

Sur le développement de la structure anatomique de la tige d'*Impatiens Roylei*, Walpers

Autor(en): **Maillefer, Arthur**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **52 (1918-1919)**

Heft 195

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-270193>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sur le développement de la structure anatomique de la tige d'*Impatiens Roylei*, Walpers.

PAR

ARTHUR MAILLEFER

Depuis de nombreuses années, M. le professeur E. Wilczek utilise, au Laboratoire de Botanique de l'Université de Lausanne, la tige de l'*Impatiens Roylei*, Walpers (*I. glanduligera*, Royle, comme un objet particulièrement favorable à l'étude de la structure du faisceau libéro-ligneux, et en particulier pour celle de la sculpture des vaisseaux du bois. Cette tige offre la particularité d'avoir de grands vaisseaux complètement noyés dans un parenchyme dont les cellules dessinent une sorte d'étoile autour des vaisseaux. La singularité de cette structure n'a pas échappé à BEYSE¹, à qui l'on doit une étude importante sur l'anatomie de diverses espèces d'*Impatiens*. (Beyse n'a pas étudié *I. Roylei*.) Voici ce qu'il dit des vaisseaux isolés : « Die isolierten Gefässe entstehen vor Entwicklung der Gefässbündel, im hypocotylen Gliede bilden sie sich in tangentialer Folge von vier Punkten aus, sie liegen anfangs in Reihen nach den Seiten eines Quadrates geordnet, durch Wachstum des Grundgewebes werden sie aber geschoben, verzerrt und teilweise zerstört. »

Le fait que la formation des vaisseaux isolés ne me semblait pas se faire comme Beyse le prétend *avant la formation des faisceaux*, ainsi que d'autres particularités, m'ont engagé à suivre le développement de ces vaisseaux et de leur armature de parenchyme ; désireux de vérifier les beaux travaux de G. CHAUVEAUD² *sur le développement de la structure anatomique des tiges et sur le passage de la racine à la tige*, j'ai étudié les stades successifs par lesquels passe l'anatomie de l'hypocotyle depuis la germination de la plante à sa fructification, et ensuite l'anatomie de la tige épicotylée, un

¹ BEYSE, GUSTAV. — *Untersuchungen über den anatomischen Bau... der Gattung Impatiens*. (Nova Acta. Halle. Bd. 43, 1881.)

² CHAUVEAUD, GUSTAVE. — *L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution*. (Ann. Soc. nat., Bot., série 9, tome 13).

peu moins en détail, mais d'une manière suffisamment complète pour en rendre compréhensible la structure.

Vu la pénurie du papier due à la guerre, je ne discuterai pas les travaux antérieurs sur l'anatomie des *Impatiens*, sauf quand leurs conclusions seront opposées aux miennes, et je me bornerai à commenter les figures que je publie.

TECHNIQUE

Les graines d'*Impatiens Roylei* ont été semées en mars 1917 dans des pots, sous châssis, au Jardin botanique de Lausanne. Dès le moment de leur germination, j'ai prélevé périodiquement des échantillons qui ont été tués en général en les plongeant pendant un temps très court dans de l'eau bouillante, puis fixés dans de l'alcool absolu ; ce mode de fixation, s'il est trop brutal pour l'étude de la structure du protoplasma, a le grand avantage de coaguler sans plasmolyse les matières albuminoïdes et de transformer l'amidon en empois ; les cellules restent de cette manière bourrées et se déforment beaucoup moins ; de plus, la chaleur rend insolubles des matières albuminoïdes qui se dissoudraient sans cela dans l'alcool ; il est ainsi beaucoup plus facile de se rendre compte si une cellule est riche ou pauvre en albuminoïde que si l'on fixe directement à l'alcool. Les tiges jeunes ont été coupées au microtome après inclusion à la paraffine ; les stades plus âgés ont été coupés à la main. Les coupes au microtome, après dissolution de la paraffine, comme celles faites à la main, ont été colorées dans une solution aqueuse d'hématoxyline à $\frac{1}{2}$ % après un mordantage dans une solution à $\frac{1}{2}$ % d'alun ferrique, puis par une solution de vert de méthyle acétique ; cette double coloration convient particulièrement bien pour le dessin des coupes par projection ; l'hématoxyline est le seul colorant qui permette d'apercevoir aussi nettement les parois celluloses qui se détachent en gris-noir sur le champ éclairé ; les ponctuations des parenchymes et les pores des plaques criblées sont très nettes ; c'est également le seul colorant qui résiste à l'éclairement intense de la lampe à arc pendant les quelques heures nécessaires pour faire les dessins de grande dimension. Le carmin ne vaut absolument rien pour le dessin par projection. Les coupes n'ont jamais été traitées ni par l'eau de Javel, ni par aucun autre liquide éclaircissant ; elles ont toujours été faites assez minces pour rendre ces petits moyens inutiles ; les coupes ont été simplement montées à la glycérine.

Les dessins ont été faits à l'aide de l'appareil à dessiner que j'ai décrit dans le *Bulletin* n° 189 de notre Société. L'appareil est construit de façon à donner un grossissement à peu près double de celui indiqué par la fabrique pour l'objectif employé ; le champ de la projection est d'environ 14 cm. ; une fois la partie centrale du champ dessinée, la préparation et le papier sont déplacés d'une quantité correspondante ; l'opération est répétée jusqu'à ce que toute la préparation soit dessinée. Quand l'appareil est bien réglé, il n'y a aucune déformation de l'image, et l'on arrive à raccorder avec précision des dessins de très grande dimension ; l'original de la figure 21, par exemple, mesure 2 m. 15 sur 1 m. 70. L'avant-

tage de ces figures à grande échelle est qu'on a en même temps une vue d'ensemble et une exactitude parfaite dans les moindres détails.

Dans tous les dessins de ce travail, les membranes cellulaires ont été dessinées dans leur dimension exacte et il n'y a eu aucune sorte de « truquage », de sorte qu'on peut accorder à mes dessins la même foi qu'à une photographie... avec la clarté en plus.

