de cette tige grêle ne peuvent être attribuées à la position que cet échantillon occupait dans la tige. La structure des faisceaux 1 et 2 montre que nous sommes dans une région moyenne de la tige.

Il y a donc moins de faisceaux à un niveau donné dans les tiges grêles que dans les tiges de calibre moyen.

Les faisceaux qui manquent sont ceux qui se rendent aux feuilles les plus élevées. Le cycle et le sens de l'enroulement de l'hélice génératrice ne sont pas changés. Les faisceaux se ramifient donc moins rapidement dans les tiges grêles que dans les tiges fortes.

3° Le bois centripète n'existe que dans les faisceaux des cinq premières feuilles. — Les faisceaux 1, 2, 3 ont seuls des pointements trachéens. Les faisceaux 4 et 5 ont encore du bois centripète, mais plus de trachées.

4° Les premiers faisceaux sortants sont plus larges que dans les tiges moyennes ainsi qu'on en peut juger par le tableau comparatif ci-joint et cependant le nombre des files centrifuges de chaque faisceau est très réduit.

Fig. 203.

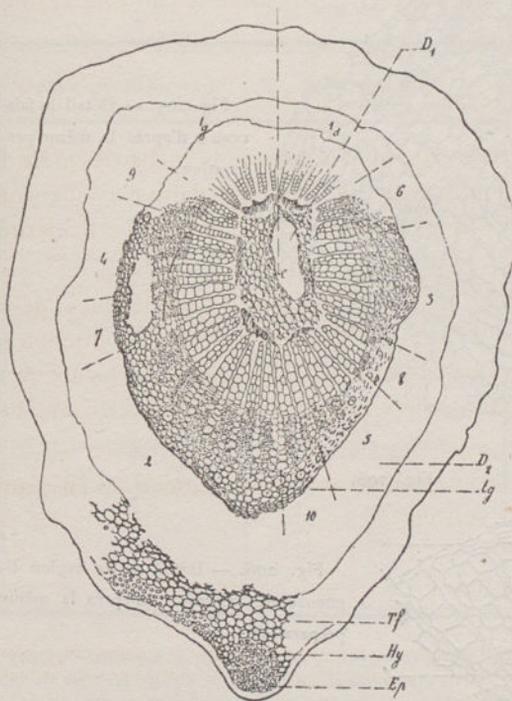


Fig. 203. — Section transversale d'ensemble pratiquée dans la région moyenne d'un entre-nœud d'une jeune tige de *Poroxydon Edwardsii*.

Gr.  $\frac{30}{1}$ .

D<sub>1</sub>. Déchirure accidentelle de la moelle.

D<sub>2</sub>. Déchirure entre le liège et le rhytidome.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 204.

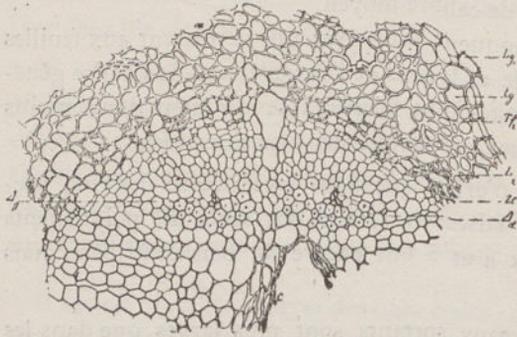


Fig. 204. — Détail du faisceau 1 d'après la préparation qui a donné la figure d'ensemble représentée Fig. 203.

Fig. 205.

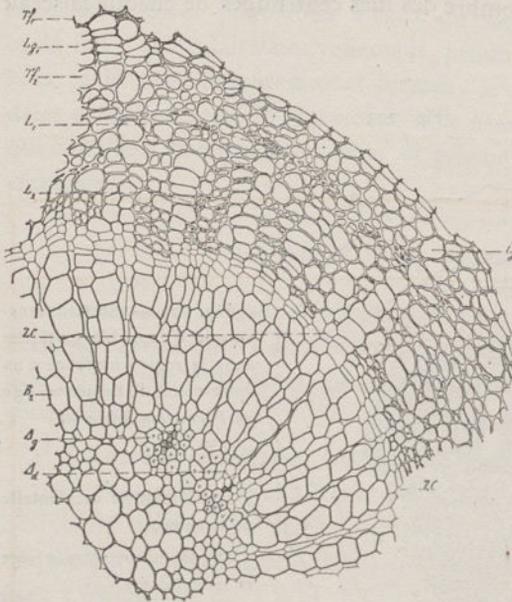


Fig. 205. — Détail du faisceau 2 d'après la même préparation.

Fig. 206.

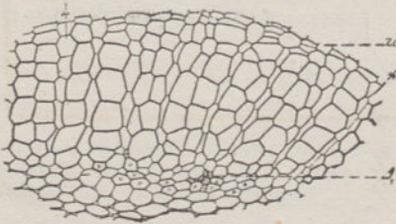


Fig. 207.

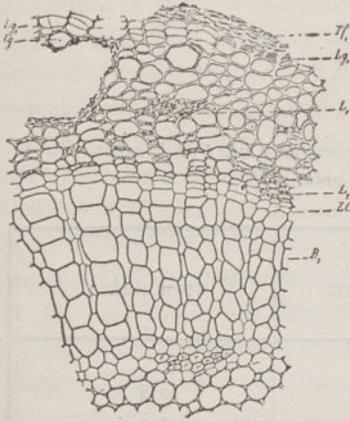


Fig. 208.

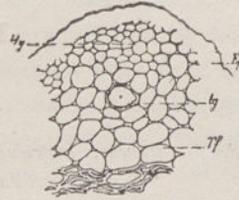


Fig. 207. — Détail des faisceaux 4 et 7 d'après la même préparation

Fig. 208. — Détail des tissus rhytidomiques d'après la même préparation.

TABLEAU I.

*Valeurs des angles sous-tendus par les faisceaux dans une tige de moyen calibre et dans une tige grêle.*

NOM DU FAISCEAU	TIGE MOYENNE	TIGE GRÊLE
1	50°	75°
9	(1)	de 8 à 15° (1)
4	33 à 38°	40°
12	10°	0°
7	23°	20°
15	(1)	0°
2	45°	60°
10	8 à 10°	0 à 5°
5	31°	30°
13	(2)	0°
8	19 à 22°	18°
3	40°	60 à 65°
11	15°	0°
6	28°	25 à 30°
14	(1)	0°

(1) Les faisceaux 9, 14 et 15 sont si fortement rejetés latéralement qu'il n'est pas possible de mesurer l'angle du secteur qu'ils sous-tendent.

(2) Le secteur qui correspond au faisceau 13 est très variable.

TABLEAU II.

*Nombre des files ligneuses centrifuges des faisceaux dans une tige de calibre moyen et dans une tige grêle.*

NOM DU FAISCEAU	TIGE MOYENNE	TIGE GRÊLE
1	29 à 30	10 à 16
9	5 à 6	3 à 4
4	13	5
12	3 à 4	0
7	6 à 9	2
15	1 à 3	0
2	19	8
10	4 à 5	1
5	8 à 10	4
13	(2)	0
8	5 à 8	3
3	9 à 13	7
11	6	0
6	10	4
14	3 à 4	0

5° En dehors du faisceau 1 les fibres centrifuges sont très larges tangentiellement et très épaisses radialement.

6° Le liber et la zone cambiale admirablement conservés nous permettent de faire connaître le liber primaire des jeunes tiges, les premières assises du liber secondaire et l'origine des éléments de ce dernier tissu.

La zone cambiale consiste en cellules tabulaires à parois minces, aplaties radialement, celles qui correspondent aux rayons sont plus

(1) Le secteur qui correspond au faisceau 13 est très variable.

allongées radialement, mais elles sont très peu hautes. Les éléments produits à sa face interne contre les fibres ligneuses deviennent directement des fibres ligneuses. Les cellules produites par sa face externe entre les rayons sont d'abord toutes semblables. De 2 en 2, les cellules se recloisonnent radicalement (1) et deviennent des cellules grillagées. En général, deux cellules grillagées sont séparées par une cellule parenchymateuse et cette succession se poursuit régulièrement de la zone cambiale vers l'extérieur. En s'écartant de la zone cambiale, on constate que le tissu libérien a été comme tirailé tangentiellement. *Cet étirement tangentiel est une conséquence immédiate de l'accroissement diamétral de la tige.* Les parois des éléments libériens sont d'autant plus épaisses qu'elles sont plus extérieures. Dans les éléments libériens épaissis la cavité cellulaire devient irrégulière. Les éléments libériens secondaires les plus extérieurs tendent manifestement à s'écraser. En même temps qu'ils sont étirés tangentiellement, ils sont comprimés radialement par le développement des tissus sous-jacents. A la périphérie du liber secondaire on voit un arc de tissu corné très mince relié aux éléments voisins par des cellules parenchymateuses. *C'est le liber primaire écrasé.* Les files d'éléments grillagés sont reliées tangentiellement par des rayons dont les cellules très peu hautes sont allongées radialement. Vers l'extérieur, les éléments des rayons très élargis se recloisonnent radialement, en même temps leurs parois s'épaississent. Les éléments des rayons vus en section tangentielle et en section radiale sont très courts. Les rayons eux-mêmes sont très allongés.

7° Le liber bute sans interposition de péricycle ou de gaine contre un tissu fondamental secondaire dû à un cambiforme double. Ce tissu secondaire consiste en un mélange d'éléments courts disposés en files radiales longitudinales et tangentielles et en *tubes gommeux ou tannifères*. A l'extérieur le cambiforme avait produit 3 à 5 rangs de cellules subéreuses selon les points (2).

(1) Plus rarement toutes les cellules se recloisonnent ainsi.

(2) En étudiant séparément chacun des faisceaux de la couronne libéro-ligneuse, on y relève les particularités suivantes :

Le faisceau 1 profondément bilobé, coupé en quelque sorte en son milieu par un grand rayon C1 est en retrait par rapport au centre de figure C. Il présente deux masses ligneuses centripètes distinctes, une droite, l'autre gauche. Chacune de ces masses possède un pointement trachéen qui est en train de se dédoubler. Les lames trachéennes sont reliées aux bords du massif secondaire correspondant par deux rangs de vaisseaux rayés et aréolés. Il n'y a que 3 à 5 rangs d'éléments ligneux centrifuges ; ceux des deux derniers rangs n'ont pas encore épaissi leurs parois. Chaque lobe du faisceau 1 n'a que 5 à 8 files de fibres centri-

8° Le tissu superficiel détaché se trouve à quelque distance de la zone tubéreuse. La tige que nous étudions avait donc subi la première décortication, mais le rhytidome superficiel n'était pas tombé. Les tissus rhytidomiques comprennent une assise externe de cellules épidermiques semblables à celles que nous avons fait connaître sur la tige moyenne, une nappe épaisse de tissu fondamental externe différenciée en hypoderme et en tissu, herbacé, enfin une région profonde déchirée, tirillée tangentiellement et radialement. Cette région profonde est formée de cellules étirées à parois assez minces, à section transversale arrondie ou polygonale avec méats. En section radiale, ces éléments sont disposés en files longitudinales. Ils sont courts avec des ponctuations simples, groupées sur leurs faces de contact. Il y avait dans cette zone des tubes gommeux plus nombreux à la périphérie. L'hypoderme ne tapisse pas l'épiderme d'une nappe continue; il forme de grands cordons mécaniques onduleux dont les uns plus épais font saillie vers l'intérieur, tandis que les autres plus larges sont étalés entre les premiers. Les faisceaux hypodermiques sont composés de fibres à parois épaisses, atténuées aux deux bouts et recloisonnées transversalement. Les fibres hypodermiques contiguës à l'épiderme ont des parois plus minces que les autres; elles sont aussi plus courtes

fuges soit en tout de 10 à 16 files ramassées en 8 ou 10 groupes. Le faisceau 1 présente donc un moins grand nombre de files centrifuges dans les tiges grêles que dans les tiges moyennes. L'arc sous-tendu par le faisceau 1 est cependant plus grand, 75° au lieu de 50°. Les fibres ligneuses centrifuges du faisceau 1 sont plus grêles que celles des autres faisceaux. Les rayons du faisceau 1 sont très larges, surtout dans le liber, il en résulte pour le liber de cette région une configuration un peu spéciale. Les files de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses sont isolées latéralement par de grandes cellules très peu hautes dont les plus extérieures sont recloisonnées radialement. Le liber secondaire compte 6 à 12 rangs d'éléments dans les files grillagées et 3 à 6 rangs dans les rayons. La région extérieure de chaque file grillagée a été comprimée et écrasée. On y reconnaît cependant les éléments constituants. *Le liber primaire forme une masse cornée, très mince, contiguë à l'assise de tissu fondamental secondaire.* Les éléments parenchymateux hypertrophiés provenant des rayons ou des files libériennes, isolent ce liber primaire écrasé du reste du liber. Extérieurement le faisceau bute contre une mince zone de tissu fondamental secondaire.

Le faisceau 9 est réduit à un petit triangle de bois secondaire comprenant 4 à 6 files de fibres centrifuges disposées en deux groupes contigus. Il n'a pas de bois centripète. Son liber présente la même structure que celui des faisceaux voisins. Le faisceau 9 est une expansion du faisceau 1g intimement accolée à ce niveau au faisceau 4.

Le faisceau 4 comprend 5 groupes de fibres ligneuses centrifuges placées sur 7 rangs d'épaisseur. Le bois centripète est indiqué par une bande de 9 vaisseaux rayés contigus entre eux, placés sur un même rang. *Il n'y a pas de pointement trachéen.* La bande centripète ou bien touche directement le front des files centrifuges ou bien en est séparé par un rang de fibres primitives recloisonnées. Son liber primaire forme une mince bande écrasée. Il n'y a ni pérycyle ni gaine reconnaissable. La surface du faisceau est limitée par un tissu fondamental secondaire avec tubes gommeux ou tannifères. Le faisceau sous-tend un arc de 40°.

Le faisceau 7 qui sous-tend un arc d'environ 20° ne comprend que deux files de larges

et plus recloisonnées. Lorsque l'épaississement des fibres hypodermiques n'est pas complet, on dirait un collenchyme à éléments étroits. En quelques points, le parenchyme herbacé arrive jusqu'à la surface. Dans ces parties superficielles, il est alors composé de petits éléments grêles, un peu allongés, avec de grandes lacunes.

Les régions nodales de cette tige ne présentent aucune particularité intéressante. Les lèvres droites des branches axillaires s'insèrent sur la gauche du faisceau 6 au lieu de s'insérer sur le faisceau 14.

#### JEUNES TIGES DE GROS CALIBRE.

La section intra-nodale moyenne d'une grosse tige de *P. Edwardsii*, qui n'a que 5 à 6 rangées de bois centrifuge présente les particularités suivantes :

1<sup>o</sup> La moelle est plus large que dans les tiges moyennes.

2<sup>o</sup> Les faisceaux sont très larges, mais leurs rapports sont les mêmes que dans les tiges moyennes.

3<sup>o</sup> Le bois centripète est extrêmement développé. Les faisceaux qui en possèdent déjà dans la tige moyenne en présentent ici une plus grande

fibres ligneuses séparées l'une de l'autre et des faisceaux 4 et 2 par des rayons assez larges. Le faisceau 7 n'a pas de bois centripète et pas de pointement trachéen.

Le faisceau 2 n'est que très faiblement bilobé. Il sous-tend un arc de 60°. Il comprend seulement 8 groupes de fibres ligneuses sur 8 rangs d'épaisseur. C'est en ce point que la zone ligneuse est la plus épaisse. La pointe du faisceau est occupée par une large masse de vaisseaux centripètes imparfaitement bilobée en son milieu avec deux pointements trachéens écrasés. L'arc ligneux centripète vient cependant toucher le front des fibres centrifuges entre ces pointements. Le faisceau 2 est un peu en retrait par rapport à C. Ce sont bien là les caractères de 2. La faiblesse du calibre de la tige n'en modifie pas la structure fondamentale. Elle réduit chaque système mais le laisse à sa place et lui conserve ses rapports. L'angle 1C2 est compris entre 138° et 145° ←.

Le faisceau 10 quand il existe n'est représenté que par une file simple ou double de fibres ligneuses secondaires. Cette file n'a ni bois centripète ni pointements trachéens.

Le faisceau 5 ne comprend que 4 groupes de fibres ligneuses ; il sous-tend un arc d'environ 30°. A sa partie antérieure on voit 5 ou 6 éléments ligneux centripètes qui forment un petit pointement contigu aux fibres centrifuges. Ce pointement est composé de vaisseaux rayés. Il n'y a pas de trachées.

Le faisceau 8 comprend trois files de fibres et sous-tend un arc de 18°. Il n'y a pas de bois centripète.

Le faisceau 3 est extrêmement large, aussi large que le faisceau 2, bien qu'il ne comprenne que 7 groupes de fibres. Il sous-tend un arc de 60 à 65°. Il est très rapproché du centre de figure. Son bois centripète forme une très mince bande de 12 éléments environ. Vers sa région médiane cette bande montre un pointement trachéen large très court, écrasé.

Le faisceau 6 qui est formé de quatre groupes de fibres dont les plus à gauche sont les plus grêles, n'a pas de bois primaire ; il est très large et sous-tend un arc de 25 à 30° environ.

épaisseur et une plus grande largeur. Les divisions des masses centripètes sont indiquées plus tôt.

4° Dès la région basilaire du segment, le faisceau 1 s'est divisé en deux lobes. Le faisceau 2 est reconnaissable comme le faisceau sortant du deuxième nœud et le faisceau 3 comme le sortant du troisième nœud.

5° Le liber a la même structure que celui de la tige grêle décrite précédemment. Quelques cellules libériennes parenchymateuses, sont hyperthophiées et transformées en tubes gommeux.

6° Les tissus superficiels ont été décortiqués par une zone cambi-forme qui a donné 1 ou 2 rangs de liège sur sa face externe et 1 ou 2 rangs de tissu fondamental secondaire sur face profonde. Ces tissus sont les mêmes que dans la tige grêle.

7° Le rhytidome est détaché de la zone subéreuse. L'épiderme est le même que celui des tiges grêles. Ses parois sont gonflées.

8° Les cordons hypodermiques sont plus épais et plus larges que dans les tiges grêles. Les cavités des fibres hypodermiques sont très grandes.

9° Les faisceaux hypodermiques sont séparés par des lames de cellules étroites, à parois minces ;

10° Le tissu fondamental intérieur a la même structure que dans les tiges grêles. On y voit des canaux gommeux. Les plus extérieurs correspondent à peu près à chaque groupe d'hypoderme. (1)

Si l'on compare ces analyses des jeunes tiges entre elles et avec les analyses du segment moyen de la tige âgée, il est possible de séparer les variations que l'âge amène à un niveau donné des variations dues à la différence de calibre des échantillons.

(1) En étudiant spécialement chacun des faisceaux de la couronne libéro-ligneuse de ces grosses tiges, on relève les détails suivants :

Les lobes du faisceau 1 sont très larges ; ils tendent à se diviser. Les bords de leur arc ligneux centripète s'appuient largement sur le front des files secondaires. Celles-ci sont assez nombreuses ; il y en a une vingtaine environ par lobe, soit quarante en tout. Les fibres ligneuses centrifuges sont grêles.

Le faisceau 4 très large est déjà bilobé. Les deux arcs de son bois centripète se relient largement en s'appuyant sur le front des files secondaires. Il y a un pointement trachéen net pour chaque lobe. Ce bois centripète est épais ; on y compte 3 et 4 rangs d'éléments. Les files secondaires sont très larges, surtout celles qui sont devant les pointements trachéens.

Le faisceau 7 est très large. On y compte 7 groupes de files centrifuges. La masse ligneuse centripète forme un grand arc de deux rangs d'éléments. En son milieu et vers l'extérieur on voit un pointement trachéen très net.

Le faisceau 15 est indiqué comme une large expansion du bois secondaire de 7 vers la gauche. 15 comprend 4 groupes de fibres centrifuges.

Le faisceau 2 est isolé entre deux rayons, son bois centripète est bilobé ; les deux lobes

*a. Variations provoquées par l'âge.*

Depuis l'instant où sont apparues les premières rangées de fibres centrifuges jusqu'à la fin de la cinquième période de végétation, la distribution des faisceaux et le bois centripète ne changent pas.

L'âge provoque :

- La destruction partielle ou totale de la moelle ;
- L'épaississement du bois secondaire même dans la trace foliaire ;
- L'épaississement du liber par sa face profonde ;
- La chute des tissus primaires superficiels de la tige ;
- La chute des tissus libériens âgés ;
- La rénovation de la surface de la tige.

*β. Variations dues à la différence de calibre.*

Toutes les autres conditions étant les mêmes, la différence de calibre de deux tiges ne détermine que de légères variations de structure dont les principales sont :

- 1<sup>o</sup> Une moelle plus large dans les grosses tiges ;
- 2<sup>o</sup> Des faisceaux plus larges dont le bois centripète est plus développé ;
- 3<sup>o</sup> Des faisceaux plus tôt ramifiés ;
- 4<sup>o</sup> Des tissus corticaux plus épais ;

*étant séparés*, chacun d'eux a un double pointement trachéen. Il y a environ 22 files de fibres centrifuges dans le faisceau 2. Le bois centripète de 2 est très épais ; il forme en avant de chaque lobe une forte saillie. Tous ses vaisseaux sont contigus et disposés sur un arc fortement courbé qui s'appuie de chaque côté et en son milieu sur le front des fibres centrifuges.