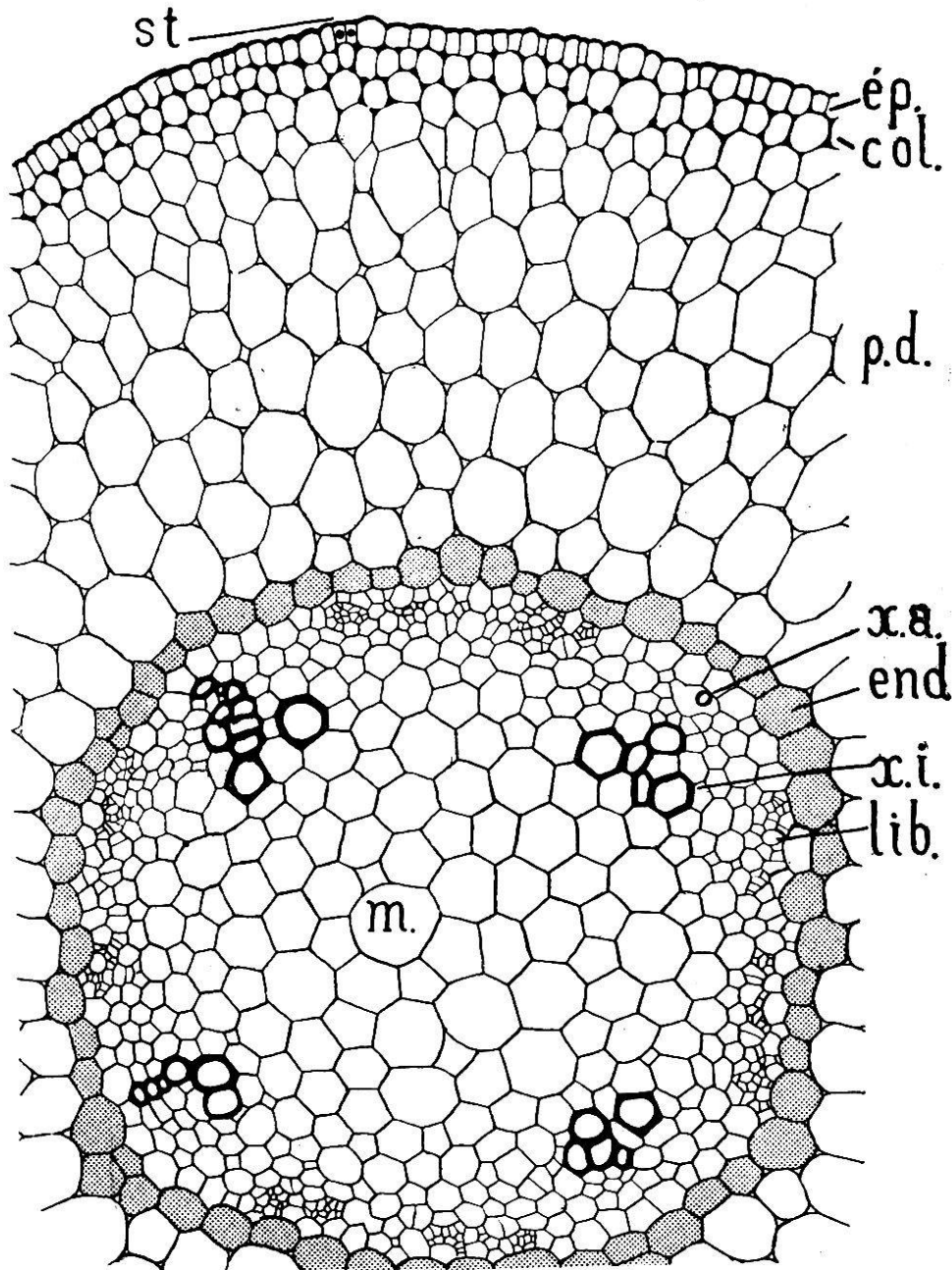


Fig. 1. — Coupe transversale de l'hypocotyle d'une plante d'*Impatiens Roylei*, fixée le 5 mai. Dessinée à un grossissement de 400 fois ; figure réduite pour la reproduction à 150 fois. *ép.* = épiderme ; *col.* = collenchyme dermique ; *p. d.* = parenchyme dermique ; *x. a.* = vestige du bois alterne ; dans le faisceau diamétralement opposé, le bois alterne est encore représenté par tous ses quatre faisceaux ; *end.* = endoderme ; *x. i.* = bois intermédiaire ; *lib.* = liber formant deux groupes entre chaque deux faisceaux ligneux ; *st.* = un stomate ; *m.* = moelle.

DÉVELOPPEMENT DE LA STRUCTURE ANATOMIQUE DE L'HYPOCOTYLE

Une coupe faite dans l'hypocotyle d'une jeune plante (15 mai) montre la disposition suivante (*fig. 1*) : le derme¹ comprend un épiderme (*ép.*), dont les cellules se divisent par des cloisons radiales, et un parenchyme dermique (*p. d.*) formé par huit à neuf couches de cellules ; la première couche sous l'épiderme commence à devenir collenchymateuse (*col.*) ; les autres couches sont encore à parois minces ; puis vient l'endoderme amylofère (*end.*). Dans

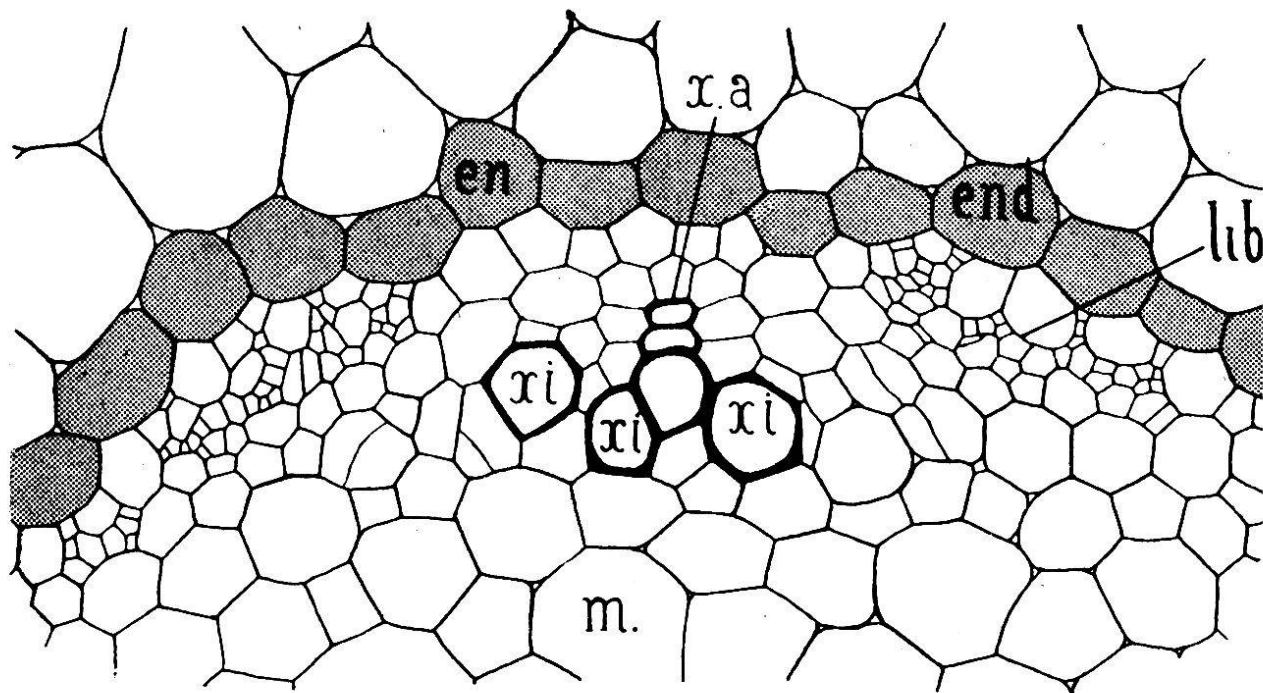


Fig. 2. — Détail d'un faisceau ligneux pris dans l'hypocotyle d'une autre plante fixée également le 5 mai ; *en, end.* = endoderme ; *x. a.* = trois vaisseaux de bois alterne ; *x. i.* = trois vaisseaux intermédiaires ; *lib.* = liber ; entre le liber et le bois deux cellules se cloisonnent pour former le cambium ; *m.* = moelle. Figure dessinée à un grossissement de 700 fois, réduite pour la reproduction à 350 fois.

le cylindre central, on voit quatre faisceaux ligneux à développement centripète ; le premier vaisseau formé (*x. a.*) est toujours séparé de l'endoderme par au moins une couche de cellules ; il y a donc un péricycle en dehors du bois ; dans quelques-uns des

¹ J'emploie le mot *derme* à la place de celui d'écorce primaire ; suivant en cela la proposition de A. COL (*Sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles de quelques Dicotylédones*. Thèse, Paris, 1904). Je conserve le terme d'écorce dans son sens vulgaire pour désigner tout ce qui se trouve en dehors du cambium dans une tige lignifiée normale. Ce mode de faire évite toute confusion ; le derme est limité à l'extérieur par l'épiderme, à l'intérieur par l'endoderme.

faisceaux, il y a plus d'une couche de cellules entre le bois et l'endoderme ; il y a peut-être eu ici disparition des premiers vaisseaux formés ; dans ces faisceaux ligneux, on peut nettement distinguer les vaisseaux alternes de Chauveaud (*x. a.*) ; ces vaisseaux forment un alignement radial ; les vaisseaux qui se sont développés ensuite (*x. i.*) sont placés latéralement par rapport aux vaisseaux alternes ; ce sont donc les vaisseaux intermédiaires de Chauveaud.

Le liber (*lib.*) présente la particularité que les premiers tubes criblés se forment immédiatement en contact avec l'endoderme ; il n'y a donc pas de péricycle en dehors des faisceaux libériens. Il y a deux paquets de liber dans l'intervalle entre deux faisceaux ligneux ; ces deux paquets sont du reste assez mal délimités.

Dans la *figure 2*, on a dessiné à un plus fort grossissement un faisceau ligneux et les deux régions libériennes voisines d'une coupe faite dans l'hypocotyle d'une autre plante, mais au même stade. On voit les premiers cloisonnements des cellules placées entre le bois et le liber ; ces cloisonnements sont le premier indice de la formation de l'assise génératrice cambiale.

A ce stade, la moelle (*m.*) est formée d'un parenchyme à grandes cellules, qui laissent de minuscules intercellulaires entre elles ; il n'y a pas encore de cavité médullaire.

La *figure 3* représente la coupe à travers le même hypocotyle que celui de la *figure 1*, mais à un niveau plus élevé, près de l'insertion des cotylédons. Le bois alterne n'y est presque plus représenté ; par contre, le bois intermédiaire forme une masse beaucoup plus considérable que dans la *figure 1* ; on voit le début de la formation d'une assise génératrice entre le bois et le liber. Les deux groupes libériens entre les deux faisceaux de bois sont bien séparés, mais un examen attentif montre que chacun de ces faisceaux est partagé en deux ou trois fascicules distincts. Le derme conserve les mêmes caractères qu'à un niveau inférieur.