Le faisceau 5 est très large ; son bois centripète forme un arc très épais comprenant 2 à 3 rangs de gros vaisseaux. Il présente un seul pointement trachéen en voie de dédoublement. Les groupes de fibres centrifuges qui font face à ces pointements sont composés d'éléments grêles.

Le faisceau 13 forme une large plage sans bois centripète

Le faisceau 8 est très large. Il contient 5 ou 6 groupes de fibres. Antérieurement il montre un arc épais de bois centripète avec un seul pointement trachéen.

Le bois centripète du faisceau 3 est très épais, profondément bilobé. Chaque lobe possède un pointement trachéen qui se dédouble.

Le faisceau 6 est très large, avec une masse centripète épaisse. Les productions secondaires de 6 s'étendent beaucoup vers la gauche et forment le faisceau 14.

5° Ni dans les grosses tiges ni dans les tiges grêles les masses de bois centripète ne convergent au centre de la moelle. La croissance diamétrale des tiges des *Poroxylo*ns ne modifie donc pas la structure de leur région centrale.

La différence de calibre des branches détermine un plus ou moins grand développement des masses ligneuses centripètes, une division plus ou moins hâtive des faisceaux, mais elle ne modifie pas les particularités essentielles de la structure de ces tiges (1) (2).

### § 6. — Structure de la base des branches axillaires.

La structure de la base des branches axillaires nous a été donnée par des tiges de *Poroxylo*n *Edwardsii* de calibre moyen dont le bois secondaire, épais de 17 rangées d'éléments, montrait deux périodes de végétation.

La section intra-nodale moyenne du premier entre-nœud de la base d'une branche axillaire présente les particularités suivantes :

1° Les faisceaux 1, 2 et 3 sont très grêles, 2 est plus gros que 1, 3 est plus gros que 2. La présence de bois centripète en avant de 1 et de 2 ne permet pas de confondre ces régions avec un arc réparateur. 1 et 2 sortent presque au même niveau. L'angle 1 C 2 est de 138°. Le faisceau 5 est très large. Les faisceaux 6, 7 et 8 sont très élargis. En somme les faisceaux des premières feuilles sont grêles, ceux des feuilles suivantes sont de plus en plus forts.

2° Le bois centripète ne forme dans les premiers faisceaux que des masses très grêles. Ce tissu est plus épais dans les faisceaux, 4, 5, 6, 7 qui ont chacun deux pointements trachéens.

3° La distribution des faisceaux est la même que dans la région moyenne des tiges de même calibre ;

4° Les fibres ligneuses centrifuges sont toutes grêles. Elles sont disposées en files isolées par des rayons très larges et à très grands

(1) Nous avons eu occasion de contrôler toutes ces remarques par l'examen de tiges dont la couronne ligneuse présentait 5, 7, 10, 15, 24 rangs de fibres ligneuses centrifuges.

(2) La différence d'ordre détermine dans la structure des tiges des variations de même nature que les différences de calibre, mais ces variations sont généralement moins fortes.

éléments. Dès la fin de la première période de végétation, les files centrifuges deviennent doubles ou triples ;

5° La moelle rétrécie à la base de la branche s'élargit un peu plus haut.

6° Le faisceau 1 très grêle est à peine bilobé. Son bois centripète se compose de deux très petites masses à deux pointements trachéens. Son bois centrifuge ne comprend que 6 à 7 groupes de fibres secondaires.

7° Le faisceau 9 est très large, dépourvu de masse ligneuse centripète. Il comprend 7 groupes de fibres centrifuges.

8° Le faisceau 4 est large. Son bois centripète consiste en deux petits îlots séparés l'un de l'autre par 6 groupes de fibres centrifuges. Chaque îlot comprend 1 à 3 trachées grêles et 1 ou 2 vaisseaux scalariformes.

9° Le faisceau 12 est grêle, réduit à 3 groupes de fibres centrifuges sans pointement trachéen.

10° Le faisceau 7 est large. Son bois centripète est partagé en deux îlots distincts mais très rapprochés, ne comprenant que 2 ou 3 vaisseaux rayés. Le faisceau 7 a 9 files de fibres centrifuges.

11° Le faisceau 2 est très grêle, mais déjà plus large que le faisceau 1 puisqu'il contient 11 files de fibres centrifuges. Comme le faisceau 1, il sort de la tige. L'entre-nœud 2 qui sépare les nœuds 1 et 2 est donc très court, presque nul. Les feuilles 1 et 2 étaient plus faibles que les feuilles de la région moyenne de la tige. Le bois centripète du faisceau 2 est bilobé comme celui du faisceau 1. Chaque lobe a de même deux pointements trachéens qui comprennent 3 ou 4 trachées et 3 vaisseaux rayés ; les vaisseaux rayés forment un arc unique pour chaque lobe. Le bois centrifuge de 2 ne comprend que 9 files de fibres secondaires.

12° Le faisceau 10 est très étroit.

13° Le faisceau 5 est large. Il contient 11 files doubles de fibres centrifuges. Son bois centripète bien développé a deux pointements trachéens dont chacun comprend 3 trachées, 4 ou 5 vaisseaux rayés et une bande de grands vaisseaux aréolés qui s'étend sur tout le front du faisceau.

14° Le faisceau 13 est large ; il comprend 6 files doubles de fibres centrifuges.

15<sup>o</sup> Le faisceau 8 est large ; il comprend 10 groupes de fibres centrifuges. Sa masse ligneuse centripète est simple, grêle, à un seul pointement trachéen.

16<sup>o</sup> Le faisceau 3 est bilobé et déjà reconnaissable comme sortant. L'entre-nœud 3 est encore court mais déjà plus long que celui qui sépare les nœuds 1 et 2. Le faisceau 3 comprend 13 groupes de fibres centrifuges. Ces fibres sont beaucoup plus grosses que celles de 2 ; les rayons qui les séparent sont extrêmement larges.

17<sup>o</sup> Le faisceau 11 est réduit à 4 groupes de fibres centrifuges ; il n'a pas de bois centripète.

18<sup>o</sup> Le faisceau 6 est très large. Il comprend 12 groupes de fibres centrifuges. Son bois centripète est étalé en une large bande mince bilobée avec pointements trachéens ; les deux lobes du bois centripète sont très écartés.

19<sup>o</sup> Le faisceau 14 est réduit à 3 ou 4 groupes de fibres centrifuges étagées sur la gauche du faisceau 6.

20<sup>o</sup> Les fibres primitives sont peu nombreuses.

21<sup>o</sup> Le liber est très épais, sur toute la périphérie de la couronne ligneuse ; il compte au moins 18 rangs dans les rayons et 24 à 30 rangs dans les files grillagées. Ce liber a la structure type que nous avons signalée chez le *P. Edwardsii* ; il est très régulier. — *Un certain nombre de ses éléments, cellules grillagées et cellules parenchymateuses, sont transformés en tubes gommeux.* La périphérie du liber est mal conservée ; il semble qu'elle ait été limitée par une assise de tissu fondamental secondaire chargée de grands tubes gommeux ou tannifères. Le tissu fondamental secondaire est séparé du liège superficiel par une grande déchirure qui fait le tour de la tige.

22<sup>o</sup> La surface de la tige a une structure très spéciale. — *L'épiderme, l'hypoderme et le parenchyme cortical primaire sont tombés.* La surface de la tige est formée par une *zone de liège épaisse de 15 rangs* d'éléments. Cette lame de liège n'est pas la première lame de décortication, car elle est formée d'arcs distincts qui se raccordent latéralement. Il y a donc eu plusieurs décortications et le *rhytidome formé a été rejeté.* Les éléments subéreux sont relativement grands.

En résumé, à la base d'une branche axillaire, *les premiers faisceaux sortants sont très grêles alors que les autres vont en grossissant. Ces faisceaux sortent presque simultanément. Malgré le volume de la tige,*

le bois centripète des premiers faisceaux est très réduit. Les fibres ligneuses centrifuges sont toutes grêles et séparées par de grands rayons. La décoration était hâtive. Malgré ces variations, rien d'essentiel dans la structure de la tige n'est changé. Les faisceaux sont distribués de la même manière que dans la partie moyenne de la tige. — Extérieurement la base des tiges axillaires est caractérisée par des entre-nœuds courts, des nœuds peu saillants dépourvus de bourgeons axillaires, et des feuilles plus grêles que celles de la région moyenne de la tige.

§ 7. — Différences spécifiques entre la structure de la tige du *Poroxylon Boysseti* et celle du *Poroxylon Edwardsii*.

L'échantillon type qui a servi à établir le *Poroxylon Boysseti* est une région supérieure d'une jeune branche de fort calibre qui n'avait encore que 5 à 6 rangs de fibres ligneuses centrifuges ; la première lame subéreuse n'y est pas reconnaissable, nous croyons même qu'elle n'existait pas. — Une section transversale de cette tige pratiquée dans la partie supérieure d'un nœud nous a montré les particularités suivantes :

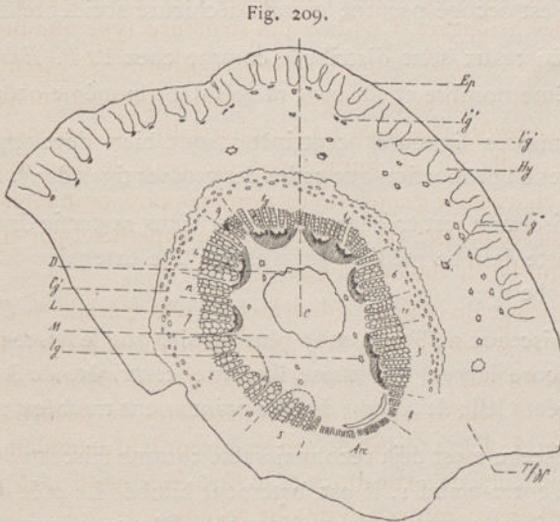


Fig. 209. — Section transversale d'ensemble d'une jeune tige de moyen calibre de *Poroxylon Boysseti*. G.  $\frac{12}{1}$ . Cette section a été pratiquée dans la partie supérieure d'un nœud.

C Centre de figure.

M Moelle.

D Déchirure accidentelle.

tg. Tubes gommeux médullaires.

B. Couronne ligneuse centrifuge dans laquelle les parts afférentes à chaque faisceau sont délimitées par des lignes de rappel. Chaque faisceau porte le numéro de la feuille à laquelle il se rend. Le bois centripète est indiqué par des hachures. Il n'était pas conservé à la partie antérieure du faisceau 2. — Arc. Arc réparateur de la sortie précédente.

L. Liber mal conservé. t'g'. Tubes gommeux libériens. Ces tubes gommeux d'origine libérienne forment une couronne presque continue à la périphérie du liber. Ils n'ont pas été conservés dans la région des faisceaux 5 ni derrière l'arc réparateur.

Tf. zp. Tissu fondamental zone profonde.

Hy. Cordons hypodermiques.

La. Lames de parenchyme fondamental qui s'avancent entre les cordons hypodermiques jusqu'à l'épiderme.

t''g''. Tubes gommeux du tissu fondamental qui accompagnent les cordons hypodermiques.

t'''g''' Tubes gommeux du tissu fondamental situés plus profondément.

Ep. Épiderme.

1° La sortie du nœud précédent est réparée par un arc semi-circulaire qui comprend 18 groupes de fibres centrifuges très grêles ;

2° La moelle est très large. On y trouve aussi des tubes gommeux, surtout vers sa périphérie, en particulier près des faisceaux 3, 4, 5 et 6. Son centre est occupé par une grande déchirure accidentelle ;

3° Les faisceaux sont distribués comme chez le *P. Edwardsii* ; ils sont en même nombre et ils sont rangés dans le même ordre ;

4° Les masses ligneuses centripètes sont bien développées mais moins fortes en proportion que celles des grosses tiges de *P. Edwardsii* ;

5° Le faisceau 1 est très large, surtout dans sa partie droite. On y voit une sorte de lobe médian qui n'est qu'une extension hâtive de la droite du lobe 1<sub>g</sub> ;

6° Les faisceaux 2, 3 et 4 sont plus étroits que le faisceau 1, mais ils sont encore larges. La masse ligneuse centripète de 3 est nettement bilobée. Celle de 4 a un double pointement trachéen ;

7° Le faisceau 2 est déjà reconnaissable comme faisceau sortant dès la base de l'entre-nœud 1. Il est fortement bilobé. Le pôle de chaque lobe est même complètement dédoublé. Dès ce niveau, dans les grosses tiges, ce faisceau 2 est déjà très en retrait par rapport au centre C ;

8° Dans les grosses tiges, le faisceau 3 est nettement bilobé et très large. Dès la base de l'entre-nœud 1, il est reconnaissable comme faisceau sortant dans la 3<sup>me</sup> feuille ;

9° Les fibres ligneuses centrifuges sont très grosses, en files solitaires, limitées de chaque côté par de larges rayons bicellulaires ;

10° Le liber, assez mal conservé, montre la même structure que celui de *P. Edwardsii*. Cependant, vers l'extérieur, dans le liber primaire et dans la partie externe du liber secondaire, on voit de grandes cellules parenchymateuses transformées en tubes gommeux. Cet anneau de tubes gommeux, provenant de la dégénérescence des éléments libériens est une caractéristique du *P. Boysseti*, mais n'est-ce pas là un accident ?

11° La première zone subéreuse n'est pas indiquée ou n'est pas reconnaissable sur notre échantillon. Cette zone apparaissait plus tardivement chez le *P. Boysseti* que chez le *P. Edwardsii* ;

12° La zone profonde du tissu fondamental est très épaisse, plus épaisse que celle du *P. Edwardsii* ; elle compte 16 à 18 rangs de cellules. Ce tissu est formé de cellules à section circulaire ou polygonale, à parois minces, avec méats dans les angles. La section radiale de ces éléments est quadrangulaire, courte ; ils sont disposés en files. Parfois les files voisines sont dissociées, d'où des méats irréguliers. En arrivant vers la surface, les cellules corticales se rétrécissent et s'allongent un peu. Du côté du liber, elles viennent buter contre la couche à tubes gommeux. Le parenchyme cortical se prolonge jusqu'à l'épiderme entre les faisceaux hypodermiques. Dans ces prolongements superficiels, il est formé de petits éléments courts, étirés radialement ;

13° L'hypoderme forme de grandes lames rayonnantes, très inégales, à marche sinueuse. Elles se divisent, se touchent ou s'écartent les unes des autres. Les fibres hypodermiques sont fortement sclérifiées, terminées en pointes et recloisonnées ; celles qui avoisinent l'épiderme sont plus fortement recloisonnées, leurs parois sont moins épaisses. — L'épiderme est le même que celui de la tige de *P. Edwardsii*.

14° Dans le tissu fondamental, on trouve des canaux gommeux, disposés sur plusieurs rangs. Ceux du rang extérieur sont les plus grands. Ils occupent des places fixes. Il y en a un contre chaque îlot

hypodermique (1); lorsque ces flots sont plus larges et qu'ils vont se diviser, il y en a deux. Plus intérieurement, on trouve d'autres canaux moins nombreux dont quelques-uns sont hypertrophiés. Ces canaux gommeux, profonds sont moins régulièrement disposés et moins constants que les canaux extérieurs.

Une coupe pratiquée à un niveau plus élevé, montre la réduction de l'arc réparateur et le double pointement trachéen du faisceau 2, plus une grande déchirure à la jonction du liber et du tissu fondamental. Y avait-il là une première lame subéreuse? On ne peut l'affirmer.

Fig. 210.

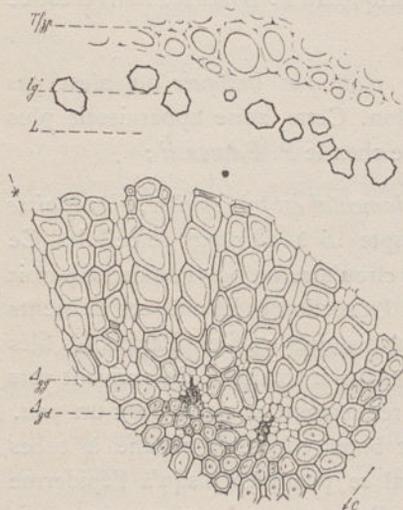


Fig. 211.

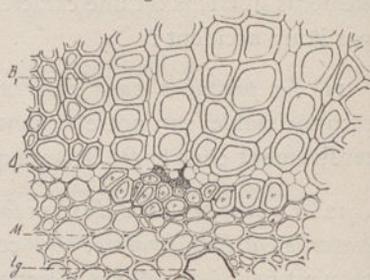
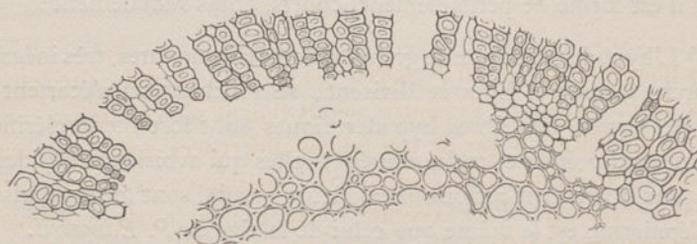


Fig. 210. — Détail de la partie antérieure du lobe gauche du faisceau 1 d'après la préparation qui a donné la Figure 209. (2).

Fig. 211. — Détail de la partie antérieure du faisceau 5 d'après la même préparation.

Fig. 212. — Détail de l'arc réparateur Arc d'après la même préparation.

Fig. 212.



(1) Exceptionnellement, ces tubes gommeux extérieurs sont enfermés dans le bord interne des paquets hypodermiques. Comme dans ce cas, les cellules qui les avoisinent ont des parois minces elles figurent une sorte d'épithélium glandulaire autour d'un canal central.

(2) Les Figures 210, 211, 212, 213, 214. sont toutes au grossissement de  $\frac{66}{1}$ .

Fig. 213

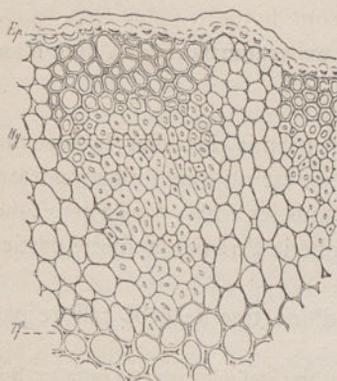


Fig. 214

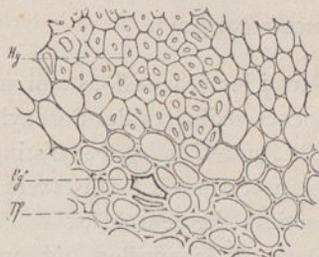


Fig. 215.

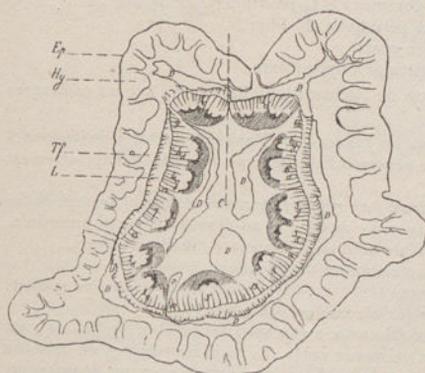


Fig. 213. — Détail d'un cordon hypodermique d'après la même préparation.

Fig. 214. — Section transversale d'un des tubes gommeux superficiels du tissu fondamental. Il accompagne un cordon hypodermique.

Fig. 215. — Section transversale d'ensemble passant par le milieu d'un entrenœud d'une grosse tige de *Poroxydon Boysseti*: Gr.  $\frac{10}{1}$ .

Les nœuds de la tige du *P. Boysseti* étaient plus renflés que ceux de la tige du *P. Edwardsii*. Les entre-nœuds étaient plus courts.

En résumé, il n'y a que de très faibles différences spécifiques entre les tiges des *P. Edwardsii* et *P. Boysseti*. Ces différences sont de même ordre que celles que l'on constate souvent entre les tiges ordinaires et les rameaux fructifères d'une même espèce. Est-ce à dire que les deux espèces de *Poroxydon* aient entre elles ces rapports, nous ne le croyons pas, mais nous considérons ces deux espèces comme très voisines.

§ 8. — Notes sur les particularités de structure de certains échantillons.

A. — SUR CERTAINES PARTICULARITÉS DE STRUCTURE DE LA BASE D'UNE BRANCHE AXILLAIRE.

Parmi les échantillons qui nous ont permis d'étudier la base des branches axillaires des Poroxyllons, il en est un que nous rapportons au *P. Boysseti* (1), qui se distingue de tous les autres par de gros tubes sinueux et rameux localisés vers la périphérie d'un parenchyme cortical exceptionnellement épais.

Dans cet échantillon qui provient d'une tige de gros calibre par-

(1) Cette détermination spécifique est seulement très probable mais non certaine. Nous ne connaissons, en effet, cet échantillon que par *une seule section intra-nodale médiane de son second ou de son troisième entre-nœud inférieur*. Nous basons notre spécification sur les caractères suivants :

- 1<sup>o</sup> La présence de nombreux tubes gommeux à la périphérie du liber.
- 2<sup>o</sup> L'absence presque complète de tube gommeux à la périphérie de la moelle.
- 3<sup>o</sup> L'absence d'une zone décorticante à la périphérie du liber.
- 4<sup>o</sup> La présence d'un tissu cortical primaire épais.
- 5<sup>o</sup> L'apparition des zones décorticantes près de l'hypoderme.

Quant à la détermination morphologique de l'échantillon elle repose sur les remarques suivantes :

1<sup>o</sup> *Un arc réparateur grêle occupe la place du faisceau 13*. Donc notre section passe immédiatement au-dessus d'un nœud puisque la réparation du faisceau précédemment sorti n'est pas encore achevée.