Dans un hypocotyle plus âgé de quatre jours (9 mai) (*fig. 4*), on peut constater la disparition presque complète du bois alterne (*x. a.*) ; par suite de la croissance en longueur de l'hypocotyle, les vaisseaux ont été étirés et peut-être dissouts par des ferments. Le bois intermédiaire (*x. i.*) est encore complètement en place ; il est formé d'un plus grand nombre de vaisseaux que dans la coupe du 5 mai. Il s'est formé de chaque côté du faisceau ligneux un vaisseau superposé (*x. s.*) ; le vaisseau de droite, encore en formation est probablement déjà d'origine secondaire, c'est-à-dire provient d'une cellule issue de l'assise génératrice ; pour celui de gauche, cette origine secondaire est aussi possible, mais il n'est pas permis de l'affirmer.

La *figure 5*, représentant l'hypocotyle d'une plante fixée le

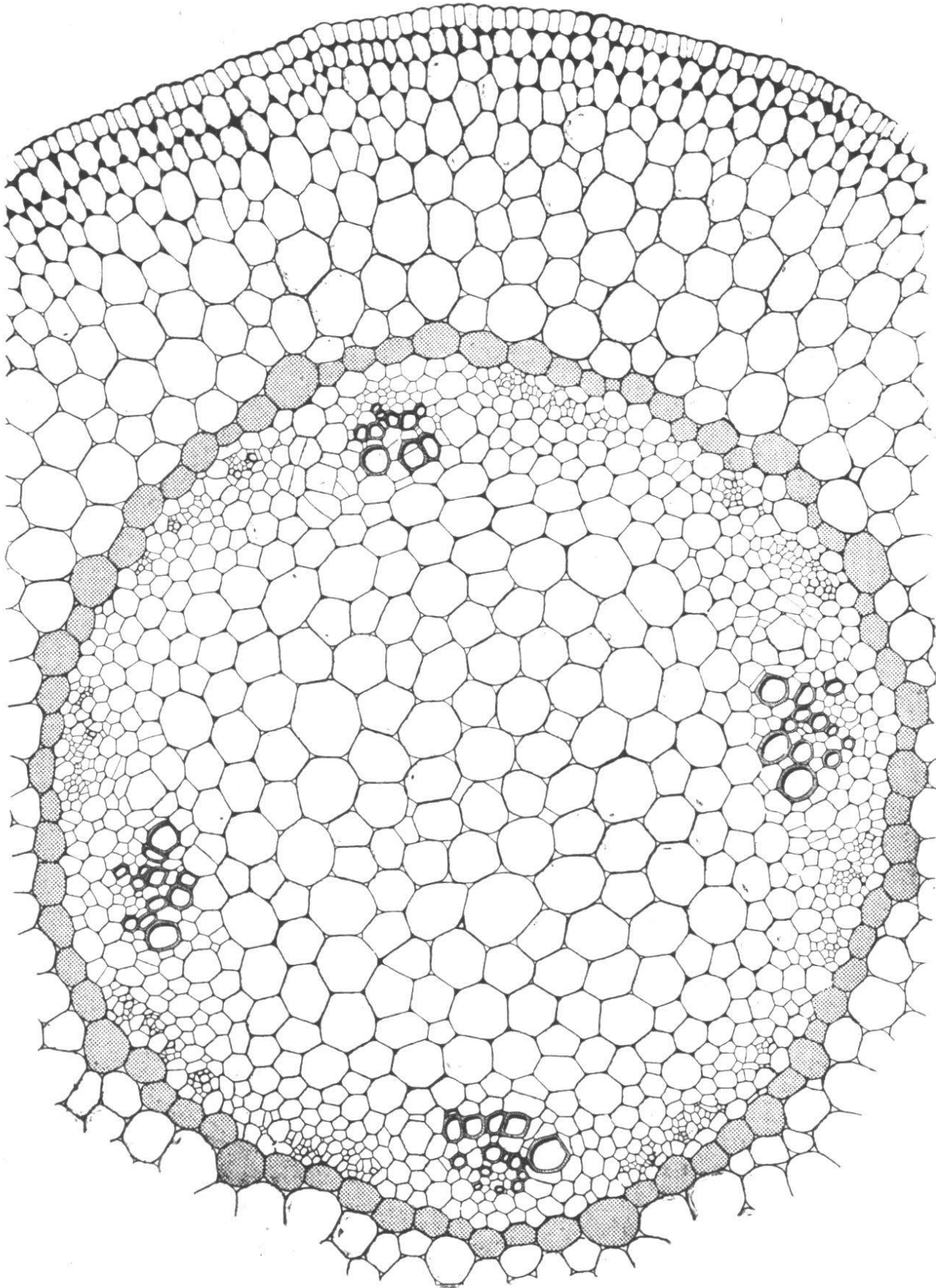


Fig. 3. — Coupe à travers le sommet de l'hypocotyle de la même plante que celle de la figure 1. Dessinée à un grossissement de 700 fois, réduite pour la reproduction à 150 fois.

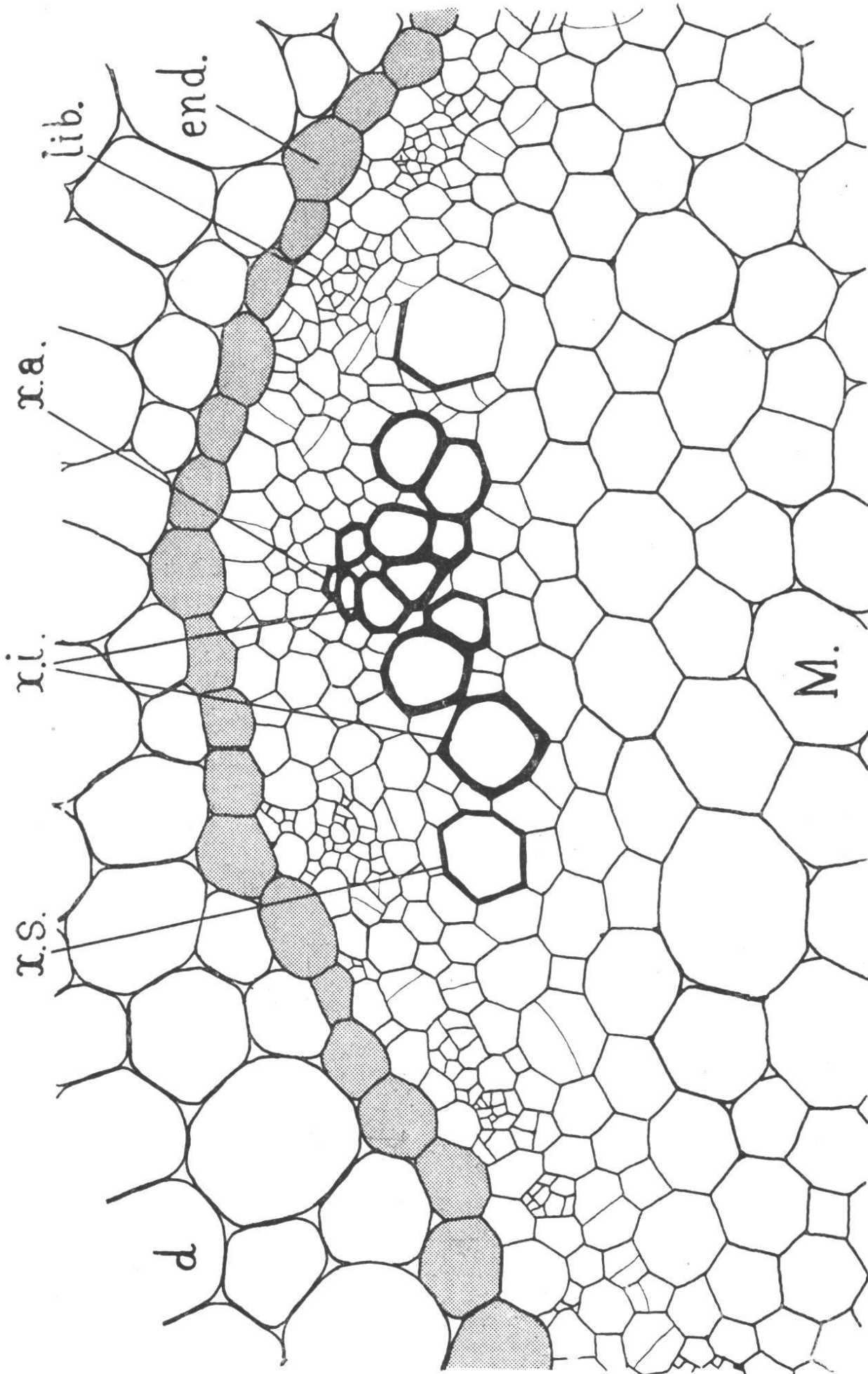


Fig. 4. — Faisceau ligneux dans l'hypocotyle d'une plante fixée le 9 mai. *d.* = derme; *end.* = endoderme; *x. a.* = un vaisseau alterne, les autres ont déjà disparu; *x. i.* = bois intermédiaire; *lib.* = liber; *M.* = moelle. Figure dessinée à un grossissement de 390 fois; réduite pour la reproduction à 300 fois.

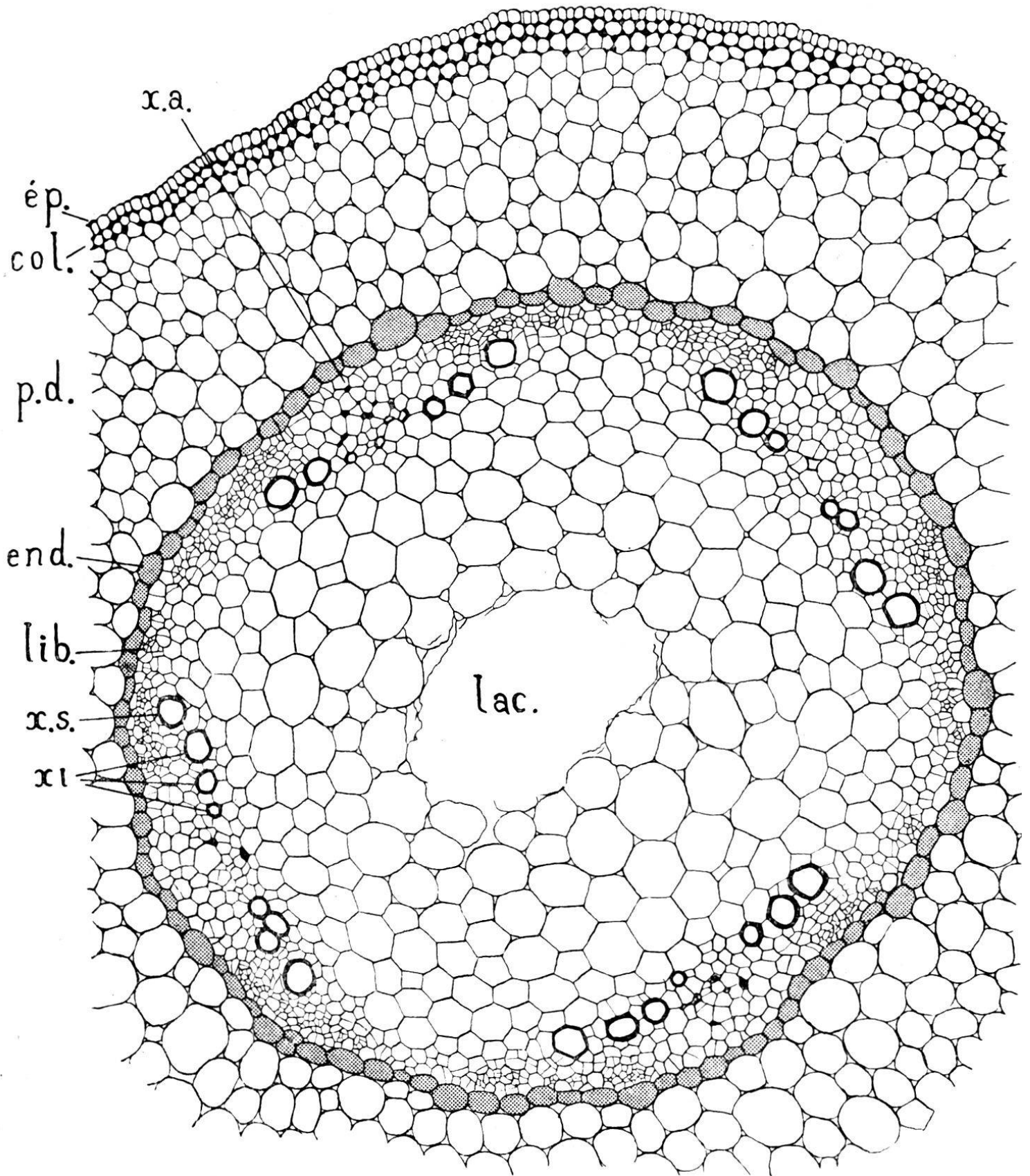


Fig. 5. — Coupe transversale d'un hypocotyle fixé le 15 mai ; *ép.* = épiderme ; *col.* = collenchyme ; *p. d.* = parenchyme cortical ou dermique ; *end.* = endoderme ; *lib.* = liber ; *x. i.* = vaisseaux intermédiaires ; *x. s.* = vaisseau superposé ; *lac.* = lacune de la moelle. Dessiné à un grossissement de 170 fois, réduit à 100 fois pour la reproduction.

15 mai, montre que l'épiderme (*ép.*) a continué à se cloisonner et à multiplier ses cellules ; celles du parenchyme dermique (*p. d.*) n'ont pas subi de cloisonnements, mais les cellules se sont allongées dans le sens de l'axe de la plante d'une façon proportionnellement plus forte que la tige elle-même, de sorte qu'elles ont dû pour s'allonger pénétrer entre celles placées au-dessus ou au-dessous d'elles ; cela explique pourquoi le nombre des cellules est plus grand, sur la coupe transversale que précédemment, et pourquoi on voit sur cette coupe de grandes cellules mêlées à de plus petites : les petites cellules ne sont pas autre chose que l'extrémité de cellules qui se sont ainsi insinuées entre les cellules voisines ; le parenchyme devient un prosenchyme qui deviendra du collenchyme. L'endoderme (*end.*) a subi des recloisonnements, ce qu'on peut reconnaître au nombre beaucoup plus grand des cellules et aux jeunes cloisons encore minces.

Dans le cylindre central, les cellules de parenchyme qui environnent les vaisseaux alternes se sont accrues, ce qui a eu pour résultat d'éloigner ces vaisseaux les uns des autres. Comme on peut le voir sur la *figure 6*, qui représente le faisceau d'en-haut, à gauche sur la *figure 5*, l'assise génératrice est franchement établie entre le bois superposé et le liber ; quelques-uns des vaisseaux intermédiaires sont en voie de disparition ; on en remarque encore les traces ainsi que celle d'un vaisseau alterne. Les cellules de la moelle se sont fortement accrues en diamètre ; il commence à se former une cavité centrale (*lac.*) par la mort d'un certain nombre de cellules ; la formation de la lacune se fait donc sur le type lysigène ; le nombre des cellules de la moelle semble s'être accru, mais ce n'est qu'une apparence, car on ne trouve pas de cloisonnements ; seulement les cellules se sont allongées en pénétrant entre les autres cellules ; c'est pourquoi il semble, quand on examine la coupe transversale qu'il y a un mélange de grandes et de petites cellules.

La *figure 7* représente une portion de la section transversale d'un hypocotyle fixé le 26 mai, dans la région où se trouvait le bois alterne. L'épiderme (*ép.*) continue à se cloisonner activement ; les trois couches externes du derme ont maintenant épaissi leurs parois dans les angles pour former du collenchyme ; voir la *figure 8*, qui représente la partie externe du même hypocotyle ; on a laissé en blanc ce qui était la lamelle moyenne quand les cellules étaient jeunes ; la partie en noir des membranes est de nature pectique ; elle prend une coloration très foncée par l'hématoxyline ; les épaississements en gris sont cellulósiques et sont en bleu clair dans la préparation.