3<sup>o</sup> *Le faisceau 1 très grêle (a), très en retrait par rapport au centre de figure sortait*. Notre section passe donc immédiatement au-dessous du nœud 1 et au-dessus du nœud précédent. Notre section est donc une section intra-nodale médiane d'un entre-nœud très-court.

3<sup>o</sup> *Le faisceau 2 très grêle sortait presque en même temps que 1*.

4<sup>o</sup> *Le faisceau 3 plus gros que les faisceaux 1 et 2 est déjà reconnaissable comme sortant, mais son mouvement de retrait vers l'extérieur n'a pas encore commencé*.

5<sup>o</sup> *Les masses ligneuses centripètes des faisceaux 1 et 2 sont très grêles, celles de 1 est réduite à deux pointements trachéens, sans vaisseaux rayés. Le bois centripète du faisceau 2 est plus développé; c'est un double pointement trachéen reposant sur un arc de vaisseaux rayés. Les vaisseaux primaires viennent toucher le front des fibres centrifuges entre les pointements trachéens*.

6<sup>o</sup> *Il n'y a pas de branche axillaire dans l'aisselle des feuilles auxquelles se rendent les faisceaux 1 et 2. Il n'y en a pas non plus dans l'aisselle de la feuille du nœud 0*.

7<sup>o</sup> *Les fibres ligneuses centrifuges sont très grêles. Leurs files sont séparées par des rayons très larges*

8<sup>o</sup> *Les faisceaux 1 et 2 ne sont pas bilobés. Le faisceau 1 comprend 11 files de fibres centrifuges isolées par des rayons très larges. Le faisceau 2 a 7 groupes de files centrifuges également séparés par de larges rayons. Le bois secondaire des faisceaux 1 et 2 ne compte que 10 à 15 rangs d'épaisseur*.

9<sup>o</sup> *Le faisceau 3 contient 15 groupes de fibres centrifuges sur une épaisseur de 21 rangs. Son bois centripète très développé est bilobé; il forme deux grands îlots ayant chacun un pointement trachéen*.

Notre détermination morphologique est donc certaine, et nous pouvons ajouter d'après

(a) Nous appelons comme toujours 1 le premier faisceau sortant au-dessus de la section considérée. 1 se rendait ici à la seconde ou à la troisième feuille de la branche.

venue à la fin de la seconde période de végétation (1), le parenchyme cortical est très inégalement épais selon qu'il a été plus ou moins entaillé par les secondes lames de décortication. Il comprend 15 à 25 rangées de grands éléments à parois minces, *étirés tangentiellement et recloisonnés une ou deux fois radialement*. Ce tissu est directement relié au liber primaire *sans interposition de gaine protectrice ni de lame décorticante*. On y trouve de gros tubes gommeux irréguliers dont le contenu a été remplacé par de l'air. Dans la masse même du parenchyme cortical, ces tubes sont isolés et rectilignes. Vers la périphérie ils sont plus nombreux et la plupart cheminent très obliquement parfois même presque horizontalement. Leur trajet est sinueux, beaucoup sont ramifiés, leurs branches, très irrégulières, figurent une suite de méats pleins d'air dans un parenchyme lacuneux, tellement qu'on se demande tout d'abord si ce ne sont point des chapelets méatiques. Ce sont bien cependant des tubes gommeux ramifiés, qui doivent leur marche et leur structure spéciale à la proximité de la base de la branche.

Fig. 216.

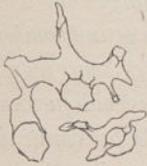


Fig. 216. — Canaux gommeux corticaux de la base d'une branche axillaire de *Poroxylon* (*Boysseti* ?)

les caractères du faisceau 3 que la section est prise dans le haut de la région basilaire de la branche. Chez le *P. Boysseti* comme chez le *P. Edwardsii*, la base de la branche était occupée par une sorte de région pérulaire dans laquelle les nœuds étaient presque contigus. Les 3 ou 4 premiers entre-nœuds portaient des feuilles réduites, les suivants portaient des feuilles plus amples. (b).

(b) Les autres faisceaux de cet échantillon présentent les particularités suivantes :

Le faisceau 4 est très large. Il contient 12 groupes de fibres centrifuges. Le bois centripète est étalé à sa partie antérieure en une mince bande avec 3 ou 4 pointements trachéens très grêles.

Le faisceau 7 est très large. Son bois centripète forme une mince bande avec un seul pointement.

Le faisceau 5 très large comprend 15 files centrifuges. Une grande lame mince de bois centripète tapisse sa face antérieure. Cette lame comprend un rang de vaisseaux et deux pointements trachéens écartés, grêles. Les vaisseaux centripètes sont grêles.

L'arc réparateur comprend 8 groupes de fibres très grêles séparées par de grands rayons. Le faisceau 8 est grêle, partiellement mêlé à l'arc réparateur. Il n'a en propre que 3 ou 4 groupes de fibres centrifuges et un peu, mais très peu de bois centripète.

Le faisceau 11 comprend 4 groupes de fibres centrifuges séparés par de larges rayons.

Le faisceau 6 est large. Il contient 8 groupes de fibres centrifuges. Son bois centripète forme une mince lame d'un rang de vaisseaux avec un seul pointement trachéen.

(1) Cette tige présentait déjà 22 rangées de fibres centrifuges.

La surface de l'échantillon est formée par une épaisse couche subéreuse qui résulte de la réunion de petites lames décorticantes courbées en verre de montre dont chacune sépare une lentille de rhytidome. Le rhytidome isolé se détachait rapidement. La structure des arcs subéreux de cet échantillon est la même que celle du liège de *P. Edwardsii*. Les faisceaux hypodermiques et l'épiderme sont tombés. La zone génératrice du liège est mal conservée, de sorte qu'on ne peut savoir si ce cambiforme a été simple ou double et l'on ne peut décider si tout ou partie du parenchyme cortical ne représente pas un tissu fondamental secondaire. Nous croyons cependant que cette masse a la même valeur dans toute son épaisseur et que c'est un tissu fondamental primaire.

Dans cet échantillon à l'inverse de ce qui se passe chez le *P. Edwardsii*, les lames décorticantes étaient donc apparues dans le parenchyme cortical immédiatement sous les faisceaux hypodermiques, et le rhytidome s'était exfolié de suite.

La partie profonde du liber secondaire de cet échantillon a la même structure que chez le *P. Edwardsii*, mais les rayons très larges ont 2 ou 3 rangs de grandes cellules étirées TANGENTIELLEMENT. Un grand nombre de cellules grillagées et quelques cellules parenchymateuses sont transformées en tubes gommeux (1). Ces tubes marchent très obliquement parfois même horizontalement. Cette disposition tient à la proximité de la base de la branche. La périphérie du liber secondaire est formée par un tissu parenchymateux, composé de 4 à 6 rangs de cellules à section transversale elliptique, étirées tangentiellement et recloisonnées radialement. Ces éléments résultent de l'hypertrophie et du recloisonnement de cellules parenchymateuses; les quelques cellules grillagées qui étaient entre ces éléments sont la plupart du temps complètement écrasées; celles qui ont résisté sont transformées en tubes gommeux ou tannifères dont le contenu a été remplacé par de l'air. Ce parenchyme libérien recloisonné est limité par une rangée discontinue de petits groupes de tubes grillagés grêles qui représentent les groupes libériens primaires. Beaucoup de ces éléments ont été transformés en tubes gommeux à course tortueuse.

La zone cambiale est déchirée, le cylindre ligneux s'étant plus fortement contracté que le liber avant la silicification. La moelle est

(1) Ceux qui proviennent des cellules grillagées sont plus grêles.

formée de cellules inégales à parois minces. Elle ne contient pas de tubes gommeux. Les tubes gommeux n'étaient-ils pas encore formés ou n'ont-ils pas été conservés? — La moelle n'est pas déchirée.

B. — SUR LA PRÉSENCE DE FAISCEAUX PRIMAIRES DANS LE RHYTIDOME D'UNE  
TIGE DE POROXYLON EDWARDSII.

Les faisceaux primaires rhytidomiques du *Poroxyton Edwardsii* ne nous sont connus que par une section radiale pratiquée dans la surface d'une tige âgée, vers le milieu d'un entre-nœud. Sur cette section on voit, entre deux zones de liège dont la plus extérieure était superficielle, un petit faisceau coupé radialement. Il n'est pas possible de déterminer le nombre des pôles de ce faisceau. Les éléments ligneux consistent en vaisseaux rayés et aréolés très grêles. Les éléments libériens sont écrasés. Bien que nous n'ayons pas vu de trachées dans ce faisceau, nous le regardons comme primaire car il contient des vaisseaux rayés grêles qui, chez les Poroxytons, sont toujours primaires. Aucune section transversale d'ensemble ne nous a montré de faisceaux analogues et cependant ce faisceau appartient bien au Poroxyton dans lequel nous le trouvons. Ce n'est pas une intercalation étrangère comme on en voit si souvent chez les *Stigmaria*, dans le *Lepidodendron Hartcourtii*, dans les *Lyginodendrons*. Sans pouvoir l'affirmer, nous croyons que ce faisceau appartient à une racine adventive très grêle du Poroxyton. Ce qui nous conduit à adopter cette interprétation c'est que, sur une coupe tangentielle d'un autre rameau âgé, nous avons vu en plein bois secondaire deux trous doubles remplis de tissus écrasés que les fibres ligneuses voisines contournaient et isolaient. Or, cette structure est celle que prend le bois secondaire des tiges ligneuses lorsqu'une racine adventive grêle, tardive et caduque vient s'insérer sur le bois secondaire. La base du faisceau de la racine est alors enfermée et écrasée dans le bois secondaire où elle reste enfermée comme un séquestre. La partie du faisceau qui traverse l'écorce est rejetée peu à peu avec le rhytidome. Pendant que le bout périphérique du faisceau de la racine disparaît, une section radiale de la surface de la tige le montre comme un cordon primaire longitudinal, à éléments ligneux grêles, à liber écrasé

enfermé entre la surface de la tige et la dernière lame décorticante. A ce moment la partie du faisceau de la racine qui est exfoliée ressemble complètement à ce que nous montre la section radiale que nous avons étudiée ; nous croyons donc pouvoir dire : que les faisceaux primaires rhytidomiques des Poroxytons sont des faisceaux de très petites racines adventives nées sur la surface de la tige.

### C. SUR LES ROULURES DES TIGES DE *Poroxyton Edwardsii*.

Sous le nom de roulures nous désignons des blessures du bois secondaire qui s'étendent parallèlement à la zone cambiale et qui rappellent beaucoup les décollements concentriques que les gelées provoquent entre les couches du bois des arbres dicotylédonés à bois tendre. Ce n'est pas que nous pensions qu'il y ait eu des gelées à l'époque houillère, ce que l'on sait du climat d'alors ne s'accorde pas avec cette opinion ; la grande épaisseur des tissus corticaux s'oppose également à ce que l'on puisse admettre que la congélation se soit fait sentir dans le bois sans altérer sensiblement la masse des tissus corticaux plus extérieurs ; mais la ressemblance entre les roulures provoquées par la gelée et les roulures que nous avons rencontrées dans les Poroxytons est si grande, que nous croyons devoir employer ce mot pour désigner les blessures tangentielles que nous avons étudiées. Les roulures sont très fréquentes dans les tiges de *Poroxyton Edwardsii*, on les rencontre sur des rameaux quelconques, jeunes ou âgés, gros ou grêles. Avec l'âge, elles devenaient plus fréquentes et plus étendues. Elles sont très variables, parfois minimales, d'autres fois elles embrassent toute la tige. Elles ne sont pas propres aux Poroxytons ; on les trouve aussi chez les Sigillaires, les Lyginodendrons, etc. Les roulures se produisaient à la fin des périodes d'accroissement du bois secondaire. Les plus belles roulures nous ont été fournies par une tige de *P. Edwardsii* parvenue à sa troisième période de végétation et par une tige plus âgée qui arrivait à la fin de sa cinquième période de végétation. Dans la première tige qui compte 42 rangées de fibres centrifuges, la roulure très étroite mais très intense est placée dans le faisceau 6 à la face interne de la troisième zone d'accroissement ; celle de la tige à 92 rangées de fibres secondaires est plus étendue, elle embrasse le tiers de la tige, mais elle est moins accusée.

Considérons une file ligneuse centrifuge coupée par une roulure et

suivons cette file de dedans en dehors. Un peu avant la roulure, les fibres ligneuses s'élargissent radialement et tangentiellement d'une fibre à la suivante. Au bord antérieur de la roulure les fibres ligneuses se rétrécissent tangentiellement et s'aplatissent radialement : la fin de la période d'accroissement de la couche ligneuse approchait. Ces dernières fibres ligneuses sont recloisonnées tangentiellement par une ou deux parois minces non lignifiées. Les cellules produites se sont ensuite recloisonnées radialement. Dans la roulure, la file ligneuse se continue *par deux ou trois files radiales contiguës de cellules à parois minces*, non lignifiées, à section transversale carrée ou rectangulaire, recloisonnées transversalement ; c'est une sorte de tissu neutre dont les cellules s'élargissent un peu, mais très peu, vers l'extérieur. Ordinairement, à ces cellules neutres et continuant les mêmes files, succèdent des fibres ligneuses, *grêles, inégales, à parois épaissies lignifiées*, qui vont s'élargissant plus ou moins rapidement. A la file ligneuse fait suite un coin de 2 à 4 files de fibres ligneuses qui vont s'élargissant mais sans atteindre immédiatement le calibre des fibres ligneuses placées à la même distance du centre dans les régions normales. En somme lorsqu'une file ligneuse traverse une roulure, aux fibres ligneuses font suite plusieurs files de cellules neutres, grêles, à parois minces, puis viennent des fibres ligneuses étroites qui vont s'élargissant rapidement. Si plusieurs files ligneuses sont contiguës, les mêmes faits se répètent pour chaque file, les coins extérieurs correspondant à chaque file initiale pouvant demeurer contigus ou être séparés par des rayons.

Fig. 217.

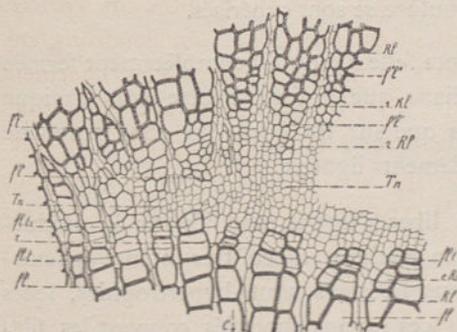


Fig. 217. — Section transversale d'une roulure du bois secondaire d'une tige de *Poroxydon Edwardsii*.

→ C. Direction dans laquelle se trouve le centre de figure de la tige.

fl. Fibres ligneuses ordinaires

fl. t. Fibres ligneuses recloisonnées tangentiellement.

fl. t. r. Fibres ligneuses recloisonnées tangentiellement et radialement.

r. Région où la file ligneuse se rétrécit.

Rl. Rayon ligneux.

e Rl. Région dans laquelle le rayon ligneux s'élargit.

T.n. Tissu neutre.

r.Rl. Rétrécissement des rayons ligneux après la traversée du tissu neutre.

f'l'. Fibres ligneuses contiguës au tissu neutre;

f''l''. Fibres ligneuses plus éloignées du tissu neutre. Elles ne diffèrent des fibres ordinaires que par leur calibre plus petit.

Si l'on suit de même un rayon ligneux, on voit le rayon s'élargir en approchant de la roulure. Les derniers éléments du rayon contigus à la roulure sont reclouonnés tangentiellement et radialement. Au rayon fait suite un tissu neutre identique à celui qui continue les files ligneuses. Plus en dehors, ce tissu est composé de cellules étirées radialement, un peu élargies tangentiellement. Vers l'extérieur, le rayon se rétrécit et se continue par un rayon ligneux ordinaire. Très souvent par suite de déplacements, les files de fibres ligneuses sont interrompues par des rayons obliques.

Au milieu de la roulure, le tissu comblant est très développé. — Sur les bords, le tissu comblant est d'autant moins développé qu'on est plus près du bord, les coins de fibres étroites ne sont séparés des fibres ligneuses de la face antérieure que par quelques cellules à parois minces aplaties radialement. Au bord même, les fibres ligneuses étroites font suite plus ou moins brusquement aux fibres larges, la file ligneuse très large se rétrécit alors que les rayons voisins s'élargissent. Tout se passe comme si la file unique se poursuivait par plusieurs files contiguës, la cellule cambiale ordinaire s'étant cloisonnée radialement.

Lorsque la roulure est très accusée, les éléments neutres qui tapissent la face antérieure de la roulure se sont subérisés.

Lorsque la roulure est récente, elle n'est qu'incomplètement fermée et c'est dans sa région médiane que le tissu neutre communique avec la zone cambiale, tandis que sur les bords la zone cambiale engendre déjà de nouveaux éléments ligneux.

En général, la structure du liber n'est pas modifiée par la production d'une roulure. Quand la roulure a été très intense et seulement dans ce cas, les rayons libériens sont hypertrophiés, leurs éléments s'étant reclouonnés; ces rayons modifiés coupent les files grillagées ordinaires qui sont disloquées et écrasées.

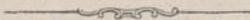
D'après cette description des roulures, on voit qu'elle sont dues à une légère altération des cellules cambiales. Ces éléments étirés tangentiellement se reclouonnaient radialement, puis les nouvelles cellules génératrices se divisaient tangentiellement. Les éléments produits se cloisonnaient ensuite transversalement, conservaient leurs parois minces et ne se caractérisaient pas comme fibres ligneuses. Peu à peu la zone génératrice redevenait zone cambiale et redonnait de nouveaux éléments ligneux. Finalement la masse de tissu neutre était complètement enfermée dans le bois. *Il ne faut pas confondre les premiers éléments ligneux très étroits formés par la zone cambiale lorsqu'elle ferme une de ces roulures AVEC UN JEUNE BOIS dont les éléments n'auraient pas encore atteint, au moment de la fossilisation, le volume qu'ils étaient capables d'acquérir.*

Les roulures ont la forme de lentilles elliptiques plus ou moins allongées longitudinalement.

D'après cette description, on voit que les roulures ne proviennent pas de blessures parties de la surface de la tige; elles semblent dues à de légères tractions tangentiellles exercées sur la zone cambiale.

L'extension de la zone cambiale dans l'assise génératrice de la roulure gagnait des bords de la roulure vers son centre.

Lorsqu'elles sont très anciennes et très restreintes, les roulures s'indiquent comme des sortes de grands rayons ligneux qui présentent vers l'extérieur un ou deux groupes de files ligneuses étroites.



## CHAPITRE II.

---

# STRUCTURE DE LA FEUILLE DES POROXYLONS.

---

### SOMMAIRE.

- § 1. — Section transversale moyenne du pétiole.  
§ 2. — Structure du pétiole à ses divers niveaux. — Particularités des pétioles des feuilles grêles.  
§ 3. — Structure du limbe. — Section moyenne du limbe ; Variations de structure du limbe à ses divers niveaux ; Particularités des tissus du limbe.  
§ 4. — Influence de certaines blessures sur la structure du limbe.  
§ 5. — Conclusions. — Caractéristiques des feuilles des Poroxytons.

#### § 1. — *Section transversale moyenne du pétiole.*

Une section transversale d'ensemble pratiquée dans la région moyenne du pétiole d'une grande feuille de *P. Boysseti* a la forme d'une demi-ellipse dont le diamètre est placé en avant. Dans cette région la face antérieure du pétiole était donc plane. Cette section est symétrique par rapport à une seule ligne qui divise en deux parties égales les deux faces et l'arc libéro-ligneux. (1).

(1) Les dimensions de cette section sont :

Largeur du pétiole.....	12 <sup>mm</sup>
Épaisseur du pétiole dans le plan médian.....	7 <sup>mm</sup>
Distance des deux bords de l'arc libéro-ligneux..	6 <sup>mm</sup>

Cette section montre :

1° Un grand arc libéro-ligneux qui forme une masse continue, épaisse, placée à peu près à égale distance des deux faces du pétiole. Le milieu de cet arc est occupé par un grand rayon ;

2° Une masse épaisse de parenchyme fondamental qui présente vers la périphérie de nombreux tubes gommeux, grêles, bien isolés. Cette zone émet vers la surface des prolongements plus ou moins épais qui séparent les paquets de fibres hypodermiques ;

3° De gros faisceaux de fibres hypodermiques, rayonnant vers le centre de figure du pétiole ;

4° Une assise superficielle de cellules épidermiques.

L'arc libéro-ligneux est partagé en quatre lobes principaux. Deux de ces lobes  $M_d$   $M_g$  sont situés de chaque côté du rayon médian et présentent chacun deux pôles trachéens. Les deux autres  $L_d$   $L_g$  sont plus étendus, souvent divisés en deux masses inégales, dont la plus grande est marginale. Ces masses  $L$  ont jusqu'à six, sept et huit pôles trachéens d'autant plus grêles qu'ils sont plus marginaux. Leur bois centripète est très développé. Il est tapissé antérieurement par une couche plus ou moins épaisse de fibres primitives. A la jonction de ce tissu avec le tissu fondamental, on voit, surtout dans le plan médian, un grand nombre de tubes gommeux. Le bois secondaire forme une mince lame dont les éléments vont s'atténuant vers l'extérieur. Le liber secondaire est épais. La partie extérieure de ce liber et le liber primaire contiennent un grand nombre de tubes gommeux

Fig. 218.

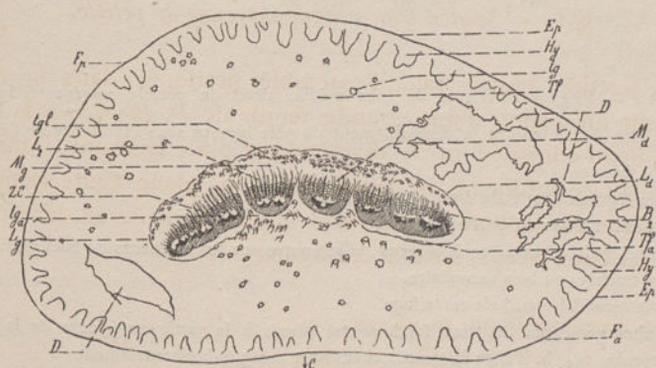


Fig. 218. — Section transversale d'ensemble du pétiole d'une feuille de *Poroxylon Boysetii* pratiquée vers le tiers inférieur de cet organe. Gr.  $\frac{7}{1}$ .

← C. Direction dans laquelle se trouve la tige.

Fa. Face antérieure du pétiole. Fp. Face postérieure.

Mg. Lobe médian gauche de la masse libéro-ligneuse du pétiole. Md. Lobe médian droit. Ces deux lobes ont chacun deux poles trachéens. Le lobe gauche est en avance sur le lobe droit. Lg. Lobe latéral gauche de la masse. Ce lobe latéral présente sept pointements trachéens. Ld. Lobe latéral droit de la masse libéro-ligneuse ; ce lobe est sensiblement en retard sur le lobe gauche.

tg. Tubes gommeux du tissu fondamental. tga. Tubes gommeux du tissu fondamental placés à la partie antérieure de la masse libéro-ligneuse mais pénétrant plus ou moins entre les lobes de cette masse.

tgl. Tubes gommeux placés à la limite du liber primaire externe. Les plus intérieurs de ces tubes appartiennent peut-être déjà au liber secondaire. La conservation des échantillons dans cette région laisse trop à désirer pour qu'on puisse préciser davantage la position de cette nappe de tubes gommeux. Les plus extérieurs de ces tubes gommeux appartiennent peut-être à la zone profonde du tissu fondamental ?

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 172 et 203.

Fig 219.

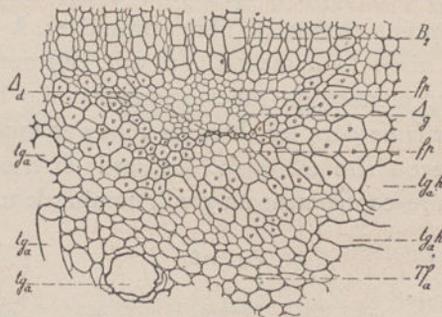


Fig. 219. — Région antérieure du lobe médian droit du pétiole représenté fig. 218. Gr.  $\frac{35}{1}$ . Cette figure montre le dédoublement du pôle ligneux sous l'influence de l'élargissement du faisceau.

Δ. Pôles ligneux. Δd. Pôle droit. Δg. Pôle gauche.

v. Vaisseaux aréolés du bois centripète.

fp. Fibres primitives à parois minces reliant entre eux les éléments du bois primaire et reliant les trachées au bois secondaire.

B<sub>2</sub>. Bois secondaire ou bois centrifuge.

tga. Tubes gommeux du tissu fondamental placés à la partie antérieure de la masse libéro-ligneuse. tga. h. Tubes gommeux cheminant presque horizontalement.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 218.

Fig. 220.

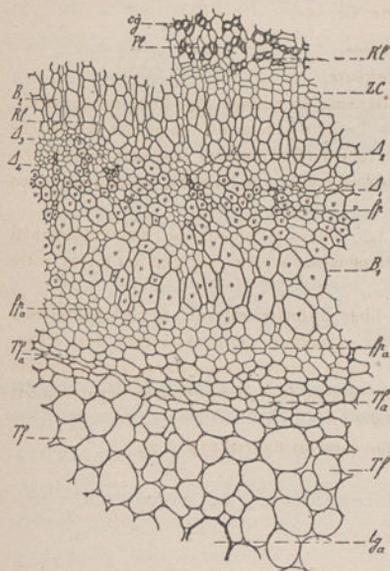


Fig. 220. — Portion antérieure droite du lobe latéral gauche du pétiole représenté fig. 218. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \dots$  Pôles ligneux.  
 B<sub>1</sub>. Bois centripète. v. Ses vaisseaux aréolés.  
 fp. Fibres primitives.  
 fpa. Fibres primitives de plus grand diamètre qui relient les vaisseaux les plus antérieurs du bois primaire au tissu fondamental.  
 B<sub>2</sub>. Bois secondaire.  
 R<sub>1</sub> Rayon ligneux.  
 L<sub>2</sub>. Liber secondaire. Cg. Cellules grillagées. Pl. Parenchyme libérien.  
 R'<sub>1</sub>. Rayon libérien.  
 Tfa. Région du tissu fondamental contiguë à la partie antérieure de la masse libéro-ligneuse. Cette région est formée d'éléments plus petits disposés en séries radiales comme s'il s'y était établie une zone génératrice à cloisonnements tangentiels.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 221.

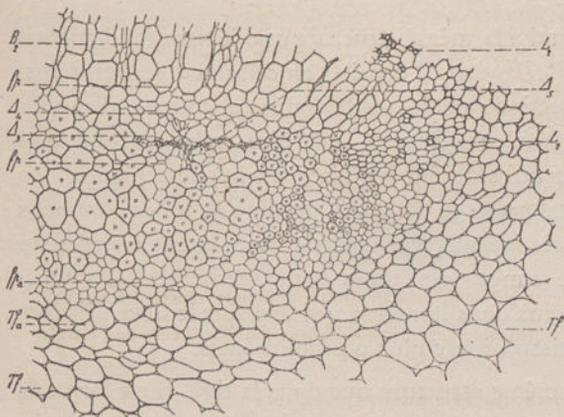


Fig. 222.

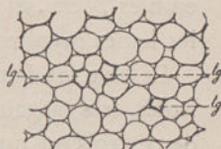


Fig. 221. — Portion droite du lobe latéral droit du pétiole représenté fig. 228. Gr.  $\frac{35}{1}$ .  
 Les lettres ont la même signification que dans la figure 220.

Fig. 222. — Section transversale de la partie extérieure du tissu fondamental d'un pétiole de *Poroxydon Boysseti* montrant trois tubes gommeux grêles. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

Fig. 223.

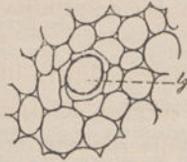


Fig. 224

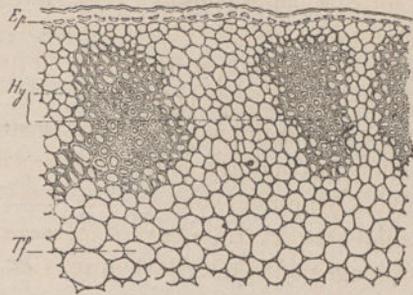


Fig. 223. — Section transversale de la partie moyenne du tissu fondamental d'un pétiole de *Poroxylon Boysseti* avec un gros tube gommeux dont l'hypertrophie a provoqué l'écrasement partiel des cellules voisines. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

Fig. 224. — Section transversale des tissus superficiels de la face postérieure d'un pétiole de *Poroxylon Boysseti*. Gr.  $\frac{45}{1}$ .

très volumineux qui forment à la périphérie du liber une zone gommeuse analogue à celle que nous avons signalée dans la tige de *P. Boysseti* (1).

Le tissu fondamental a la même structure que le tissu fondamental externe de la tige de *P. Boysseti*. Il consiste en cellules à section transversale circulaire à section radiale quadrangulaire, courtes, disposées en files. Vers la surface ces éléments sont plus grêles, surtout dans les lames rayonnantes qui séparent les faisceaux hypodermiques.

Le tissu fondamental présente un grand nombre de tubes gommeux isolés, très inégaux, très inégalement répartis, vaguement disposés sur deux, trois ou quatre rangs, ces tubes sont rectilignes. Ces tubes gommeux très nombreux dans la région qui avoisine le liber primaire formaient contre ce tissu un arc plus ou moins épais.

L'hypoderme a la même structure que dans la tige. Il est formé de

(1) Quelques échantillons nous ont montré une mirce lame de liège entre la région externe du liber primaire et le tissu fondamental voisin. Ce liège occupait la même place que la première lame subéreuse de la tige de *P. Edwardsii*. On peut donc se demander si ces pétioles appartiennent au *P. Edwardsii* ou au *P. Boysseti*. Ces pétioles ont les canaux gommeux libériens et la structure superficielle du *P. Boysseti* en même temps que la zone subéreuse caractéristique du *P. Edwardsii*.

faisceaux aplatis, disposés perpendiculairement au contour de la section. Plus rarement ces paquets hypodermiques s'étalent et forment une sorte de nappe continue sous-épidermique. Les faisceaux hypodermiques du pétiole ont une course flexueuse.

L'assise épidermique ne comprend qu'une rangée de cellules grêles semblables à celles de la tige.

Reprenons maintenant en détail la structure de l'arc libéro-ligneux.

Le lobe  $M_d$  montre deux lames trachéennes minces, écrasées entre les fibres primitives voisines. Ces deux lames divergent en formant un angle très ouvert, si ouvert même qu'elles paraissent parfois dans le prolongement l'une de l'autre. Ces trachées grêles s'appuient sur des trachées polygonales plus grosses; puis viennent des vaisseaux rayés et enfin de larges vaisseaux à ponctuations aréolées. Ces grands vaisseaux aréolés forment un arc continu convexe en avant, dont les extrémités s'appuient à droite et à gauche sur le front des files ligneuses centrifuges. Les vaisseaux aréolés sont séparés du tissu fondamental par deux, trois ou quatre rangs de fibres primitives grêles. Celles qui touchent les vaisseaux ont une section transversale polygonale, les autres ont une section plus arrondie. C'est à la fois dans cette zone et dans la région du tissu fondamental immédiatement voisine qu'on trouve les grands tubes gommeux antérieurs. Ces tubes très larges, ont une course très oblique. Ils s'avancent plus ou moins profondément dans le rayon qui sépare  $M_d$  de  $M_g$  et dans le rayon qui sépare  $M_d$  de  $L_d$ .

Le bois secondaire du massif  $L_d$  consiste en files radiales de fibres ligneuses groupées par deux ou par trois ou plus souvent encore solitaires. Les fibres ligneuses ont des ponctuations aréolées sur leurs faces radiales. Ces groupes de fibres centrifuges sont séparés par des rayons de un à deux rangs d'éléments. Chaque file débute par de grosses fibres derrière lesquelles viennent des fibres beaucoup plus grêles; les dernières fibres sont très grêles. Les rayons ligneux qui séparent les fibres vont donc en s'élargissant vers la zone cambiale. En section radiale les cellules des rayons sont allongées radialement, peu hautes, très peu larges. Ces rayons sont très longs. Cette structure du bois est celle du bois secondaire de la tige des Poroxyloons, mais les éléments secondaires sont plus grêles que ceux de la tige et vont en décroissant régulièrement vers l'extérieur.

La zone cambiale a la même structure que celle de la tige.

Dès la fin de la première période de végétation, la zone cambiale du pétiole était épuisée chez le *P. Boysseti*. (1).

Le liber secondaire est très épais; il a la même organisation que dans la tige. La régularité des files libériennes est altérée vers l'extérieur par l'hypertrophie de certains éléments parenchymateux ou grillagés. L'hypertrophie des éléments les plus extérieurs des rayons, contribue aussi à troubler l'agencement primitif du liber.

Le liber primaire a la même structure que le liber primaire des jeunes tiges mais généralement ce tissu est mal conservé et sa structure initiale a été fortement troublée par l'hypertrophie de ses éléments parenchymateux. Dans ce liber on trouve de gros tubes gommeux, obliques, très nombreux (2).

Le lobe  $M_g$  a la même structure que  $M_d$  à cela près que ses deux files trachéennes bien isolées regardent la face postérieure et viennent buter contre un arc de bois centripète qui touche le front des files centrifuges entre les deux groupes trachéens.

Dans le lobe  $L_d$ , il convient de distinguer trois régions: une région gauche qui forme un îlot un peu isolé, une région moyenne et une région marginale. La partie gauche de  $L_d$  présente une masse ligneuse centripète à deux pointements trachéens très allongés, très larges qui reposent sur un arc de 2 à 3 rangs de grands vaisseaux. A droite et à gauche cet arc touche le front des files secondaires. Les tissus libéro-ligneux extérieurs de cette région gauche de  $L_d$  sont les mêmes que ceux de  $M_d$ . Bien que formant une masse plus isolée, cette région gauche de  $L_d$  tient largement à la région suivante ou région moyenne. Dans cette région moyenne le bois centripète forme un arc épais de grands vaisseaux aréolés sur lequel viennent buter deux files trachéennes très divergentes dont les pôles sont encore contigus. La disposition de ces lames est la même que celle des pôles de  $M_d$ , mais les fibres primitives qui séparent ces trachées initiales de l'arc dans la région du pôle sont moins nombreuses. La région moyenne de  $L_d$  a donc un double pôle en formation. Les autres tissus de la région moyenne de  $L_d$  sont comme ceux de  $M_d$ . Au niveau de

(1) Chez le *P. stephanensis* la zone cambiale du pétiole conservait plus longtemps son activité.

(2) N'y a-t-il pas des tissus écrasés entre ce liber et la lame subéreuse de 1 à 2 rangs d'éléments qui recouvre parfois la face extérieure du liber? — On ne peut répondre ni affirmativement ni négativement. Nous avons examiné un grand nombre de pétioles à ce point de vue spécial mais l'état de conservation de cette partie des tissus ne nous permet pas de nous prononcer.

cette région moyenne, les vaisseaux aréolés sont reliés au tissu fondamental par 4 à 5 rangs de fibres primitives. Le premier rang de tissu fondamental est écrasé ou partiellement déchiré (1). *La disposition radiale des fibres primitives est ici très accusée.* Ce tissu est tout indiqué pour être ultérieurement le siège d'un recloisonnement tangentiel.

Le bois centripète de la région marginale présente un triple pointement trachéen, sa lame trachéenne droite s'étant bifurquée sitôt après sa formation. Chacune des lames trachéennes se continue en s'évasant largement par des vaisseaux rayés grêles, puis par des vaisseaux aréolés grêles. Toutes ces lames viennent buter contre un arc qui s'appuie à gauche sur le front des files centrifuges et à droite sur le front et sur le flanc droit de ces files. Dans cette région marginale on passe insensiblement des files centrifuges radiées au bois centripète. Les vaisseaux centripètes sont du même calibre que les fibres ligneuses centrifuges marginales et disposées en séries rayonnantes. En ce point la zone de fibres primitives se rattache largement au liber.

Le lobe  $L_g$  présente une structure très analogue à celle de  $L_d$ . Les pôles de la région marginale sont plus grêles et plus nombreux. Il y a une avance manifeste du côté gauche de la feuille sur son côté droit. Sa région marginale possède cinq pôles.

Les fibres primitives qui tapissent l'arc centripète de ce lobe  $L_d$  ont une disposition rayonnante très accusée. Parfois les éléments externes de cette zone sont écrasés ainsi que ceux du tissu fondamental voisin, d'où une lame cornée, épaisse contenant parfois des canaux gommeux. *Cette couche de fibres primitives figure souvent une assise génératrice directement contiguë au bois centripète.* Il est difficile de délimiter le liber dans cette région marginale. Sa partie superficielle contient de nombreux canaux gommeux tout comme la région du tissu fondamental à laquelle il est contigu.

Le tissu fondamental, l'hypoderme et l'épiderme du pétiole étant très semblable aux tissus de même nom de la tige. Il n'y a pas lieu de reprendre la description détaillée de chacun de ces tissus.

(1) A ce niveau les canaux gommeux sont localisés dans le tissu fondamental.

§ 2. — *Structure du pétiole à ses divers niveaux. — Particularités des pétioles des feuilles grêles.*

A. — STRUCTURE DE LA RÉGION INFÉRIEURE DU PÉTIOLE.

La structure de la base du pétiole ne diffère de celle de la région moyenne que par un moindre étalement des bords de l'arc libéro-ligneux. Ainsi c'est à peine si les lobes  $L_d$  ont leur pôle extérieur dédoublé. A ce niveau donc, la structure du faisceau foliaire est identiquement celle du faisceau sortant de la tige des Poroxylons. Les tissus superficiels étant également identiques, la liaison entre les pétioles que nous étudions et les tiges que nous avons décrites est donc complète. Nous avons donc bien affaire dans cette étude aux pétioles des Poroxylons. — Par rapport à la base du pétiole, la région moyenne de cet organe est caractérisée :

1<sup>o</sup> Par l'élargissement du faisceau sur ses marges ;

2<sup>o</sup> Par le grand développement de son bois centripète ;

3<sup>o</sup> Par la grande épaisseur de la couche de fibres primitives qui tapisse antérieurement le bois centripète. Cette couche prenait souvent une structure régulière radiée très analogue à celle d'une zone génératrice secondaire.

4<sup>o</sup> Par des tubes gommeux antérieurs.

On passe de la région inférieure du pétiole à la région moyenne d'une manière insensible. Le pétiole s'élargissait lentement.

B. — STRUCTURE DE LA RÉGION SUPÉRIEURE DU PÉTIOLE.

Dans la région supérieure du pétiole, l'élargissement marginal du faisceau va s'accroissant, les lobes les plus extérieurs s'isolent. Les rayons qui séparent les divers lobes du faisceau s'élargissent. La section grandit latéralement, ses bords restant cependant très épais. La partie médiane de la face antérieure fait saillie en avant. On passe insensiblement de la région moyenne du pétiole à sa région supérieure et au limbe. Toutes les modifications signalées plus haut quand on passe

de la base au milieu du pétiole vont donc s'accroissant. Le pétiole allongé, s'élargissait lentement en un limbe épais. La masse du faisceau formait une grande nervure dont les lobes externes se détachaient peu à peu. Une fois isolés ces lobes se ramifiaient une ou plusieurs fois dichotomiquement. C'est quelque chose d'analogue à ce que nous voyons aujourd'hui dans les folioles de *Bowenia spectabilis* (1).

C. — PARTICULARITÉS DES PÉTIOLÉS DES FEUILLES GRÊLES.

Dans les feuilles plus grêles que notre feuille type, le pétiole est plus faible que notre pétiole moyen (2). Sa face antérieure est souvent relevée dès la base en une sorte de crête ou d'angle saillant. Son arc libéro-ligneux est très large, eu égard aux proportions de l'ensemble. La disposition radiée de la couche de fibres primitives est plus accusée, la masse cornée qui revêt ces fibres est plus épaisse. Enfin le nombre des vaisseaux ligneux centripètes est beaucoup plus grand.

Fig. 225.

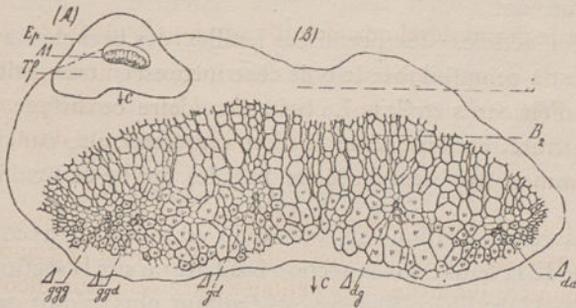


Fig. 225 (A). — Section transversale d'ensemble de la base d'un pétiole grêle de *Poroxylon Boysseti*. Gr.  $\frac{8}{1}$ .

(1) Dans quelques cas un lobe marginal plus important se détachait sur le bord libre des faisceaux latéraux et se ramifiait comme le faisceau sortant pris dans son ensemble. Les feuilles qui présentent cette particularité devaient être plus ou moins profondément lobées.

(2) Les principales dimensions de la section moyenne du pétiole pouvaient se réduire à :

Largeur du pétiole.....	4 <sup>mm</sup> 5 à 6 <sup>mm</sup>
Épaisseur.....	3 <sup>mm</sup> 5
Distance des bords de l'arc.....	2 <sup>mm</sup> à 2 <sup>mm</sup> 5

Peut-être même y avait-il encore d'autres feuilles plus petites, nous n'en n'avons pas rencontré mais nous en soupçonnons l'existence d'après les tiges que nous avons décrites pages 313, 322, 330..

← C. Direction dans laquelle se trouverait la tige.

M. Masse libéro-ligneuse représentant un faisceau unique étalé latéralement et commençant à se loper en son milieu.

Tf. Tissu fondamental.

Ep. Epiderme,

Fa. Face antérieure du pétiole. Fp. Face postérieure.

(B). — Ensemble de la masse libéro-ligneuse. Gr.  $\frac{45}{1}$ .

Δ. Les pôles ligneux.

B<sub>1</sub>. Bois primaire ou bois centripète. v. Vaisseaux aréolés.

fpa. Fibres primitives antérieures écrasées mal conservées.

B<sub>2</sub>. Bois secondaire.

L. Liber écrasé et mal conservé.

Dans les pétioles très grêles, l'arc libéro-ligneux ne forme qu'une masse dont le rayon médian est à peine indiqué. Les groupes M n'ont qu'un pointement trachéen; les groupes L en ont deux. Le bois centripète est relativement très développé, alors qu'au contraire le bois centrifuge est très réduit.

Dans ces pétioles grêles l'hypoderme est relativement très épais, les cordons hypodermiques voisins tendent à se réunir largement en une nappe continue.