Toutes les cellules du derme (*fig. 7*) se divisent par des cloisons radiales ; malgré ces divisions, elles ont maintenant une dimension

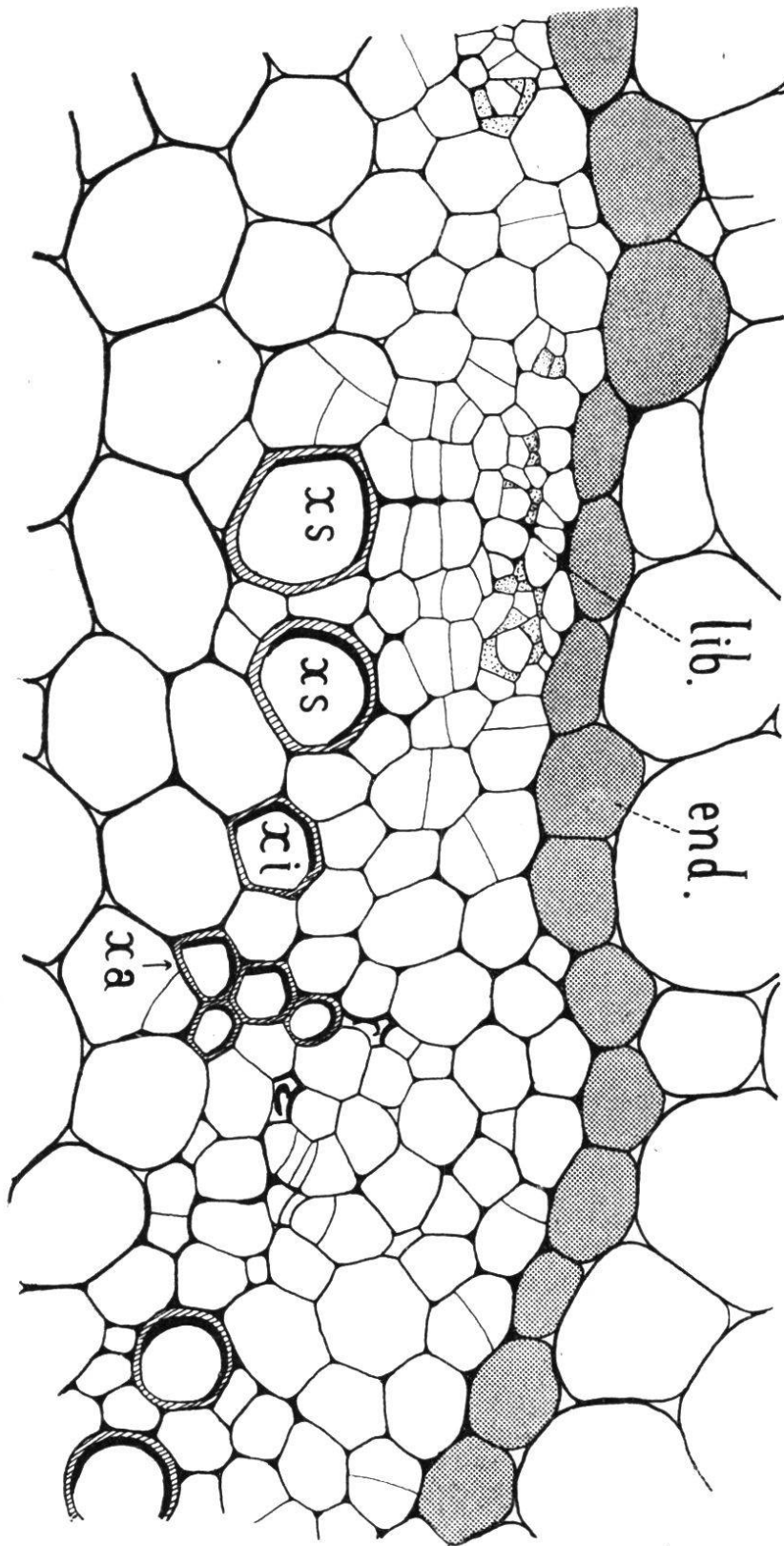


Fig. 6. — Moitié du faisceau ligneux situé à droite en haut dans la figure 5. Mêmes lettres.
Dessiné à un grossissement de 710 fois, réduit par la reproduction à 300 fois.

beaucoup plus grande que précédemment. Les cellules de l'endoderme se divisent aussi par des cloisons radiales et en même temps s'étirent tangentiellement.

Dans le cylindre central, l'accroissement des cellules entourant les vaisseaux intermédiaires se continue ; en même temps, ces

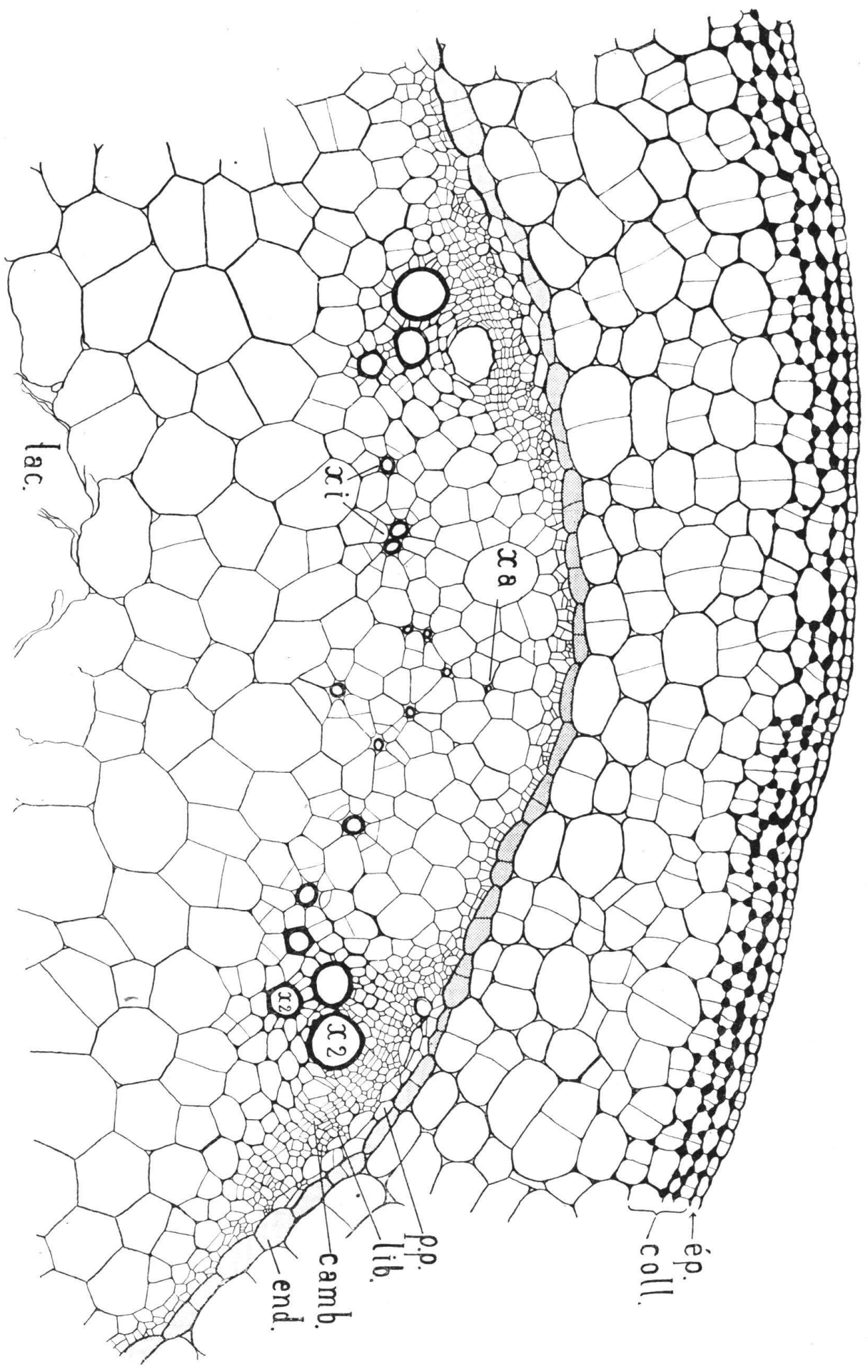


Fig. 7. — Hypocotyle fixé le 26 mai; *ep.* = épiderme; *coll.* = collenchyme; *lib.* = liber; *p. p.* = pseudo-pericycle; *end.* = endoderme; *x. a.* = vaisseau alterne en voie de disparition; *x. 1.* = vaisseaux intermédiaires; *x. 2.* = vaisseaux secondaires; *lac.* = lacune de la moelle. Dessiné à un grossissement de 220 fois, réduit à 100 fois.