Dans les pétioles des premières feuilles des branches axillaires le faisceau est à peine bilobé; le bois centripète est en très petite quantité et formé d'éléments grêles. Le bois secondaire centrifuge est en très petite quantité. Parfois même il n'est représenté que par des cellules à parois minces disposées en séries radiales qui ne se lignifiaient pas.

D'après ces indications on voit qu'il est facile de reconnaître la puissance de la feuille sur la section basilaire ou sur la section médiane du pétiole. L'arc libéro-ligneux est d'autant plus réduit qu'il appartient à une feuille plus réduite.

Les divers niveaux du pétiole sont indiqués par l'isolement relatif des faisceaux marginaux. Ces faisceaux sont d'autant plus libres qu'on est plus près du limbe.

### § 3. — Structure du limbe.

La structure des diverses régions du limbe des Poroxyllons nous a été donnée par le *P. Stephanensis* qui, comme son nom l'indique, provient des gisements du pays stéphanais.

La structure du limbe des Poroxytons nous étant fournie par une espèce nouvelle, il convient d'établir tout d'abord que les débris de limbes que nous avons étudiés se rapportent bien certainement aux Poroxytons.

Ces débris de limbes présentent les caractères suivants :

1° De gros faisceaux diploxylés à bois centripète largement développé. 2° La zone ligneuse centrifuge de ces faisceaux est formée de files rayonnantes séparées les unes des autres par des rayons étroits très étendus en hauteur. 3° Les fibres ligneuses secondaires grêles, ne portent de ponctuations aréolées contiguës que sur leurs faces radiales. 4° Les grands vaisseaux du bois centripète ont leurs parois couvertes de *ponctuations aréolées rangées en files contiguës*. 5° Le liber dans les points où il n'est pas complètement écrasé montre la structure type du liber des Poroxytons.

Les caractères ci-dessus étant ceux qui définissent la tige, le pétiole et la racine des *P. Edwardsii* et *Boysseti*, nous croyons pouvoir rapporter ces limbes aux Poroxytons. Comme autre argument venant confirmer notre manière de voir nous pouvons ajouter qu'au voisinage immédiat de ces limbes nous avons trouvé des débris de racines et de bois de Poroxyton. Il y avait donc des Poroxytons à Grand-Croix, dans la région même où l'on trouve le *P. Stephanensis*. (1)

#### A. — SECTION TRANSVERSALE MOYENNE DU LIMBE.

Nous distinguons trois régions dans la section transversale moyenne du limbe des Poroxytons. Ces trois régions sont :

- 1° La région des nervures médianes.
- 2° La région comprise entre les nervures médianes et la région marginale.
- 3° La région marginale.

(1) Le gisement de Grand-Croix étant plus ancien que celui d'Autun l'espèce stéphanaise est plus ancienne que les espèces éduennes.

Fig. 17.

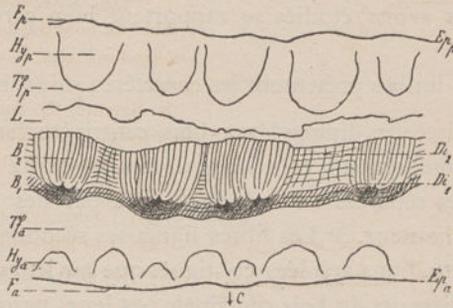


Fig. 226. — Section transversale d'ensemble de la région des nervures médianes dans la moitié inférieure du limbe d'une feuille de *Poroxydon stephanensis*. Gr.  $\frac{8}{1}$ .

Fa, Face antérieure du limbe. Fp, Face postérieure.

Hy, Cordons hypodermiques. Hya, Cordons antérieurs. Hyp, Cordons postérieurs.

Ep, Epiderme. Epa, Epiderme antérieur. Epp, Epiderme postérieur.

B<sub>1</sub>, Bois primaire de la plage libéro-ligneuse dont les pôles sont indiqués par les lettres Δ. Di<sub>1</sub>, Éléments ligneux primaires diaphragmatiques reliant les vaisseaux aréolés centripètes de deux faisceaux voisins.

B<sub>2</sub>, Bois secondaire ou centrifuge. Di<sub>2</sub>, Éléments ligneux secondaires diaphragmatiques reliant les fibres ligneuses secondaires de deux faisceaux voisins.

L, Liber généralement écrasé et déchiré.

Tf, Tissu fondamental. Tfa, Partie du tissu fondamental comprise entre la plage libéro-ligneuse et la face antérieure du limbe. Tfp, Partie du tissu fondamental comprise entre la plage libéro-ligneuse et la face postérieure du limbe.

Fig. 227.

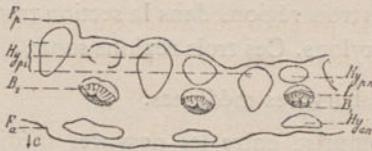


Fig. 227. — Section transversale du limbe de *Poroxydon stephanensis*, pratiquée vers la moitié du limbe, à égale distance du bord du limbe et de la région des nervures médianes. Gr.  $\frac{8}{1}$ .

Hyp<sub>1</sub>, Cordons hypodermiques postérieurs correspondant à l'intervalle des nervures.

Hyp<sub>2</sub>, Cordons hypodermiques postérieurs placés sous les nervures.

Hya<sub>2</sub>, Cordons hypodermiques supérieurs placés au-dessus des nervures.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 226.

Fig. 228.

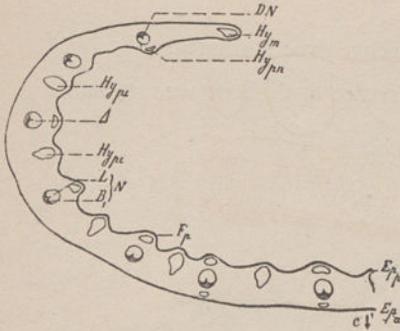


Fig. 228. — Section transversale d'ensemble du bord du limbe de *Poroxylon stephanensis*, vers la moitié de sa longueur.

N. Nervure. B<sub>1</sub>. Son bois primaire ou centripète. L. Son liber.

D. N. Nervure la plus voisine du bord de la feuille.

Hym. Cordon hypodermique marginal.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 226, 227.

La région de la section transversale moyenne du limbe des *Poroxylons* qui correspond aux nervures médianes montre :

1° Une large plage libéro-ligneuse continue d'une structure toute spéciale. Cette plage représente plusieurs nervures très rapprochées à ce niveau, mais qui se sépareront un peu plus haut, lorsque les nervures plus voisines du bord se seront épuisées. Cette plage libéro-ligneuse très épaisse est placée à égale distance des deux faces de la feuille. L'épaisseur totale du limbe en ce point est 3 à 4 fois celle de sa lame libéro-ligneuse. Le limbe était donc très épais. Les nervures ne faisaient point saillie à sa surface.

2° Une épaisse couche antérieure de parenchyme fondamental.

3° Une épaisse couche postérieure du même tissu.

Ces deux lames tapissent directement la bande libéro-ligneuse. Le parenchyme fondamental à la même organisation sur les deux faces. Parfois cependant le parenchyme antérieur présente au voisinage des faisceaux des traces de recloisonnements tangentiels que nous n'avons jamais retrouvées dans le parenchyme postérieur. Le parenchyme fondamental s'étend des nervures aux deux épidermes, sauf dans les points où l'épiderme est revêtu d'hypoderme.

4° Des faisceaux hypodermiques antérieurs formant de larges plaques irrégulières ou des cordons sinueux intimement appliqués contre l'épiderme antérieur.

5° Des faisceaux hypodermiques postérieurs très gros, très irréguliers. Certains d'entre eux correspondent aux nervures, d'autres correspondent à l'intervalle de deux nervures, mais sans qu'il y ait un

ordre régulier comparable à celui que l'on trouve plus près des bords du limbe.

6° Une assise épidermique antérieure avec stomates.

7° Une assise épidermique postérieure également avec stomates.

Fig. 229.

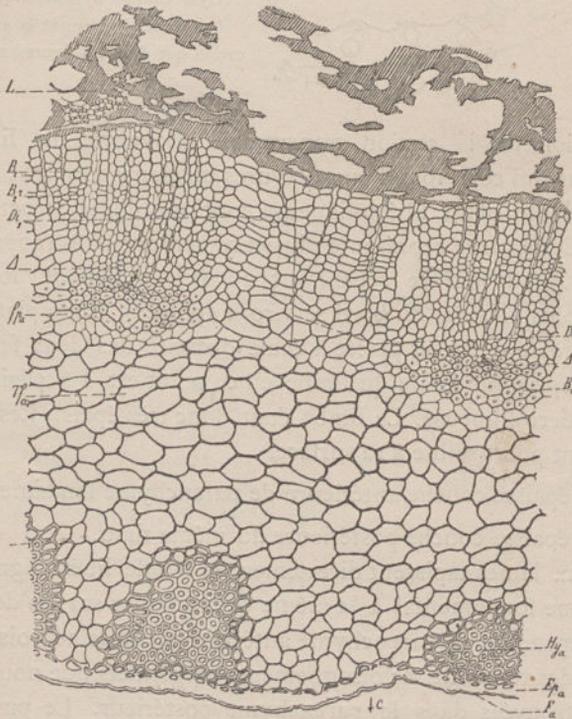


Fig. 229. — Section transversale d'une partie de la plage libéro-ligneuse du limbe de *Poroxylon stephanensis* prise dans la région des nervures médianes. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

L. Liber très généralement écrasé. Sa structure n'est reconnaissable qu'en quelques points.

B<sub>2</sub>r. Fibres ligneuses secondaires moins épaisses radialement qui marquent une période d'arrêt dans la formation du bois secondaire.

fpa. Fibres primitives qui reliait le bois centripète au tissu fondamental antérieur.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 230.

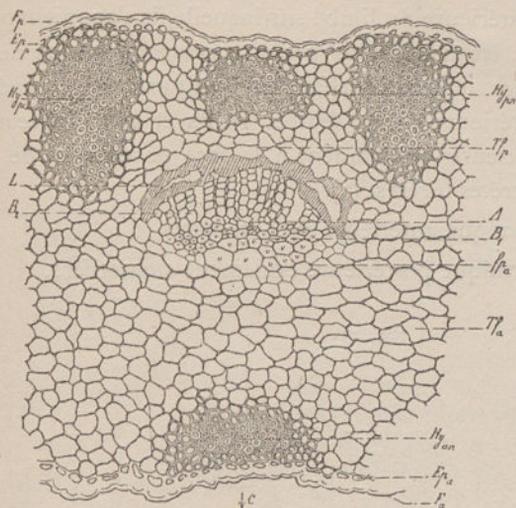


Fig. 230. — Section trans-  
versale d'une nervure du limbe  
de *Poroxydon stephanensis*.

Cette nervure est prise à  
égale distance du bord du  
limbe et de la plage des ner-  
vures médianes, Gr.  $\frac{35}{1}$ .

Entre les nervures médianes et le bord, la section moyenne du limbe montre :

1° De gros faisceaux libéro-ligneux distincts ou plus rarement largement unis par des plages diaphragmatiques. Ces faisceaux possèdent du bois centripète et du bois centrifuge. Leur liber est généralement écrasé.

2° En avant, en arrière et autour des faisceaux, on voit un tissu fondamental homogène, non différencié en parenchyme en palissade et en parenchyme rameux ; c'est une sorte de tissu palissadiforme court.

3° Des cordons hypodermiques régulièrement disposés au contact des deux épidermes. L'hypoderme antérieur forme de larges plaques en face des faisceaux. Ces plaques sont bien isolées les unes des autres. A chacune d'elles correspond une légère saillie de la face antérieure de la feuille. Quand elles sont très espacées, on voit entre deux plaques hypodermiques consécutives un très petit cordon qui correspond alors à l'un des grands faisceaux hypodermiques postérieurs.

Les faisceaux hypodermiques postérieurs sont de deux sortes ; les uns, qui correspondent à l'intervalle des deux nervures, sont plus



Fig. 233.



Fig. 233. — Cellules épidermiques de la face postérieure du limbe d'une feuille de *Poroxylon stephanensis*. Ces cellules sont prises dans la région des nervures médianes et vers le milieu de la longueur du limbe.

Fig. 234.

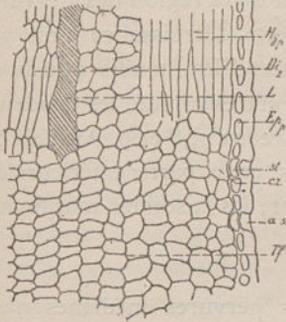


Fig. 234. — Section radiale de la face postérieure du limbe d'une feuille de *Poroxylon stephanensis*.

Gr.  $\frac{35}{1}$ .

La moitié supérieure de la section rencontre la lame diaphragmatique qui unit les faisceaux de deux nervures voisines et de plus un cordon hypodermique postérieur. La moitié inférieure de la section passe entre deux nervures.

st. Cellule stomatique, a, st. Antichambre, c, st. Chambre pneumatique.

Au bord du limbe les faisceaux sont grêles, très isolés; même dans cette région, ils n'ont pas de gaine protectrice. La plage hypodermique antérieure qui les accompagne est réduite à 4 ou 5 éléments ou même disparaît tout à fait. La plaque hypodermique postérieure correspondante persiste plus longtemps; elle est réduite à quelques éléments collenchymateux 5 à 10. Les faisceaux hypodermiques postérieurs qui correspondent à l'intervalle des nervures sont réduits à quelques éléments 5 à 15. Tous ces faisceaux hypodermiques postérieurs déterminent à la face postérieure de la feuille de petits côtes saillantes. Le bord même du limbe se recourbe vers la face postérieure de la feuille. Il est soutenu par un petit faisceau hypodermique marginal. Dans cette partie du limbe, les éléments qui avoisinent les faisceaux se disposent radialement par rapport à ces faisceaux. Dans l'intervalle des faisceaux, les éléments du tissu fondamental se placent parallèlement aux faces. Cette disposition est surtout accusée dans la partie supérieure du limbe.

#### B. — VARIATIONS DE STRUCTURE DU LIMBE A SES DIVERS NIVEAUX.

Dans la région basilaire du limbe on remarque les modifications suivantes :

La région des nervures médianes devient très épaisse. Elle double et triple d'épaisseur (1). Les faisceaux très épais forment une plage moins étendue. Le tissu fondamental est très épais, tant en avant qu'en arrière de la plage libéro-ligneuse. L'hypoderme forme à la face antérieure de nombreux massifs volumineux sans rapports simples avec les nervures sous-jacentes. Il en est de même de l'hypoderme postérieur. Les faisceaux décroissent rapidement de la région des nervures médianes au bord de la feuille, mais cette décroissance n'est pas toujours très régulière. Ainsi, dans un échantillon, tandis que du 1<sup>er</sup> au 9<sup>me</sup> faisceau la décroissance est régulière et très rapide, les faisceaux 10, 11, 12 et 13 sont plus gros que les faisceaux 7, 8 et 9. Au-delà du faisceau 14 la décroissance reprend. Dans cette partie inférieure du limbe le bord est plus épais que plus haut ; les faisceaux marginaux sont plus rapprochés les uns des autres.

Dans le haut du limbe, la région des nervures médianes n'est indiquée que par des faisceaux plus gros qui sont tous isolés. La distribution de l'hypoderme est celle que nous avons signalée dans la région moyenne entre la marge et le milieu de la feuille. A mesure qu'ils s'élèvent, les faisceaux s'affaiblissent, les plus extérieurs s'épuisant les premiers ; cet affaiblissement à partir d'un certain niveau procède par dichotomie du faisceau, puis par réduction du faisceau.

Y avait-il des dents au bord du limbe ? — Nous n'en avons pas vu. S'il y en a eu elles n'étaient guère plus importantes que celles des folioles de nos *Bowenia*. Dans sa région supérieure, le limbe s'amincit beaucoup.

#### C. — PRINCIPALES PARTICULARITÉS DES TISSUS DU LIMBE.

Connaissant les variations générales des tissus du limbe dans ses diverses régions, examinons en détail chacun de ces tissus.

Un faisceau isolé, *pris vers le milieu du limbe* montre : Un groupe triangulaire de trachées grêles dont le sommet principal occupé par la trachée initiale marque le pôle du faisceau. Ce sommet très obtus est

(1) Accidentellement elle pouvait devenir plus épaisse encore.

extérieur et s'appuie directement sur le front des files ligneuses centrifuges. En avant de ces trachées on voit quelques vaisseaux rayés, puis des vaisseaux aréolés ; *ces derniers très volumineux forment un grand arc de 4 rangs*, qui tapisse intimement les premiers éléments ligneux primaires. Les extrémités de cet arc libéro ligneux se réfléchissent en arrière *pour se continuer directement à droite et à gauche avec les files ligneuses centrifuges*. Le bois primaire est donc très épais et très large. Le bois secondaire est formé de files radiales de fibres ligneuses grêles (1), inégales. Toutes ces files sont séparées par des rayons étroits de 1 à 2 rangs d'éléments qui vont s'élargissant vers l'extérieur. Il y a eu manifestement dans le bois secondaire des plus gros faisceaux un ralentissement puis une reprise de la végétation suivie à son tour d'un nouveau ralentissement. Le ralentissement de la végétation s'indique dans le faisceau de la feuille comme dans celui de la tige par des éléments secondaires plus grêles, plus étroits tangentiellement; plus plats radialement. Il y a 17 rangs de fibres ligneuses secondaires. Ces fibres sont ornées de ponctuations aréolées disposées en quinconce sur leurs faces radiales. Les cellules des rayons sont un peu allongées radialement, peu hautes, très étroites tangentiellement. Bien souvent le tissu des rayons ligneux est détruit, et il y a de grandes déchirures radiales dans le faisceau ; cela tient à ce que les fibres ligneuses se sont plus fortement contractées que les éléments voisins *avant la silicification*. La zone cambiale et le liber sont généralement déchirés et écrasés. Lorsque ces tissus sont conservés, on voit qu'ils ont la même structure que les tissus correspondants du pétiole des Poroxyllons. En somme dans cette région, les faisceaux de la feuille sont très puissants, très larges, très complexes, sans gaine propre.

Dans les régions de la feuille où les faisceaux sont très rapprochés, ils sont très souvent reliés les uns aux autres par un tissu spécial. Au niveau du bois centrifuge, ce tissu spécial est composé de files radiales d'éléments allongés perpendiculairement aux nervures. Ces éléments plus épais que les fibres ligneuses sont ornés de ponctuations aréolées sur leurs faces de fond et sur leurs faces radiales. Ce sont des éléments ligneux courts, diaphragmatiques qui reliaient largement les bords des

(1) Ces fibres sont grêles par rapport à celles de la tige, mais très larges encore pour un bois de feuille.

faisceaux voisins. Les éléments diaphragmatiques les plus grands occupent le milieu de ces arcs. Extérieurement ce tissu est tapissé par une zone cambiale et par des éléments libériens diaphragmatiques. En ces mêmes points les masses ligneuses centripètes sont reliées aussi par de très gros éléments ligneux semblables aux précédents mais plus volumineux et surtout très irréguliers. Ces gros éléments antérieurs sont tapissés par de grosses cellules parenchymateuses allongées horizontalement, irrégulières, qui représentent un parenchyme primitif reliant les fibres primitives des deux faisceaux voisins.

Ces régions diaphragmatiques peuvent être très étendues à la fois, très larges dans le sens horizontal et très allongées verticalement. C'est par leur intermédiaire que les faisceaux forment une plage continue au milieu du limbe dans le plan médian de la feuille. Cette disposition est due à ce fait que les faisceaux s'y divisent sans que leurs branches puissent s'écarter. A droite et à gauche des nervures médianes, là où les nervures peuvent s'isoler, ce plancher libéro-ligneux s'interrompt. Plus haut lorsqu'un faisceau isolé se redivise ses deux branches demeurent plus ou moins longuement reliées entre elles par un plancher analogue.

La division des faisceaux se préparait plusieurs centimètres au-dessous du point où elle devenait complète. Si l'on suit un faisceau qui va se diviser, on voit d'abord qu'il présente des files de fibres centrifuges larges en regard de ses trachées initiales. Plus haut la masse trachéenne s'élargit, puis montre un double pointement. Plus haut encore, les deux pointements trachéens s'écarterent et les vaisseaux centripètes aréolés viennent toucher le bois centrifuge entre les deux pointements trachéens. Pendant que le bois centripète s'élargit ainsi, on voit s'intercaler de nouvelles files centrifuges au milieu du faisceau ; cette intercalation apparente est due à ce que chaque file de fibres centrifuges larges est remplacée par plusieurs files de fibres étroites. Si l'on continue à s'élever le long du faisceau l'élargissement continuant, le faisceau se lobe. A ce moment les éléments qui joignent les deux lobes prennent l'allure diaphragmatique. Cette transformation n'est pas brusque de sorte qu'on voit des files de fibres étroites allongées verticalement entre les files d'éléments horizontaux. Plus haut il n'y a plus que des éléments horizontaux aussi bien au niveau du bois centripète qu'au niveau du bois centrifuge. Plus haut encore, lorsque le diaphragme s'arrête, il cesse d'abord dans la région médiane ;

tandis qu'il se poursuit à droite et à gauche sur les deux branches du faisceau mais pas bien loin.

*A mi-distance entre la région médiane du limbe et son bord*, les faisceaux se réduisent; leur masse ligneuse centrifuge diminue, ils n'ont plus que sept à neuf groupes de fibres centrifuges. Encore ces files n'ont-elles que quatre à six rangs d'éléments.