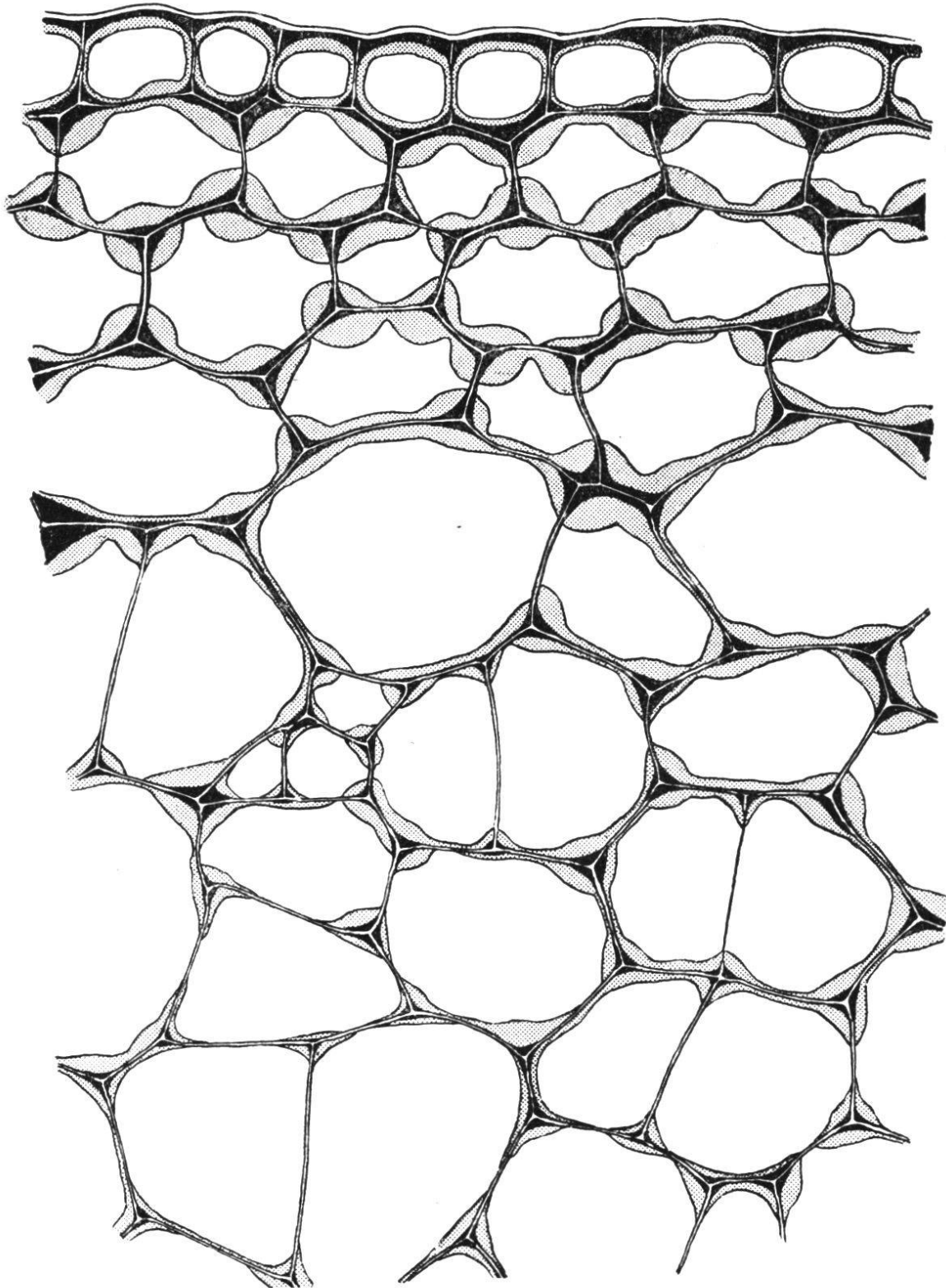


Fig. 8. — Partie externe de l'hypocotyle représenté à la figure 7 ; montrant l'épiderme et le collenchyme. Dessiné à un grossissement de 1000 fois ; réduit pour la reproduction à 500 fois.

cellules se divisent par des cloisons dirigées en rayons autour des vaisseaux ; le même phénomène se passe également pour les premiers vaisseaux superposés, même pour ceux d'origine secondaire. On voit ainsi quelle est l'origine des vaisseaux isolés si caractéris-

tiques de la tige des *Impatiens*. Les cellules du péricycle situé en dehors de l'endroit où le bois alterne est apparu se divisent par des cloisons radiales, tangentielles et obliques, de façon à former un procambium ; il s'est déjà formé quelques tubes criblés aux dépens de ce procambium ; dans les faisceaux superposés, l'activité de l'assise génératrice a donné naissance à quelques tubes criblés secondaires et à de nouveaux vaisseaux ligneux ; le liber primaire est en voie de transformation ; les premiers tubes criblés situés contre l'endoderme ont été oblitérés tandis que le parenchyme libérien augmente la dimension de ses cellules ; celles-ci subissent aussi des divisions par des cloisons le plus souvent radiales ; il se forme ainsi un tissu qu'on prendrait à première vue pour un péricycle si l'étude du développement n'avait montré que ce tissu n'est que du liber remanié ; on peut désigner cette région sous le nom de *pseudo-péricycle*. On voit dans la partie ligneuse du faisceau superposé que les vaisseaux internes, qui sont à n'en pas douter d'origine secondaire s'isolent aussi par la croissance du parenchyme environnant ; celles qui entourent les vaisseaux se divisent activement par des cloisons en rayons. Les cellules de la moelle grossissent et se divisent pour suivre l'accroissement en épaisseur de la tige.

La *figure 9* représente la région comprise entre l'endroit où était apparu le bois alterne et le faisceau superposé situé à sa gauche, dans un hypocotyle fixé le 16 juin. On retrouve les vaisseaux isolés caractéristiques ; si l'on juge par leurs dimensions, on voit que presque tous ces vaisseaux isolés sont des anciens vaisseaux superposés secondaires qui ont été amenés dans la position qu'ils occupent par la croissance et les divisions des cellules du parenchyme ligneux ; on ne peut pas dire comme BEYSE et BRUNOTTE¹ que « ces vaisseaux sont isolés dans la moelle » ; le tissu qui les environne est à désigner comme parenchymé ligneux. Les cellules de la moelle qui bordent la lacune centrale ne se divisent plus dans le sens longitudinal ; elles sont étirées dans le sens tangentiel par la croissance en épaisseur de tout l'organe ; mais une coupe longitudinale montre qu'elles se divisent par des cloisons horizontales.

Dans le procambium formé dans le péricycle placé en dehors de la région où le bois alterne est né, il s'est établi une assise génératrice continue qui a formé vers l'extérieur des îlots isolés de tubes criblés (comparer la *figure 21*) et vers l'intérieur un bois parenchymateux et, par-ci par-là, de nouveaux faisceaux ligneux ; les tubes criblés formés directement aux dépens du procambium sont

¹ BRUNOTTE, CAMILLE. — *Recherches embryogéniques et anatomiques sur quelques espèces d'Impatiens et de Tropaeolum*. (Thèse, Paris, 1900.)

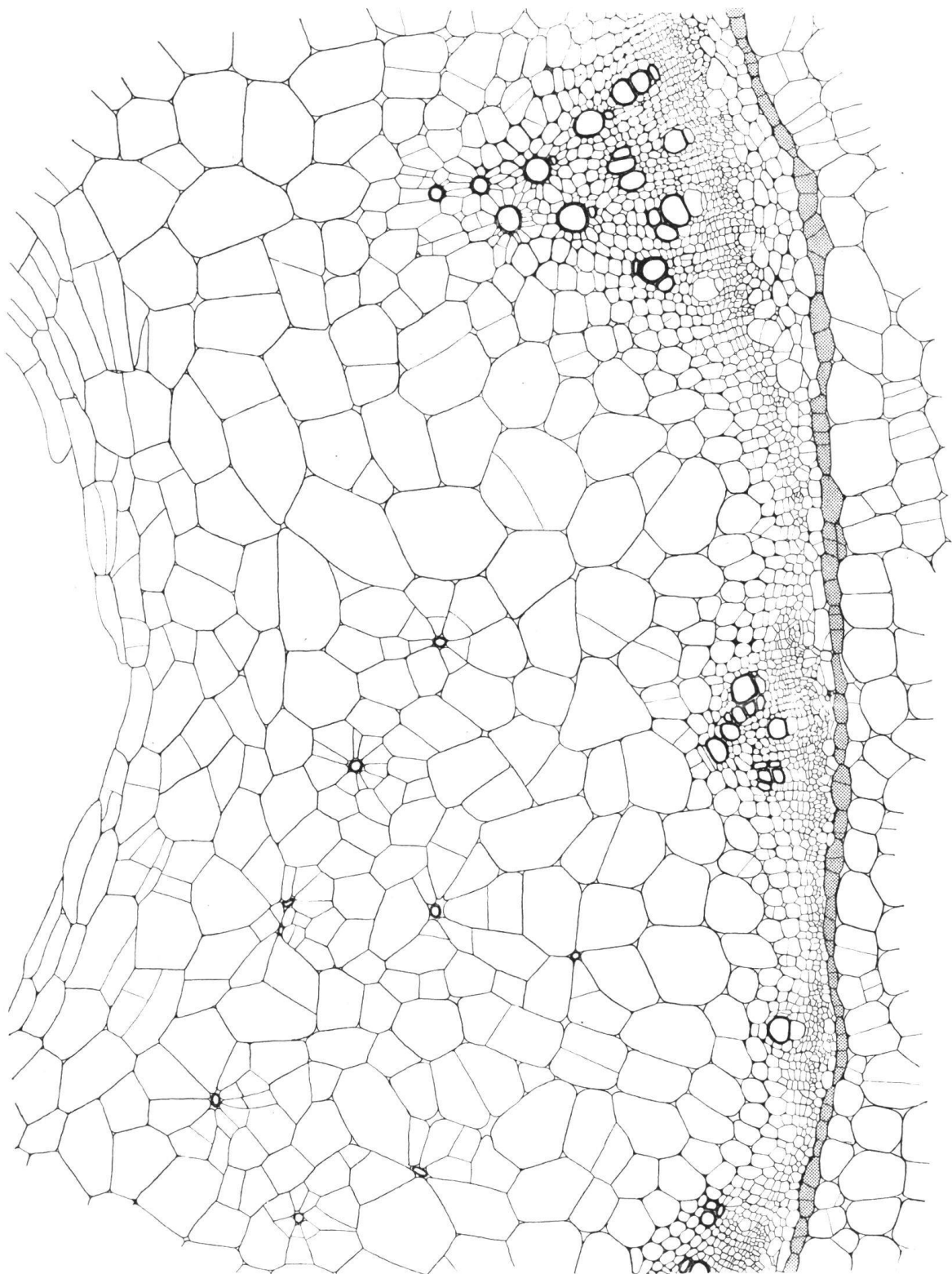


Fig. 9. — Hypocotyle fixé le 16 juin ; dessiné à un grossissement de 160 fois, reproduit à un grossissement de 50 fois.

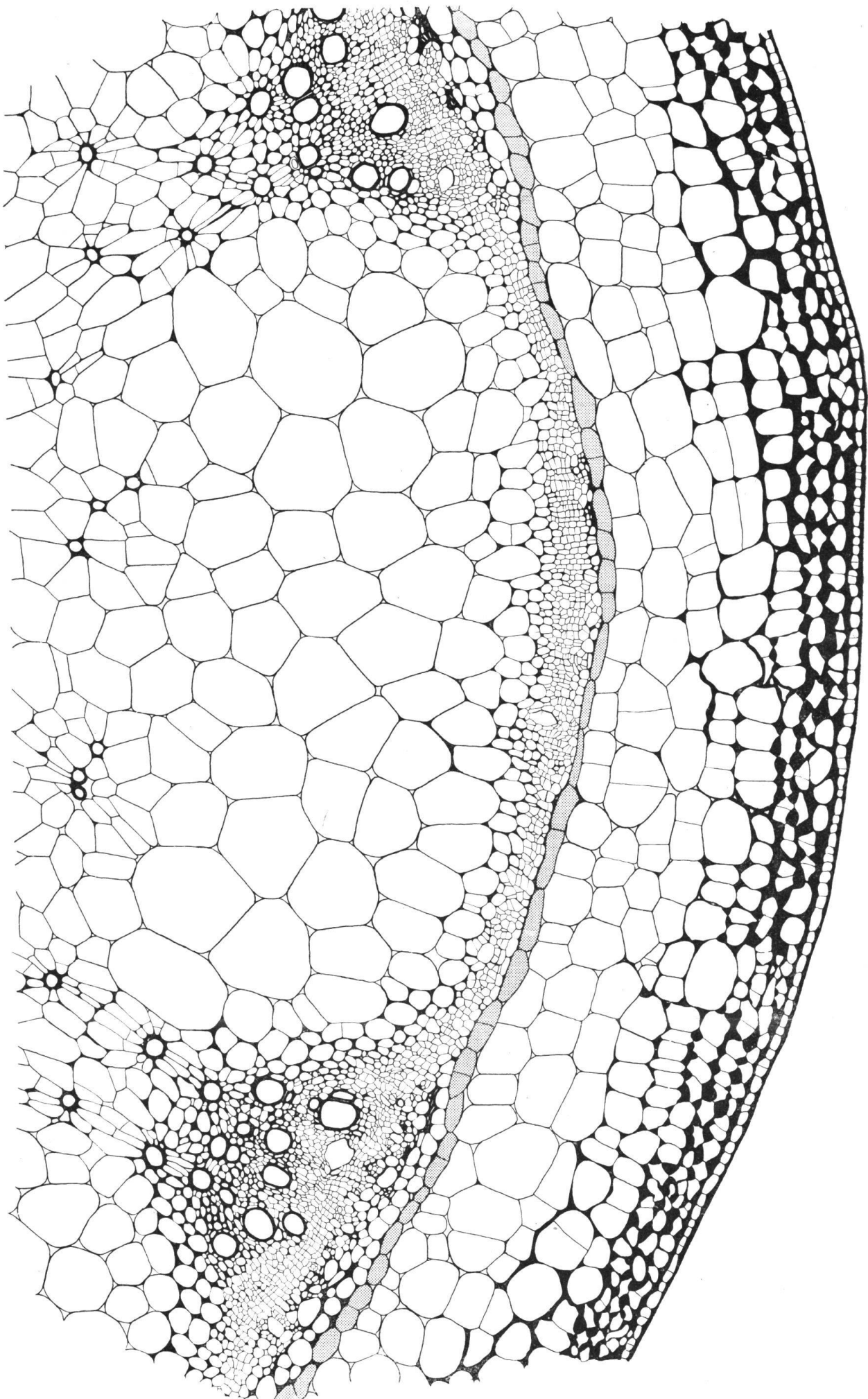


Fig. 10. — Hypocotyle fixé le 7 juillet ; dessiné à 160 fois, reproduit à un grossissement de 50 fois.