*Près du bord du limbe* les faisceaux se réduisent à deux trachées initiales et à quelques vaisseaux rayés (5 à 6). Ils n'ont plus de fibres ligneuses secondaires caractérisées. Toute la partie extérieure du faisceau, zone cambiale et liber, est écrasée.

*Dans la région inférieure du limbe là où les faisceaux voisins du bord du limbe ne se terminent pas*, ces faisceaux ont encore trois à quatre groupes de fibres ligneuses secondaires, placées sur quatre rangs. Ces fibres très grêles sont séparées par de grands rayons. Le bois centripète est encore très développé.

*Dans la région supérieure du limbe, là où les faisceaux médians s'épuisent sans se rediviser*, ces faisceaux sont réduits à deux trachées initiales disposées en files, dont l'antérieure s'appuie sur deux à trois vaisseaux rayés qui représentent le bois centripète. Il n'y avait pas de bois centrifuge. La zone cambiale n'était qu'indiquée. Il n'y avait pas de liber secondaire. Il y avait un peu de liber primaire représenté par des éléments à parois minces, les uns parenchymateux, les autres grillagés, mais ordinairement ces tissus délicats sont détruits, les éléments ligneux centripètes sont seuls conservés.

*On ne voit jamais de gaine protectrice autour des faisceaux du limbe des Poroxylons.*

*Nous n'avons pas vu de tubes gommeux dans le limbe.* Peut-être y en avait-il dans le liber primaire; malgré nos recherches spéciales nous n'avons pu constater leur présence.

Le tissu fondamental compris entre la plage des faisceaux et la face antérieure du limbe, est composé de cellules à section transversale polygonale, qui ne laissent entre elles que de petits méats. Ces cellules sont disposées verticalement en longues files. Elles ont une section radiale rectangulaire, le grand côté du rectangle étant perpendiculaire à la surface. Les cellules des files voisines alternent. Toutes ces cellules sont semblables. En section transversale elles figurent un parenchyme homogène à éléments plus larges près des faisceaux, à

éléments plus grêles près de l'épiderme supérieur. Très souvent ce tissu est mal conservé et écrasé. Là où il est épais, on reconnaît que les éléments voisins des faisceaux se sont recloisonnés parallèlement à la surface et parfois aussi perpendiculairement à cette direction. Dans quelques cas ce parenchyme a donc pu s'épaissir contre la face antérieure des faisceaux. Dans certains cas même, lorsque la feuille avait eu à souffrir de blessures graves comme une galerie d'insecte ouverte parallèlement à ses nervures, ce parenchyme devenait très épais; il pouvait tripler et quadrupler d'épaisseur. En dehors de la proximité immédiate d'une blessure, le cambiforme qui déterminait cet épaississement ne se localisait pas, il était seulement plus actif contre le faisceau. Le tissu fondamental antérieur est relié au bois centripète par des fibres primitives grêles. Le tissu fondamental postérieur a la même structure que celui de la région antérieure. Il ne s'épaississait pas.

Entre la région des nervures médianes et la région marginale du limbe, les éléments du tissu fondamental sont allongés horizontalement et parallèlement aux faces; ils sont peu épais, peu hauts, disposés en files verticales.

Nous n'avons pas vu de sclérites dans le tissu fondamental ni au voisinage des faisceaux.

Nous n'avons pas trouvé de tubes gommeux dans le tissu fondamental.

Les plages, plaques, faisceaux hypodermiques du limbe sont constitués par des fibres allongées à section transversale polygonale, terminées en pointe à leurs extrémités. Ces fibres grêles ont une paroi très fortement épaissie; elles sont parfois recloisonnées transversalement. Celles des plaques antérieures sont plus grêles. Celles des plaques postérieures sont plus larges. Au voisinage même de la face postérieure, elles deviennent collenchymateuses, leurs parois s'amincissent, elles sont plus fortement recloisonnées.

L'épiderme consiste en cellules plates, à parois épaisses, surtout la paroi externe qui est gonflée, très épaisse. Les cellules épidermiques sont courtes, étroites. Vues de face, ce sont de petits rectangles isolés par des parois épaisses. Leurs parois radiales ne sont pas ondulées. Cet épiderme porte des stomates disposés en files, le grand axe du stomate étant parallèle à la direction des nervures. L'ostiole est limité par deux cellules. Le stomate est précédé d'un antichambre.

§ 4. — *Influence de certaines blessures sur la structure du limbe.*

Parmi les nombreux échantillons de feuilles de Poroxyllons que nous avons étudiés, notre attention a été particulièrement attirée par quelques limbes qui nous frappèrent tout d'abord par leur épaisseur exceptionnelle. Ces limbes avaient été blessés dans la région de leurs nervures médianes. Les blessures dirigées longitudinalement avaient provoqué la destruction d'une certaine quantité de tissu fondamental entre deux nervures, mais ultérieurement elles s'étaient cicatrisées conformément à la *Loi des surfaces libres* (1). A cet effet une zone cambiforme s'était établie dans les tissus voisins de la blessure. Puis cette zone avait produit entre elle et la plaie une nappe de liège à éléments aplatis, isolant une eschare qui s'était desséchée sur place.

Si intéressant qu'il soit de constater que la cicatrisation de plaies étendues se faisait chez les végétaux houillers d'après les mêmes lois que chez les végétaux actuels, là n'est point le seul, ni même le plus grand intérêt de ces limbes blessés longitudinalement. Conséquemment à la blessure et à sa cicatrisation, la cause irritante continuant sans doute d'agir, *la feuille étant encore en pleine croissance*, il s'est produit une hypertrophie des tissus antérieurs du limbe qui en a triplé et quadruplé l'épaisseur. A cet effet les éléments du tissu fondamental antérieur ont grossi, puis ils se sont recloisonnés une, deux, trois et quatre fois parallèlement aux planchers diaphragmatiques de la plage libéro-ligneuse. Le cambiforme diffus dont nous avons constaté la présence dans cette région est donc rentré en activité et a donné un grand nombre de nouveaux éléments fondamentaux. Dans le même temps les fibres primitives contiguës au bois centripète se sont hypertrophiées puis recloisonnées. *Il s'est ainsi établi sur toute la surface du bois centripète de la plage libéro-ligneuse une épaisse couche cambiale qui a donné du bois secondaire vers le bois centripète et un peu de liber secondaire sur sa face opposée. C'est-à-dire entre elle et le tissu fondamental antérieur.* Ces tissus libéro-ligneux secondaires sont exclusivement parenchymateux. En plusieurs points, ce bois

(1) C.-Eg. Bertrand. *Loi des Surfaces libres*. Bulletin de la Société Botanique de France. 1884.

Fig. 235.

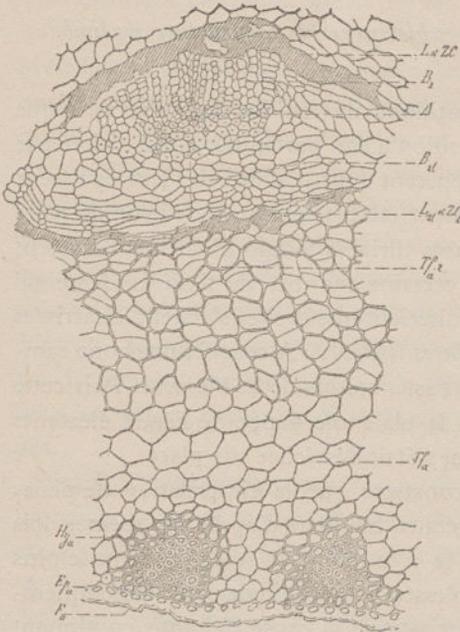


Fig. 235. — Section transversale d'une grosse nervure et de la face antérieure du limbe d'une feuille de *Poroxydon stephanensis* présentant des productions secondaires tardives. La feuille en question a été blessée, les blessures ont été cicatrisées. Il y a neuf nervures entre celle qui est figurée et la surface de la blessure. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

B<sub>2t</sub>. Bois secondaire tardif développé entre le bois centripète dont les vaisseaux sont indiqués par  $\sigma$  et le tissu fondamental.

ZC<sub>t</sub> et L<sub>2t</sub>. Zone cambiale tardive et Liber secondaire tardif. Ces deux tissus sont ordinairement écrasés. Ils sont beaucoup moins épais que le bois tardif.

Tf. r. Portion du tissu fondamental contiguë à la nervure et recloisonnée tardivement.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 236.

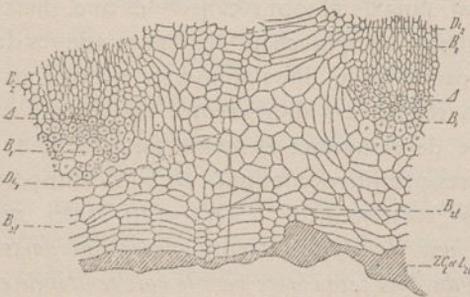


Fig. 236. — Section transversale du bois secondaire tardif ajouté en avant de la plage diaphragmatique qui relie deux nervures d'une feuille blessée. Les deux nervures figurées font partie de la plage des nervures médianes du limbe. Il y a trois nervures entre celles-ci et la région blessée. — La zone cambiale tardive et le liber secondaire tardif sont complètement écrasés. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

secondaire antérieur a de cinq à sept rangs d'éléments. Le liber secondaire antérieur a de un à trois rangs. Le bois secondaire antérieur semble continuer directement le bois centripète. A première vue il n'en diffère pas. Il faut même une longue étude pour délimiter exac-

Fig. 237.

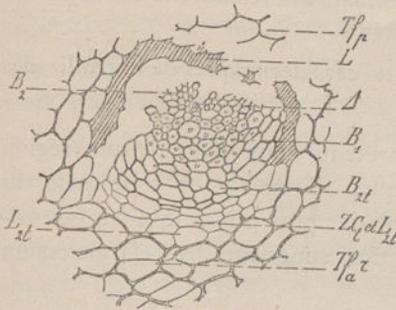


Fig. 237. — Section transversale d'une nervure grêle d'un limbe blessé de *Poroxydon stephanensis*. La zone cambiale tardive et le liber secondaire tardif très peu épais ne sont pas écrasés. Gr.  $\frac{50}{1}$ .

tement ce qui appartient au bois secondaire tardif et ce qui appartient au bois centripète, les éléments de ce dernier tissu qui sont contigus au bois tardif s'étant souvent recloisonnés transversalement.

Ainsi une légère irritation provoquait dans le limbe des Poroxydons non seulement l'épaississement du tissu fondamental mais même la formation de tissus libéro-ligneux secondaires tardifs dont le bois secondaire s'accolait au bois centripète de la plage libéro-ligneuse qu'il semblait continuer.

Cette organisation a semblé tout d'abord confirmer l'opinion émise naguère par l'un de nous sur la nature du bois centripète des faisceaux foliaires des Cycadées actuelles (1) mais nous n'avons pas tardé à reconnaître par une étude approfondie des tissus leur véritable nature. La facilité avec laquelle les fibres primitives qui tapissent antérieurement la plage libéro-ligneuse du limbe des Poroxydons rentrent en activité n'a rien qui puisse nous surprendre puisque déjà dans les pétioles intacts nous avons constaté une tendance très prononcée de cette zone à devenir génératrice. Une très faible irritation suffisait certainement pour provoquer son hypertrophie. (2).

Quelle que fût d'ailleurs l'importance de la blessure qui avait provoqué par contre-coup l'hypertrophie du limbe, nous n'avons jamais vu le tissu fondamental compris entre la plage libéro-ligneuse et l'épiderme postérieur participer à cette hypertrophie.

(1) C.-Eg. Bertrand. *Théorie du Faisceau*. Lille. 1880.

(2) Les différents faisceaux d'une même plage libéro-ligneuse présentent des quantités très différentes des tissus libéro-ligneux secondaires tardifs.

§ 5. — *Conclusions. — Caractéristiques des feuilles des Poroxylons.*

Il ressort de notre analyse que les caractéristiques de la feuille des Poroxylons sont les suivantes :

1. La feuille des Poroxylons présente deux régions, une région inférieure rétrécie, demi-cylindrique, allongée, qui représente un pétiole et une région supérieure aplatie, plus mince, qui fait insensiblement suite au pétiole. Cette portion supérieure très élargie est un limbe.

2. Le pétiole reçoit de la tige un seul faisceau. Ce faisceau très large est bilobé dès la base du pétiole et quadrilobé dans sa région moyenne. Les lobes de ce faisceau restent longuement adhérents de manière à figurer un grand arc libéro-ligneux presque continu. La dispersion de ce système se fait par ses marges.

3. Le bois centripète de l'arc libéro-ligneux est très développé. Le bois centrifuge présente les mêmes rapports que dans la tige.

4. Les éléments anomatiques de l'arc libéro-ligneux du pétiole ont les mêmes caractères histologiques que dans la tige. Ainsi le bois centripète contient des vaisseaux aréolés à aréoles nombreuses disposées en files contiguës. Les fibres ligneuses du bois centrifuge ne portent d'aréoles que sur leurs faces radiales. Les cellules grillagées ont les mêmes grillages que dans la tige ; et le liber présente la même alternance de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses.

5. Les fibres primitives qui tapissent la partie antérieure de l'arc libéro-ligneux du pétiole sont très nombreuses. Elles pouvaient se recloisonner tangentiellement. Dans ce cambiforme et contre le bois centripète pouvait se produire une zone cambiale qui donnait du bois secondaire contre le bois centripète et du liber secondaire sur sa face antérieure.

6. Le parenchyme fondamental du pétiole est homogène, très épais, non lacuneux.

7. La surface du pétiole est renforcée par des faisceaux hypodermiques rayonnants très épais.

8. Le limbe épais, plurinervié à nervures marginales simples ou

dichotomes, présente une partie médiane plus épaisse dans laquelle circulent les nervures médianes largement anastomosées entre elles en une sorte de grande plage libéro-ligneuse.

9. Les faisceaux du limbe sont diploxylés, très épais, les deux bois étant tous deux très développés.

10. Les faisceaux limbaires ont les mêmes caractères histologiques que ceux du pétiole, c'est-à-dire un bois centripète à vaisseaux aréolés, des fibres centrifuges aréolées sur leurs faces radiales, des cellules grillagées avec grillages semblables à ceux que nous avons décrits dans la tige. Des rayons étroits très longs.

11. Les faisceaux du limbe se ramifiaient dichotomiquement ; les branches de bifurcation demeurant largement unies par des planchers diaphragmatiques.

12. Les nervures ne faisaient pas saillie à la surface du limbe.

13. En général les faisceaux du limbe décroissaient régulièrement de la plage médiane vers les bords du limbe.

14. Les faisceaux marginaux du limbe sont réduits à leurs éléments primaires, bois centripète et liber primaire.

15. Les faisceaux ne sont pas enfermés dans une gaine protectrice comme ceux des Cordaïtes.

16. Le tissu fondamental du limbe est homogène, palissadiforme. Dans la région des nervures médianes la partie antérieure de ce tissu pouvait croître en épaisseur par des recloisnements localisés au voisinage des faisceaux.

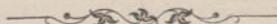
17. Les faisceaux hypodermiques, parallèles et dichotomes sont distribués sans ordre simple dans la région des nervures médianes. Vers la périphérie du limbe, ils sont distribués régulièrement, savoir : un nervulaire antérieur, un nervulaire postérieur, ce dernier étant compris entre deux internervulaires. Le bord du limbe est soutenu par un faisceau hypodermique marginal.

18. L'épiderme qui a la même structure sur les deux faces du limbe consiste en très petites cellules tabulaires. Il porte sur ses deux faces des stomates distribués en files longitudinales. Ces stomates sont localisés entre les faisceaux hypodermiques.

19. Les faisceaux limbaires se terminaient en pointe effilée.

20. Dans les feuilles blessées, la plaie se cicatrisait conformément à la Loi des Surfaces libres ; et souvent, il s'ajoutait une masse épaisse de tissus libéro-ligneux secondaires à la face antérieure du bois centripète des faisceaux limbaires.

Dans ces feuilles blessées le tissu fondamental antérieur acquérait une épaisseur exceptionnelle.



### CHAPITRE III.

---

## STRUCTURE DE LA RACINE DES POROXYLONS.

---

#### SOMMAIRE.

- § 1. — Section transversale moyenne des radicules des Poroxytons.
- § 2. — Insertion des radicules sur les racines.
- § 3. — Grosses racines des Poroxytons.
- § 4. — Conclusions. — Caractéristiques des racines des Poroxytons.

#### § 1. — *Section transversale moyenne des radicules.*

La structure des radicules des Poroxytons (1) est la structure type des petites racines de Phanérogames à croissance secondaire et à faisceau bipolaire (2). Elle rappelle en particulier beaucoup celle des petites racines des Gymnospermes.

La section transversale moyenne d'une de ces radicules montre :

1° Une lame ligneuse primaire bipolaire qui indique la trace du plan principal de symétrie de la racine.

(1) L'attribution de ces radicules aux Poroxytons repose sur l'identité de structure des éléments anatomiques du bois primaire, du bois secondaire, du liber secondaire et du liège de ces racines avec les éléments des tissus de même nom des tiges. En particulier les fibres ligneuses secondaires sont ornementées et agencées de la même manière que celles de la tige. Les cellules grillagées ont les mêmes ornements, la même origine et les mêmes rapports que dans la tige.

(2) Dans des radicules plus fortes nous avons trouvé un faisceau tétrapolaire.

2° Deux coins ligneux secondaires séparés l'un de l'autre par deux grands rayons.

3° Deux arcs cambiaux opposés reliés entre eux par une zone cambiforme qui devenait plus tard en totalité ou partiellement seulement une zone cambiale.

4° Deux arcs libériens secondaires à la périphérie desquels on voit deux amas libériens primaires écrasés et transformés en parenchyme corné.

5° Une zone de tissu fondamental secondaire.

6° Une zone de liège.

Ces deux derniers tissus, développés dans la *région péricambiale*, aux dépens d'une même assise génératrice, ont déterminé la chute des tissus superficiels de la racine.

Reprenons en détail l'examen de ces tissus.

La lame ligneuse primaire montre à chacune de ses extrémités un pôle trachéen représenté par 3 à 5 trachées grêles. Contre elles, mais plus près du centre, s'appuient des trachées plus grosses, puis des vaisseaux rayés, et au centre des vaisseaux à punctuations aréolées, contiguës. Chaque face porte plusieurs files de punctuations. La lame ligneuse primaire est très étendue. On y compte jusqu'à 10 gros vaisseaux entre les deux groupes trachéens. Dans toutes les radicules que nous avons observées les lames ligneuses primaires se rencontreraient au centre de la racine.

Les masses libéro-ligneuses secondaires forment deux grandes plages en éventail situées à droite et à gauche de la lame ligneuse primaire comme dans toutes les racines de Phanérogames à croissance secondaire.

Le bois secondaire consiste en files radiales de grosses fibres ligneuses semblables à celles de la tige, c'est-à-dire avec aréoles sur leurs faces radiales. Les files centrifuges sont solitaires ou groupées 2 à 2. Les racines que nous étudions avaient 13 à 14 rangs de fibres ligneuses. Les plus externes de ces fibres sont plus grêles que celles qui les précèdent, ce qui indique un ralentissement dans la végétation. Ces fibres ligneuses secondaires sont séparées par des rayons qui ont la même structure que les rayons de la tige.

La zone cambiale et le liber secondaire, avec les rayons qui le partagent, ont la même structure que les tissus de même nom de la

Fig. 238.

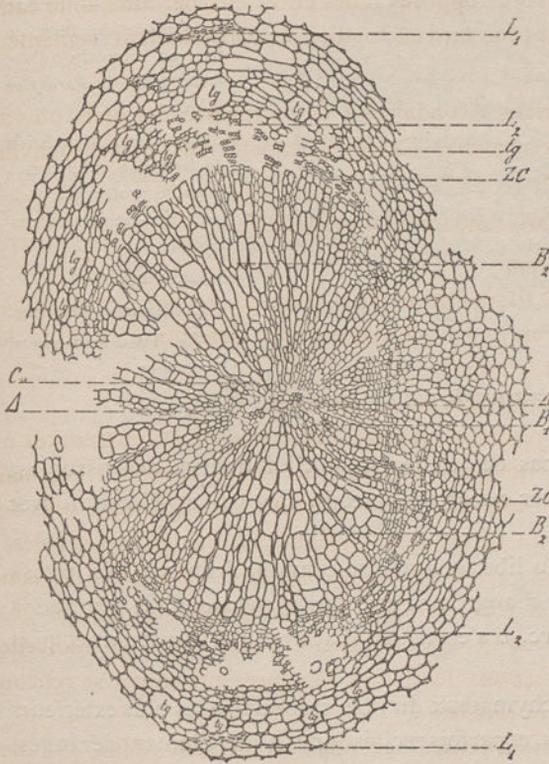


Fig. 238.— Section transversale d'ensemble du faisceau bipolaire d'une racine grêle de *Poroxydon Edwardsii*. Gr.  $\frac{35}{1}$ .

C. Centre de figure de la racine.

ΔΔ. Pôles du faisceau.

B<sub>1</sub>. La lame ligneuse primaire qui unit les deux pôles.

B<sub>2</sub>. Bois secondaire.

ZC. Zone cambiale.

L<sub>1</sub>. Liber primaire écrasé mais encore reconnaissable.

L<sub>2</sub>. Liber secondaire.  
tg. Tubes gommeux.

Fig. 239.

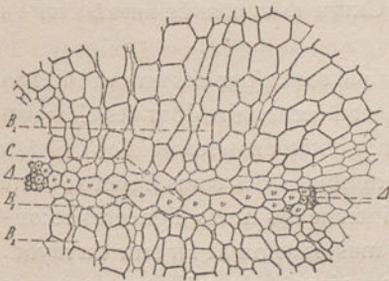


Fig. 239.— Section transversale du bois primaire du faisceau bipolaire d'une racine grêle de *Poroxydon Edwardsii*.

Gr.  $\frac{35}{1}$ .

Fig. 240.

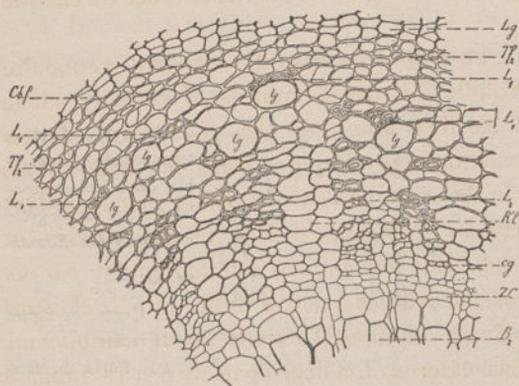


Fig. 240. — Section transversale du liber du faisceau bipolaire d'une racine grêle de *Poroxydon Edwardsii*.

Les tissus superficiels de la racine extérieurs à la gaine protectrice et la gaine elle-même sont tombés.

Lg. Liège.

Cbf. Assise cambiforme.

Tf<sub>2</sub>. Tissu fondamental secondaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

tige. Il n'y a donc pas de doute possible: l'identité des tissus est telle qu'il faut rapporter ces racines aux *P. Boysseti* et *Edwardsii* avec lesquels on les trouve.

Vers la périphérie du liber secondaire CERTAINS ÉLÉMENTS DES RAYONS s'hypertrophient et se changent en gros tubes gommeux. Il y a de 5 à 10 de ces tubes par arc. Il s'en faisait d'autres ultérieurement et plus profondément.

Les éléments parenchymateux du liber secondaire les plus extérieurs tirillés, hypertrophiés, et parfois recloisonnés, sont tellement dérangés, que leur agencement originel est souvent difficile à reconnaître. Extérieurement on trouve un second arc de canaux gommeux qui dépendent du liber primaire. Ils sont beaucoup plus grêles que les précédents; c'est à leur limite qu'on trouve une mince lame cornée avec CELLULES GRILLAGÉES ÉCRASÉES. CETTE LAME CORNÉE REPRÉSENTE LE LIBER PRIMAIRE.

Les deux plages ligneuses secondaires sont séparées en avant et en arrière par un coin de tissu fondamental secondaire dont les éléments pouvaient devenir énormes. Ultérieurement une zone cambiale s'étendait à travers ce tissu et reliait les zones cambiales des coins ligneux. Cette zone cambiale produisait à sa face interne des fibres ligneuses secondaires grêles, groupées en 1, 2 ou 3 masses selon la largeur du rayon. La pointe de ces coins secondaires est séparée du pôle par de grands

éléments parenchymateux à parois minces. La zone cambiale produisait vers l'extérieur des filots libériens secondaires en face de chaque groupe ligneux.

En dehors du faisceau, on trouve un tissu fondamental secondaire composé de cellules arrondies, à parois minces, à section radiale rectangulaire, disposées en files longitudinales. Les parois de ces éléments portent des ponctuations simples. Dans les échantillons que nous avons étudiés, *il n'y a pas encore de canaux gommeux dans cette région*, Cette assise a de 3 à 5 rangs d'éléments qui s'élargissent beaucoup tangentiellement. Elle est limitée intérieurement par un *cambiforme double* composé de cellules à parois minces qui se cloisonnent tangentiellement. En ce moment l'activité de ce cambiforme semble localisée sur sa face externe. Le liège épais de 9 à 13 rangs a la même structure que le liège de la tige. La gaine protectrice et les tissus extérieurs à cette gaine ont été exfoliés comme chez les Gymnospermes actuelles.

### § 2. — *Insertion des radicules.*

Les radicules des Poroxyllons s'insèrent sur les racines d'ordre moindre de telle manière que le plan des lames ligneuses primaires de la radicule passe par la lame ligneuse de la racine sur laquelle elle s'insère.

### § 3. — *Grosses racines des Poroxyllons.*

Certaines racines des Poroxyllons pouvaient prendre un très grand développement secondaire. Dans ces grosses racines, le bois et le liber secondaires ont la même structure que dans la tige. Les grands rayons qui correspondent aux lames ligneuses primaires demeurent reconnaissables. Dans certaines de ces grosses racines nous avons retrouvé l'insertion des radicules qui en portaient. Ces radicules étaient insérées sur la racine support comme nous l'avons indiqué ci-dessus.

### § 4. — *Conclusions. — Caractéristiques des racines des Poroxyllons.*

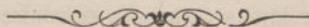
Il ressort de notre analyse que les caractéristiques de la racine des Poroxyllons sont les suivantes :

1° Les radicules des Poroxylons ont un faisceau bipolaire dont le bois et le liber ont les mêmes particularités histologiques que les tissus homologues de la tige, c'est-à-dire : des vaisseaux ligneux centripètes aréolés à aréoles nombreuses en files contiguës ; des fibres ligneuses centrifuges aréolées à aréoles nombreuses localisées sur leurs faces radiales. Ces fibres sont disposées en files radiales séparées par des rayons étroits à éléments courts. Les cellules grillagées ont des grillages identiques à ceux des cellules grillagées de la tige. Ces cellules grillagées groupées en files tangentielles alternent avec des cellules parenchymateuses. Les files grillagées sont également séparées par des rayons.

2° La zone décorticante de la racine apparaissait dans la zone péricambiale. L'exfoliation des tissus superficiels de la racine se faisait donc comme chez les Phanérogames gymnospermes actuelles.

3° L'insertion des radicules sur les racines mères se faisait de telle manière que le plan des lames ligneuses primaires de la radicule passait par la ligne polaire de la racine support.

4° Les grosses racines ne diffèrent des racines grêles que par l'épaisseur plus grande de leurs productions libéro-ligneuses secondaires et par la décortication des parties superficielles de leur liber.



## CHAPITRE IV

---

# RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

---

### SOMMAIRE.

- § 1. — Caractéristiques du Type Poroxylon
- § 2. — Affinités des Poroxylons.
- § 3. — Conclusions générales.

#### I. — *Caractéristiques du Type Poroxylon*

En l'absence d'organes reproducteurs, les organes végétatifs des Poroxylons fournissent pour définir ce Type générique l'ensemble des caractéristiques suivantes :

1. Dans la région moyenne des rameaux, les nœuds successifs sont séparés par des entre-nœuds plus ou moins longs. Les entre-nœuds médians des fortes branches pouvaient atteindre deux et trois centimètres de longueur.

2. Chaque nœud ne porte qu'une feuille dont l'insertion est relativement large. La feuille n'est cependant pas embrassante, l'insertion n'occupant au plus qu'un tiers de la périphérie de la région nodale. Par suite de l'insertion du pétiole, les nœuds sont légèrement renflés par rapport à l'entre-nœud qui les précède. Les pétioles se prolongent

sur la surface de la tige par une sorte de côte demi-cylindrique ou de coussinet qui s'atténue au niveau du nœud sous-jacent.

3. Les feuilles sont alternes, distribuées sur une hélice génératrice sénestre.

4. A l'aisselle des grandes feuilles on trouve une branche axillaire fréquemment déjetée de côté. Le cylindre libéro-ligneux de cette branche s'insère sur les deux faisceaux du rameau support qui comprennent entre eux le faisceau sortant dans la feuille. La ramification homogène de l'axe est donc très nettement axillaire.

5. A la base des branches axillaires, on trouve une région pérulaire à entre-nœuds très courts, à petites feuilles sans bourgeons axillaires. Cette région pérulaire comprend de trois à cinq entre-nœuds.

6. La décortication des tiges commençait de très bonne heure chez le *P. Edwardsii*. Le premier rhytidome demeurait en place. Lorsque la tige grossissait, le rhytidome s'écrasait puis se rompait et se détachait mettant à nu la zone subéreuse. Ultérieurement la zone subéreuse s'enfonçait dans l'épaisseur du liber dont elle provoquait l'exfoliation. Comparativement à celle des Sigillaires, l'assise subéreuse des Poroxylons est mince; elle est moins différenciée; elle ne présente pas la structure réticulée.

7. Chaque feuille reçoit de la tige un seul faisceau très volumineux déjà bilobé à la base du pétiole. Le plan de symétrie de la feuille passe par l'axe de la tige qui la porte. Le pétiole long s'élargit insensiblement en limbe. Au milieu de ce limbe est une plage à nervures nombreuses. Les nervures latérales se ramifient dichotomiquement. Elles sortent du faisceau unique du pétiole par isolement de petits lobes marginaux. En général, les nervures décroissent régulièrement de la plage médiane vers les bords du limbe. Dans les feuilles ou les lobes latéraux isolés sont plus volumineux, ces lobes se ramifient comme le faisceau tout entier c'est-à-dire en émettant sur ses marges des cordons qui se ramifient dichotomiquement. Dans ces feuilles le limbe présente de profondes découpures. Ordinairement ces découpures manquent dans le bas des limbes. Le limbe est très épais surtout dans l'espèce stéphanaise. Les nervures ne font pas saillie à la surface du limbe. Elles n'ont pas de gaine protectrice. Au moins dans la base du limbe leurs faisceaux possèdent un accroissement secondaire considérable.

8. Les faisceaux de la tige y jouent tous le même rôle. Ils sont réparateurs dans leur partie inférieure et foliaires dans leur partie supérieure. Au nœud, la sortie de ces faisceaux est relativement rapide. La réparation des faisceaux sortants se fait comme dans les tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce. Dans leur partie libre, ces faisceaux ont une tendance à se ramifier dichotomiquement. Les parties latérales, plus étalées que les parties médianes, se ramifient plus vite que celles-ci. Ces faisceaux sont unipolaires et diploxylés. Le bois centripète existe non-seulement dans leur région foliaire mais il descend dans les grosses tiges jusqu'à huit et onze entre-nœuds de leur sortie. Dans la tige, le bois centripète est d'autant plus développé qu'on est plus près de la sortie du faisceau. Dans la partie foliaire du faisceau, le bois centripète est d'autant plus prédominant par rapport au bois secondaire qu'on est plus près de la terminaison. Vers la terminaison du faisceau, le bois centripète existe seul avec le liber primaire, les productions secondaires n'étant plus représentées du tout, ou n'étant indiquées que par une zone cambiale. Le bois centripète n'est donc point distribué au hasard dans la tige, il est localisé dans les faisceaux les plus proches de leur sortie. Il y est d'autant plus puissant que la sortie est plus voisine. La quantité de ce bois centripète n'augmente pas avec l'âge. La structure de la région centrale de la tige ne se modifiait donc pas par l'adjonction tardive de nouveaux vaisseaux centripètes. Les grands éléments ligneux centripètes sont aréolés. La moelle pouvait se détruire en laissant au centre de la tige un canal creux non cloisonné par des planchers horizontaux comme chez les Cordaïtes.

9. Le bois secondaire ou centrifuge est très épais dans la partie du faisceau enfermée dans la tige. Il est composé de grandes fibres ligneuses aréolées sur leurs faces radiales, lisses sur leurs faces tangentiellles. Ces fibres sont disposées en files à la fois radiales et tangentiellles très régulières. Les files sont séparées par des rayons étroits et très hauts. La croissance diamétrale des tiges présentait de nombreuses périodes d'accélération et de ralentissement. De même que chez les Lyginodendrons, les Sigillaires, la couronne ligneuse secondaire peut présenter des roulures. Il ne faut pas voir dans le bois à éléments étroits formé sous l'influence de ces roulures de jeunes éléments ligneux saisis par la fossilisation avant d'avoir atteint leurs dimensions définitives.

10. Le liber acquérait une épaisseur exceptionnelle. Sa structure spéciale est caractéristique. Entre les rayons libériens on observe une alternance régulière de grandes cellules parenchymateuses et de tubes grillagés. Les grillages des gros tubes sont relativement très compliqués, ils rappellent ceux des très grosses tiges d'Encephalartos. Les grillages des tubes grêles ont la même forme que ceux des Sequoia. Le liber peut présenter des canaux gommeux.

11. Comme dans beaucoup de tiges actuelles, les fibres ligneuses secondaires du faisceau sortant sont plus grêles que celles des autres faisceaux.

11. Dans la partie de sa course où elle joue le rôle de faisceau sortant, la trace foliaire s'épaissit seulement après la chute de la feuille.

12. A la base des branches axillaires, les fibres ligneuses centrifuges sont très grêles, les rayons ligneux sont plus larges, le bois centripète est peu développé, les faisceaux sortants sont plus étroits, non bilobés au moment de leur sortie; les entre-nœuds sont très courts.

13. La moelle de la tige peut présenter des canaux gommeux ou tannifères.

14. Le cambiforme exfoliateur des tiges est double. En même temps qu'il produit du liège sur sa face externe il donne sur sa face interne du tissu fondamental secondaire. Dans ce tissu, on trouve de nombreux canaux gommeux.

15. L'épiderme des jeunes tiges présente un seul rang de cellules étroites, courtes. Il est soutenu par de nombreux cordons hypodermiques.

16. Le pétiole est caractérisé par un grand arc libéro-ligneux plus ou moins lobé.— Les marges des lobes latéraux ont une tendance très accentuée à s'isoler. Les fibres primitives qui tapissent antérieurement le bois centripète, pouvaient se recloisonner et donner une zone cambiale qui produisait une bande libéro-ligneuse secondaire tardive antérieure.

17. Le limbe est plurinervié. Vers le milieu de sa hauteur, ses nervures marginales sont grêles, isolées, réduites à leur bois centripète et à un arc libérien extérieur; les nervures médianes

sont épaisses, reliées les unes aux autres par des planchers diaphragmatiques en une plage continue. Dans cette plage, les productions libéro-ligneuses secondaires sont très épaisses. Entre la plage des nervures médianes et le bord, les nervures sont distinctes. Elles présentent des productions libéro-ligneuses secondaires, elles n'ont pas de gaine protectrice.

18. Le tissu herbacé du limbe est homogène.

19. Les cordons hypodermiques ne sont régulièrement répartis que vers les bords du limbe. A chaque nervure correspondent deux larges plaques hypodermiques : l'une antérieure, l'autre postérieure. Il y a de plus un gros cordon hypodermique postérieur entre deux nervures consécutives. Ces cordons hypodermiques touchent les épidermes. Ils ne touchent pas les nervures.

20. Les épidermes du limbe sont semblables sur les deux faces. Ce tissu est formé de cellules courtes allongées dans le sens de la feuille avec stomates disposés en files longitudinales.

21. Les racines grêles ont un faisceau bipolaire. Elles possèdent un grand accroissement secondaire. Les radicules sont insérées sur les racines de telle manière que le plan de leurs lames ligneuses primaires passe par la lame ligneuse primaire sur laquelle elles s'insèrent. Les éléments ligneux et libériens, tant primaires que secondaires présentent les mêmes particularités histologiques que les tissus homologues des tiges. La première zone exfoliatrice des racines apparaissait entre le liber primaire et la gaine, par conséquent dans l'assise péricambiale comme chez toutes les Gymnospermes actuelles.

Dans toutes les parties des Poroxyloons les mêmes tissus présentent les mêmes caractères histologiques. Ces plantes n'étaient pas polymorphes. Rien n'autorise une semblable hypothèse.

Dans le temps écoulé entre la formation de Grand' Croix et celle d'Autun, l'appareil végétatif des Poroxyloons n'a pas sensiblement varié. Les Poroxyloons d'Autun sont cependant plus grêles que ceux du pays stéphanais,

II. — *Affinités des Poroxyloons.*

Le type Poroxyloon étant défini par les caractéristiques que nous venons d'énumérer est-il possible de fixer sa place dans la Classification? — Jusqu'ici nos Essais de Classification naturelle du Règne végétal, ne définissent leurs grands groupes, embranchements et sous-embranchements, que par la nature des organes reproducteurs, glandes et cellules sexuelles, embryons. En l'état actuel de nos connaissances, une détermination directe des affinités des Poroxyloons semble donc impossible; mais, chez les plantes supérieures, l'appareil végétatif présente des caractères communs très constants dans un même embranchement, et en fait, à défaut de l'appareil sexuel et des embryons, on se sert des organes végétatifs pour déterminer l'embranchement. Chez les plantes actuelles, les déterminations faites en employant séparément les deux séries d'organes se sont trouvées presque toujours d'accord. Les caractères fournis par l'appareil végétatif ont donc une grande valeur et comme habituellement ils sont faciles à observer, qu'ils font rarement défaut, même dans les échantillons incomplets, plusieurs botanistes éminents ont tenté de les substituer aux caractères fournis par les organes reproducteurs, quittes, lorsqu'un cas litigieux se présentait, à recourir aux organes sexuels pour fixer définitivement la place de l'être qu'il s'agissait de classer. L'idéal serait de tenir compte simultanément des organes reproducteurs et des organes végétatifs mais cela n'a pas encore été fait. Qu'advient-il quand, à défaut d'organes sexuels on essaie de déterminer les affinités des Poroxyloons en se servant exclusivement de leur appareil végétatif? (1)

Les faisceaux de l'axe des Poroxyloons tous équivalents entre eux sont unipolaires et diploxylés. Cette organisation qui ne se retrouve dans l'axe d'aucune plante actuelle se rencontre chez quelques plantes fossiles de l'époque houillère, les Sigillaires, les Sigillariopsis, les

(1) Même en tenant cette détermination pour provisoire jusqu'au jour où elle aura été contrôlée par l'étude directe des organes reproducteurs, cette tentative de classification présente un certain intérêt car elle prépare une vérification qui permettra de mieux apprécier l'importance des caractères fournis par l'appareil végétatif, surtout si comme on le pense généralement, il s'agit ici d'être intermédiaires entre les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames.

Lyginodendrons, les Heterangium. Les Poroxyllons sont donc voisins des Sigillaires, des Sigillariopsis, des Lyginodendrons et des Heterangium, mais comme les rapports de ces types fossiles avec nos plantes actuelles ne sont pas connus (1), ce rapprochement ne fixe pas la place des Poroxyllons dans la Classification.

Dans la nature actuelle, les Cycadées sont les seules plantes qui possèdent des traces des faisceaux unipolaires diploxyllés (2). Leurs faisceaux foliaires, qui sont unipolaires normaux dans la tige, prennent la structure diploxyllée en pénétrant dans la feuille. Le faisceau foliaire des Cycadées présente donc la même anomalie que le faisceau des Poroxyllons, mais sur une moindre longueur. Le bois centripète y est plus localisé et bien moins développé; au contraire, le bois primaire normal ou centrifuge est beaucoup mieux différencié. Parmi les plantes fossiles contemporaines des Poroxyllons, les Cycadoxyllées, les Cordaïtes présentent, comme nos Cycadées, des faisceaux unipolaires qui sont normaux dans leur partie tigellaire et diploxyllés dans leur partie foliaire. La structure particulière du faisceau des Cycadées n'est donc pas un fait isolé, qui s'est produit depuis les Poroxyllons; ce n'est pas là une analogie dont on ne puisse se servir, les deux termes de la comparaison étant trop éloignés dans le temps; et nous pouvons dire que les Poroxyllons ont une certaine affinité, affinité éloignée cependant, avec les Cycadées, les Cycadoxyllées, les Cordaïtes. S'il est possible de discuter sur la place des Cycadoxyllées qui sont encore imparfaitement connues; on ne peut discuter sur les affinités des Cycadées et des Cordaïtes. Les unes et les autres sont des Phanérogames gymnospermes parfaitement caractérisées par leur ovule qui secrète les cellules femelles en même temps qu'il recueille les éléments mâles et les nourrit dans sa chambre pollinique. Dans l'état actuel de nos connaissances, il faut donc

(1) Les formes végétales fossiles que nous désignons sous les noms de Sigillaires, Sigillariopsis, Lyginodendron, Heterangium ne sont définies jusqu'à présent que par leurs organes végétatifs. Pour la plupart même cette définition est très incomplète et ne permet pas d'en tenter utilement le classement. Les fructifications de ces êtres que l'on a retrouvées, loin de nous indiquer leurs affinités, augmentent notre hésitation car elles sont rapportées contradictoirement aux Cryptogames vasculaires par les uns et aux Phanérogames par les autres. Si M. Zeiller, par exemple, a trouvé des macrospores dans une fructification de Sigillaire, l'un de nous a trouvé du pollen dans d'autres cônes de Sigillaires. Les fructifications connues ne permettent donc pas de se prononcer sur la place de ces êtres; leurs affinités incertaines ne peuvent servir à fixer celles des Poroxyllons.

(2) Contrairement à l'opinion formulée par certains auteurs, le faisceau des frondes des *Isœtes* n'est nullement un faisceau unipolaire diploxyllé.

ranger les Poroxyloons dans le voisinage des Phanérogames gymnospermes, à la partie inférieure de ce sous-embanchement au-dessous des Cycadées et des Cordaïtes.

Le seul caractère dont nous nous soyons servi jusqu'ici et avec lequel nous venons cependant de déterminer très approximativement l'embanchement et même le sous-embanchement auquel appartiennent les Poroxyloons est la nature des faisceaux de l'axe. N'est-ce pas accorder trop d'importance à un caractère qu'on négligeait jusqu'ici ?

Notre rapprochement est justifié et confirmé par les caractères suivants :

1° L'agencement des faisceaux de l'axe des Poroxyloons est celui des faisceaux des tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce. Cet agencement est tout différent de celui qui caractérise les stipes à structure radiée.

2° L'orientation générale de ces faisceaux est celle des faisceaux dans les tiges.

3° La ramification de l'axe des Poroxyloons est axillaire. Les rapports de la couronne libéro-ligneuse de la branche avec les faisceaux du rameau support sont ceux des tiges et des branches chez les Phanérogames.

4° Les faisceaux de l'axe présentent un accroissement secondaire considérable dans leur partie externe. Cet accroissement s'atténue dans leur partie foliaire. — La structure du bois secondaire est celle du bois secondaire de la grande majorité des Gymnospermes. Les ponctuations sont de même localisées sur les faces radiales des fibres ligneuses. — Le liber secondaire possède de même une structure très analogue à celle du liber des Gymnospermes à liber régulier. Les grillages appartiennent au même type d'ornementation. Chez les unes et chez les autres, ce sont en effet de petites plaques arrondies, résultant du groupement de points placés côte à côte. Plus rarement, et dans le liber âgé, ou sur les gros tubes cribreux, les grillages sont des réseaux plus complexes. Ceux que nous avons vus chez les Poroxyloons sont identiques à ceux des *Encephalartos*, des vieux *Ginko*, des vieux *Ephedra*, des vieux *Gnetum*. Chez les Poroxyloons comme chez

nos Gymnospermes les cellules grillagées dérivait directement de la transformation des cellules cambiales.

5° L'extinction des tissus secondaires dans les faisceaux sortants, et le développement relatif du bois centripète sont analogues à ce que nous voyons encore dans nos Cycadées.

6° L'appendice des Poroxylyons reçoit de la tige un faisceau entier. L'unique surface de symétrie de cet appendice passe par l'axe de figure du rameau. Ces rapports sont ceux de la tige et des feuilles des Phanérogames.

7° Les faisceaux du limbe se ramifient de la même manière que ceux des Cycadées, en particulier que ceux des folioles de *Bowenia*.

8° Dans les feuilles blessées longitudinalement, les faisceaux pouvaient acquérir à leur partie antérieure des productions libéro-ligneuses secondaires identiques à celles que l'on peut provoquer aujourd'hui dans les faisceaux des feuilles des Cycadées.

9° Les racines de Poroxylyons ont un faisceau multipolaire qui n'a qu'un petit nombre de pôles. Ces racines présentent un accroissement secondaire. Elles exfolient leurs tissus extérieurs comme les Gymnospermes. Leur bois et leur liber ont la même structure que dans la tige. Le plan des lames ligneuses primaires d'une radicelle à faisceau bipolaire coïncide avec le plan d'une lame ligneuse primaire de la racine support.

Nous retrouvons dans toutes les parties de l'appareil végétatif des Poroxylyons les caractères essentiels de la tige, de la feuille et de la racine des Phanérogames. Ces caractères confirment notre premier rapprochement et nous concluons de cette première partie de notre détermination que les Poroxylyons sont *des Phanérogames gymnospermes inférieures avec tiges et feuilles déjà parfaitement caractérisées comme axes et appendices de Phanérogames*.

N'existe-t-il pas cependant chez les Poroxylyons d'autres caractères en opposition avec ceux que nous venons de signaler qui indiquent pour ces plantes d'autres affinités ?

Au lieu d'envisager la nature des faisceaux de l'axe, considérons simultanément tous les faisceaux de cet axe. — A l'inverse de ce qui se passe dans les tiges ordinaires, le bois primaire des faisceaux s'y différencie du pôle vers le centre de figure de l'axe comme si toutes ces

lames ligneuses faisaient partie d'une même masse libéro-ligneuse radiée très large ayant son centre de figure au centre de figure de l'organe. De telles masses libéro-ligneuses n'existent que dans les stipes de certaines Cryptogames vasculaires. Les Lycopodiées, les Phylloglossées (1) sont les seules familles actuelles qui nous présentent cette organisation, mais on la retrouve plus accusée dans les Lepidodendrons du type *Harcourtii* et du type *Rhodumnense*. On trouve donc chez les Poroxyllons des traces d'une organisation qui rappelle certaines Cryptogames vasculaires à structure radiée.

Convient-il de conclure de cette nouvelle donnée que les Poroxyllons sont des Cryptogames vasculaires? — Nous n'hésitons pas à répondre négativement. En effet, l'indication précédente est isolée, rien autre dans l'organisation de l'appareil végétatif des Poroxyllons ne rappelle les Cryptogames vasculaires, ni la ramification de l'axe, ni les sorties dans les appendices, ni la structure des feuilles, ni la structure des racines. On a donc chez les Poroxyllons un seul caractère cryptogamique isolé, qui tend manifestement à disparaître, contre tout un ensemble de caractères phanérogamiques. L'axe des Poroxyllons est donc une tige dans laquelle on retrouve une trace, un reste très atténué, de l'organisation des stipes à structure radiée, alors que par tous ses autres caractères cet axe est déjà profondément caractérisé comme tige. Les feuilles et les racines sont de même des feuilles et des racines de Phanérogame. Les Poroxyllons sont donc des Phanérogames gymnospermes inférieures plus voisines des Centradesmides que nos Cycadées, mais montrant déjà les caractéristiques de l'organisation des Phanérogames, ils n'ont conservé qu'un reste de l'organisation cryptogamique.

Par rapport aux formes végétales fossiles de l'époque houillère qui ont avec eux le plus d'affinités les Poroxyllons forment un type très distinct dont la nature phanérogamique est beaucoup plus accusée. En effet, tandis que les Sigillaires, les Sigillariopsis, les Lyginodendrons, les Heterangium ont tous un faciès sigillarioïde ou lépidendroïde très accusé les Poroxyllons ont des régions nodales beaucoup mieux définies et une ramification bien nettement axilaire. Le port des Poroxyllons se rapproche donc davantage de celui des

(1) Ces familles étant définies comme il est dit *Archives Botaniques*. T. I p. 558 et T. II p. 209.

Phanérogames ordinaires. Leur cycle est singulièrement simplifié  $\frac{5}{13}$  au lieu de  $\frac{34}{89}$  ou  $\frac{55}{144}$ . L'insertion de la feuille sur la tige a une largeur inusitée chez les autres Diploxylées, bien que cet organe ne reçoive encore de la tige qu'un seul faisceau. Ce faisceau est déjà très important et nettement différencié des autres faisceaux de la couronne. La feuille des Poroxyllons n'est plus aciculaire uni ou binerve comme dans les types précédents mais à nervation dichotome rappelant la nervation des folioles de *Bowenia*. A cette localisation et à cet écartement des régions nodales, à la différenciation des nœuds et des entre-nœuds, à l'importance plus grande que prend l'appendice correspondent une délimitation plus précise des faisceaux de la tige et une localisation plus grande du bois centripète, en même temps qu'un moindre développement relatif de ce bois. Les Poroxyllons sont donc supérieurs aux Sigillaires, aux Sigillariopsis, aux Lyginodendrons, aux Heterangium, et cette supériorité s'accuse par une accentuation de tous les caractères phanérogamiques. Nous arrivons ainsi à cette conclusion :

*Les Poroxyllons sont un type fossile très tranché, sans représentants dans la nature actuelle, ce sont des Phanérogames gymnospermes inférieures, plus voisines des Centradesmides ou Cryptogames vasculaires à structure radiée que nos Cycadées, mais supérieures aux Sigillariopsis, aux Sigillaires, aux Lyginodendrons et aux Heterangium. Ils n'ont aucun rapport avec les Ptéridophytes (1).*

(1) M. Williamson ayant rapproché les Heterangium des Fougères n'y a-t-il pas dans l'organisation des Poroxyllons, qui ont avec les Heterangium certains rapports éloignés, des indications qui conduisent à un rapprochement analogue? Dans aucune Fougère, y compris les Marattiées et les Ophioglossées, les faisceaux du stipe ne sont unipolaires diploxylés comme ceux des Poroxyllons. Quand chez les Poroxyllons le pôle ligneux paraît intérieur à la masse ligneuse, c'est qu'extérieurement à ce pôle on trouve du bois secondaire, au contraire, chez les Fougères le pôle ligneux, quand il est intérieur, est plongé dans le bois primaire. La distribution du liber primaire n'est pas la même. Il manque à la partie antérieure du faisceau des Poroxyllons une épaisse couche de liber primaire pour en faire un faisceau de Fougère. La structure du liber n'est pas la même chez les Poroxyllons et chez les Fougères. L'agencement des faisceaux dans un stipe de Fougère ne ressemble nullement à celui des faisceaux de l'axe des Poroxyllons. Les rapports de la branche avec le rameau principal sont également dissemblables. Aucun stipe de Fougère ne possède la structure radiée pas même les stipes si grêles des Gleichéniées, des Lygodiées et des Hyménophyllées. Les frondes et les racines des Fougères ne ressemblent pas davantage aux appendices et aux racines des Poroxyllons. Il n'y a donc rien de commun entre les Poroxyllons et les Fougères.

### III. — *Conclusions générales.*

Les conclusions générales de cette étude nous sont fournies par les questions d'Anatomie et de Morphologie générales dont elle donne incidemment la solution. Les indications recueillies au cours de notre monographie nous ayant permis de compléter et de relier entre elles des données jusqu'alors éparses et inutilisables.

---

A la connaissance des faisceaux unipolaires diploxylés notre monographie du genre *Poroxyton* apporte les données suivantes :

1° Le bois centripète du faisceau unipolaire diploxylé conserve la même place dans toute la longueur de ce faisceau. — Ce bois centripète n'est pas l'homologue du bois primaire centrifuge des faisceaux unipolaires ordinaires. Il ne provient pas du déplacement de ce bois primaire centrifuge ;

2° Le bois centripète tend à se localiser dans la partie supérieure du faisceau. Il y est de plus en plus prépondérant à mesure que les tissus secondaires s'affaiblissent. Le bois centripète peut faire défaut dans la région inférieure du faisceau. Cette portion du faisceau diploxylé sans bois centripète peut être plus ou moins étendue selon les espèces et même selon le calibre des échantillons. Quand la région du faisceau diploxylé dépourvue de bois centripète est très étendue, il se différencie contre le pôle ligneux, et vers l'extérieur, une masse ligneuse primaire centrifuge homologue du bois primaire normal des faisceaux unipolaires ordinaires ;

3° Le bois centripète n'est qu'un reste d'une organisation ancienne ;

4° Une fois différenciée, la masse du bois centripète ne s'accroissait pas vers le centre de figure de l'axe par l'adjonction de nouveaux éléments centripètes. Accidentellement, à la suite de blessures, par exemple, il pouvait s'ajouter à la partie antérieure du faisceau une couche libéro-ligneuse secondaire, mais cette couche n'est pas la continuation directe du bois centripète. Le bois centripète est un tissu primaire ;

5° Le faisceau unipolaire diploxylé tend à se ramifier dichotomi-

quement. C'est ce mode de division qu'il subit dans toutes les régions où il peut s'étaler librement. Lorsque ses lobes restent contigus, les plus extérieurs se divisent plus rapidement que les autres et s'épuisent les premiers. Lorsqu'un faisceau unipolaire diploxylé se divise dans une région large, l'élargissement porte surtout sur sa région moyenne. Pendant que son pôle se dédouble, de nouvelles files ligneuses centrifuges s'intercalent dans la masse secondaire en regard du pôle dédoublé. Si l'élargissement est plus grand, les gros vaisseaux centripètes s'insinuent entre les deux lignes polaires et viennent toucher le front des nouvelles files centrifuges. L'élargissement augmentant encore un rayon coupe dans cette partie médiane le bois centripète et les tissus extérieurs ;

7° Les anastomoses latérales des faisceaux unipolaires diploxylés se font comme les anastomoses latérales des faisceaux unipolaires ordinaires ;

8° Pris dans le voisinage de son origine et dans une région étroite, le faisceau unipolaire diploxylé peut se montrer dépourvu de trachées et réduit à ses tissus extérieurs.

---

Connaissant maintenant les faisceaux unipolaires diploxylés et les tiges des Poroxylons nous pouvons établir les rapports des stipes à structure radiée avec les tiges et les rapports du faisceau unipolaire avec les autres faisceaux.

Lorsque la masse libéro-ligneuse d'un stipe à structure radiée (1) tend à s'élargir ; la première indication de cet élargissement se traduit par un accroissement du nombre de ses lames ligneuses ; en même temps, ces lames ne s'avancent plus jusqu'au centre de figure de la masse. Le centre est alors occupé par des fibres primitives recloussonnées, c'est-à-dire par un tissu neutre peu différent du tissu fondamental. Si à cet état le nombre des pôles de la masse libéro-ligneuse est un peu élevé, comme les lames ligneuses s'élargissent en s'approchant du centre de figure, les groupes ligneux se touchent latéralement par leurs parties profondes, il en résulte une couronne ligneuse,

(1) Ces masses libéro-ligneuses radiées ne sont pas, comme on l'a dit quelquefois, homologues des faisceaux multipolaires des racines ; elles en diffèrent par les cordons sortants qu'elles émettent de distance en distance et aussi par leur structure. Ces masses radiées sont équivalentes à un système de faisceaux bipolaires qui ont tous même centre de figure.

continue ou non, à pointements trachéens extérieurs. Cette couronne ligneuse est tapissée extérieurement par une couche continue de liber. Le centre est occupé par un tissu parenchymateux analogue au tissu fondamental. Les cordons sortants dans les appendices partent des régions polaires. Cette organisation est celle de l'axe des *Lépidodendrons* du type *Hartcourtii*. — Si la masse libéro-ligneuse de l'axe devient plus large, le nombre de ses pôles n'augmentant plus sensiblement, chaque pôle ligneux et le liber qui l'entoure immédiatement forment un cordon libéro-ligneux indépendant. Tous ces cordons sont disposés sur une courbe fermée dont le centre de figure est au centre de figure de l'axe. Malgré l'élargissement et l'indépendance apparente de chaque cordon, le centre de figure de l'axe est encore le centre de figure commun par rapport auquel les tissus se différencient comme l'indique la marche de la différenciation de toutes les lames ligneuses. Dans chacun des lobes la lame ligneuse s'élargit beaucoup en s'approchant du centre de figure commun. Le liber présente deux maxima l'un à droite, l'autre à gauche de la lame ligneuse. Ces deux maxima tendent à se rapprocher de plus en plus de la ligne médiane et à se réunir sur le rayon qui passe par le pôle. — Que dans ces masses libéro-ligneuses à différenciation centripète il se produise des tissus secondaires, les zones cambiales apparaissant entre bois et liber (1), on trouvera la zone génératrice de chaque masse (2) à l'extérieur du bois centripète et à la face interne de l'arc libérien, et cette zone produira une couche ligneuse centrifuge à l'extérieur du bois centripète et une couche de liber secondaire à la face interne du liber primaire. Si la masse est dans une région élargie, au pôle ligneux correspondra un rayon. Si, au contraire, la région est étroite, le rayon polaire se réduit et peut disparaître. A cet état chaque cordon libéro-ligneux est un faisceau unipolaire diploxylé comme ceux des *Sigillaires*, des *Sigillariopsis*, des *Lyginodendrons*. Dans ces groupes libéro-ligneux diploxylés la masse des tissus extérieurs est déjà manifestement prépondérante. — Le système des faisceaux s'élargissant encore les masses libéro-ligneuses deviennent de plus en plus autonomes, la prépondérance des tissus extérieurs

(1) Règle de position des zones cambiales dans les faisceaux. — Voir *Théorie du Faisceau*. Lille 1880.

(2) Chaque zone génératrice est formée de deux moitiés reliées au niveau du pôle par des éléments plus larges.

s'accuse davantage en même temps le bois centripète de chaque groupe se réduit. A la limite, le bois centripète disparaît, le pôle ligneux devient marginal, et les éléments ligneux centrifuges voisins du pôle se différencient des suivants. La disparition du bois centripète de la masse libéro-ligneuse diploxyllée ne se fait pas brusquement. Les Poroxylons, les Cycadoxylées, les Cordaïtes, nos Cycadées nous montrent, en effet, que ce bois se réfugie dans la partie libre du faisceau. On l'y retrouve encore alors qu'il a déjà disparu de la région inférieure du faisceau. A mesure que la portion du faisceau dépourvue de bois centripète devient plus étendue, la région ligneuse centrifuge contiguë à la trachée initiale se différencie du reste du bois extérieur, il se fait ainsi contre le pôle devenu marginal, et vers l'extérieur, un coin ligneux centrifuge qui est la première indication du bois primaire normal des faisceaux unipolaires ordinaires. Ce bois primaire centrifuge est d'abord peu différencié par rapport au bois secondaire qui lui fait suite, puis cette différenciation s'accuse davantage et il semble que le bois primaire et le bois secondaire soient deux tissus bien distincts. Les Cycadées et les Conifères nous montrent des faisceaux unipolaires dont le bois primaire est peu différencié du bois secondaire qui lui fait suite. Chez les Gnetum et les Ephedra la différence entre ces tissus est plus grande. Chez les Angiospermes, elle est généralement encore plus accentuée, mais, même dans ces Phanérogames angiospermes, on peut retrouver la trace de la signification première du bois primaire centrifuge des faisceaux unipolaires. En effet, très fréquemment, dans les angiospermes ligneuses, la zone cambiale est déjà bien nettement formée à la face interne de l'arc libérien primaire alors qu'il n'y a pas encore d'éléments ligneux primaires caractérisés. Les éléments ligneux primaires se caractérisent plus tard parmi les éléments disposés en files radiales qui occupent la face interne de la zone cambiale. Dans ce cas, le bois primaire comme le bois secondaire dérive de la zone cambiale. Le lierre, les Convolvulacées, les Solanées nous montrent des exemples de cette manière d'être. Depuis l'instant où le bois centripète a disparu et où la masse ligneuse centrifuge voisine du pôle ligneux commence à se différencier pour donner un bois primaire centrifuge, nous avons des faisceaux unipolaires ordinaires, et l'axe a tous les caractères qui définissent la tige normale.

On passe donc des stipes a structure radiée aux tiges par la gradation suivante :

1° La masse libéro-ligneuse radiée s'élargissant augmente le nombre de ses pôles ; ses lames ligneuses ne se rencontrent plus au centre de figure de l'axe ; cette région centrale est occupée par des fibres primitives recloisonnées ;

2° Pour un élargissement plus grand de la masse radiée, chaque lame ligneuse et le liber qui l'entoure s'isole et forme un groupe unipolaire centripète en apparence autonome. D'où un axe avec un cercle de faisceaux unipolaires centripètes ;

3° Les productions secondaires apparaissant dans les cordons libéro-ligneux, la partie externe de chaque lobe devient prépondérante. Son bois centripète se réduit et tend à se localiser dans la partie supérieure du faisceau, on a alors les axes à faisceaux unipolaires diploxylés ;

4° Le bois centripète de plus en plus localisé dans la partie supérieure des faisceaux disparaît complètement. Le bois centrifuge voisin du pôle se différencie du bois suivant et forme le bois primaire normal du faisceau unipolaire ordinaire. L'axe est alors caractérisé comme tige normale.

A cet instant, le cordon libéro-ligneux considéré comme pièce autonome est de nouveau régi par les mêmes lois que les autres faisceaux tant pour la distribution de ses tissus que pour leur différenciation. Le lobe de la masse radiée s'écartant de plus en plus du centre de figure primitif est devenu complètement autonome. Sa partie externe acquérant de plus en plus d'importance à mesure que sa partie interne se réduisait, la différenciation s'est faite par rapport au centre de figure propre de la masse libéro-ligneuse ;

5° La différenciation du bois primaire centrifuge par rapport au bois secondaire qui lui fait suite s'accuse de plus en plus.

On passe ainsi des stipes aux tiges et des masses libéro-ligneuses radiées, équivalentes à un système de faisceaux bipolaires ayant même centre de figure, aux faisceaux unipolaires. Les axes à faisceaux diploxylés et le faisceau unipolaire diploxylé acquièrent ainsi une importance capitale au point de vue de l'Anatomie et de la Morphologie générales, car ils permettent de relier deux classes d'axes très tran-

chées, et de comprendre les rapports du faisceau unipolaire avec les autres faisceaux.

En même temps que la masse libéro-ligneuse radiée se dispersait et que ses lobes prenaient le caractère de faisceaux unipolaires, les sorties devenaient plus fortes par rapport à la masse totale du système libéro-ligneux, les régions nodales se localisaient la ramification devenait axillaire. En même temps aussi les organes reproducteurs se modifiaient. La reproduction jusqu'alors aquatique devenait aérienne.

Ces diverses modifications ont-elles progressé simultanément? En l'état actuel de nos connaissances on ne peut répondre. On sait seulement que les productions libéro-ligneuses secondaires ont apparu de bonne heure : la forme lépidodroïde a, par contre, persisté très longtemps, on la retrouve encore dans des types où le faisceau est déjà diploxylé. C'est même là une des grosses difficultés de la botanique fossile et une source d'erreurs presque inévitables puisque à une même forme générique inférieure correspondent des degrés de complication organique extrêmement différents.

Ces indications précisent mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici les rapports des Phanérogames avec les Cryptogames vasculaires. Les types fossiles à faisceaux diploxylés relient les Phanérogames gymnospermes aux Cryptogames vasculaires à structure radiée, en particulier aux Lépidodendrées véritables. Ce qu'il y a de très remarquable dans ce rapprochement, c'est que le groupe des Centradesmides qui semble plus que tout autre parmi les Cryptogames vasculaires pouvoir se rattacher aux Phanérogames est celui qui contient à la fois les Lépidodendrées et les Cryptogames vasculaires les plus simples les Tmé-siptéridées.