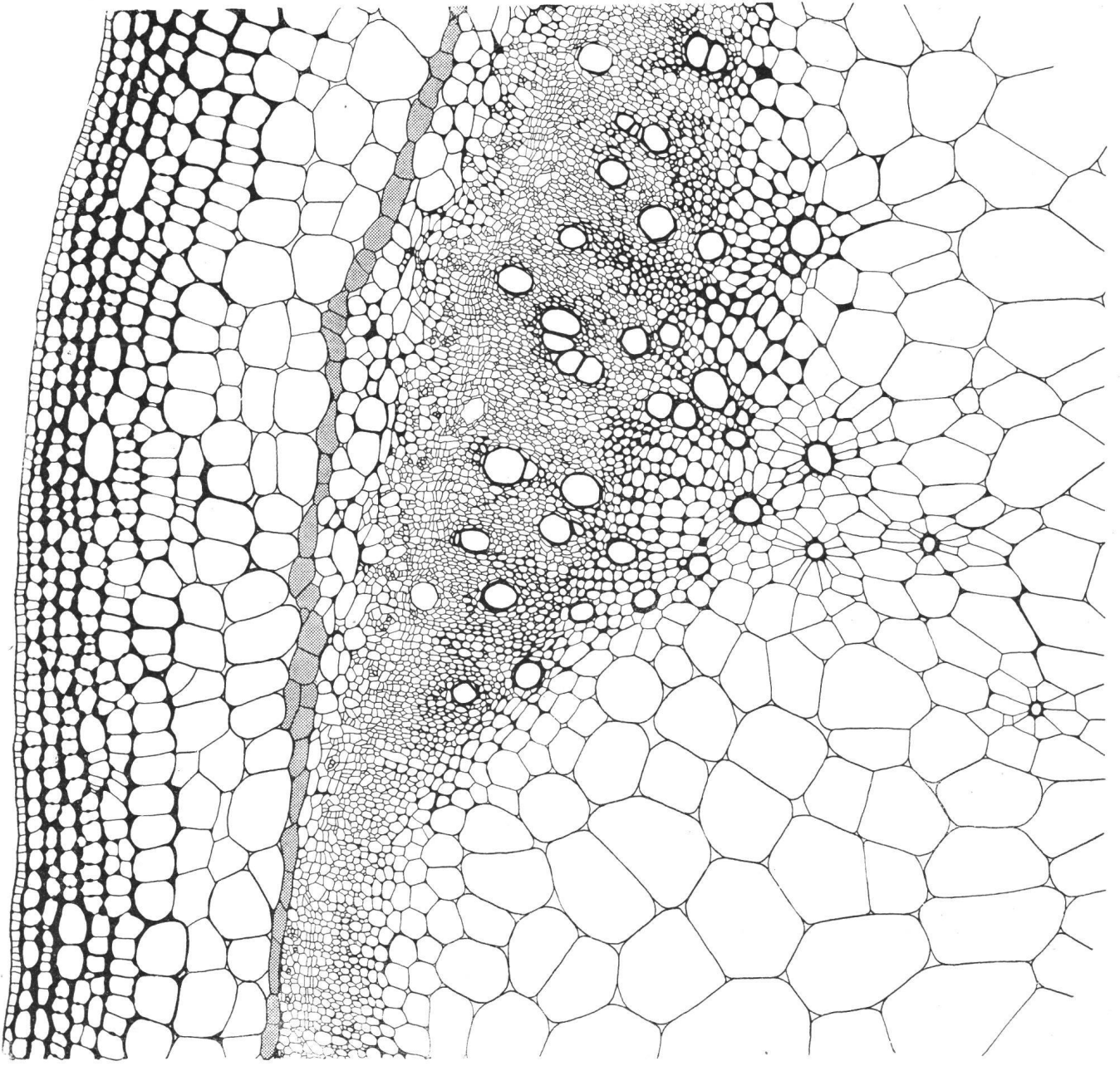


Fig. 11. — Hypocotyle fixé le 9 août ; dessiné à un grossissement de 150 fois ; réduit à la reproduction à 50 fois.

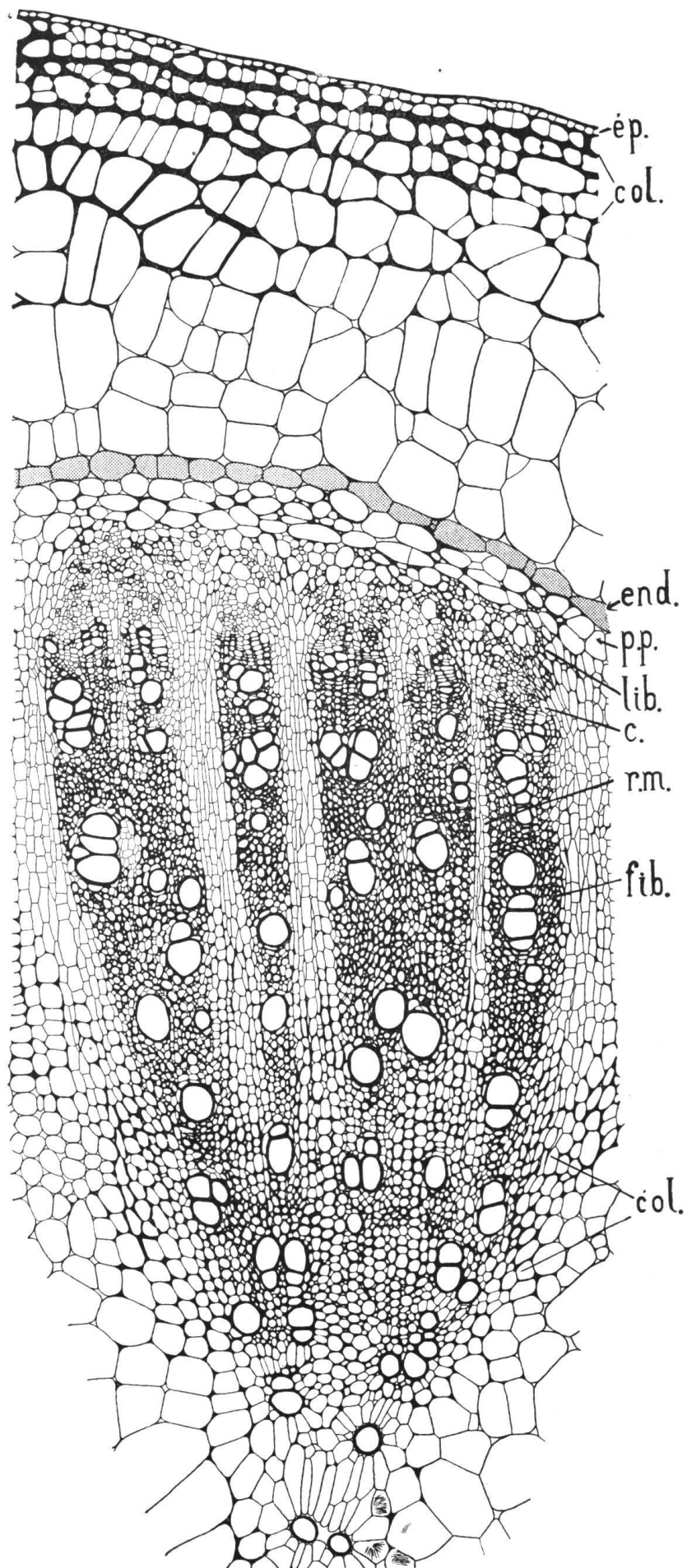


Fig. 12. — Hypocotyle d'une plante ayant crû en pleine terre, portant des fleurs et des fruits, fixée le 30 août. Dessiné à un grossissement de 160 fois, réduit à la reproduction à 50 fois.

déjà oblitérés et les cellules du parenchyme qui les entoure ont grandi et donné naissance à un *pseudo-péricycle* (voir p. 248), qui est ici d'origine péricyclique, mais après avoir passé par l'état libérien.

La figure 21 montre une portion du cambium (*Ca.*) inter-fasciculaire du même hypocotyle montrant le fonctionnement du cambium, le bois secondaire formé à ce moment uniquement d'un parenchyme collenchymateux (*P. l. s.*) ; en *t*, un cloisonnement oblique indique la naissance d'un tube criblé.

Dans la figure 10, représentant la coupe dans un hypocotyle fixé le 7 juillet, on constate que le derme s'est transformé en collenchyme sur une épaisseur de quatre à cinq assises ; les cellules du collenchyme comme celles du parenchyme dermique continuent à se diviser par des cloisons radiales ; il en est de même de l'endoderme.

Dans le liber des faisceaux, il continue à se former de nouveaux tubes criblés, tandis que les anciens, même ceux d'origine secondaire, s'oblitérent. Le bois secondaire continue à se développer ; les cellules de parenchyme entourant les vaisseaux les plus internes (en faisant abstraction de ceux qui se sont isolés) sont devenues collenchymateuses ; le cambium commence à former vers l'intérieur un tissu d'un aspect spécial ; ce tissu n'est pas autre chose que du prosenchyme destiné à devenir du tissu fibreux ; en examinant ce tissu (fig. 19) on a d'abord l'impression que les cellules provenant de la division du cambium se redivisent par une cloison détachant un angle de la cellule ; puis que ces petites cellules triangulaires en cherchant à grandir écartent les cellules de la rangée voisine jusqu'à ce qu'elles aient pris la forme d'un losange ; quelquefois cette cellule en losange semble se diviser à son tour. Si ces cellules ne montraient pas un contenu protoplasmique, ou si l'on avait traité les coupes à l'eau de Javel, on serait tenté de les prendre pour des intercellulaires ; j'ai l'impression que beaucoup d'auteurs ont fait cette erreur, car le même fait se reproduit chez d'autres plantes. Or, les cellules triangulaires et celles en losanges ne sont pas autre chose que les extrémités de cellules placées en dessus ou en dessous du plan de la coupe et qui s'accroissant en longueur en devenant prosenchymateuses pénètrent entre les cellules voisines. On a donc à faire ici à un cas de croissance par glissement (*gleitendes Wachstum*).

Dans la figure 11, représentant un hypocotyle fixé le 6 août, on remarque que le collenchyme dermique a continué à se diviser par des cloisons radiales ; on reconnaît distinctement les cellules provenant d'une même cellule-mère ; dans le cylindre central, le *pseudo-péricycle* a continué à se développer ; on observe entre ses cellules des taches foncées représentant les tubes criblés écrasés ;

on remarque que toute la bordure interne du faisceau, en dehors de la région où se trouvent les vaisseaux isolés, a un parenchyme fortement collenchymateux; puis vient une région à cellules minces où l'on reconnaît les cellules en losange; ce sont par conséquent des fibres en train de se différencier; au milieu de ce tissu encore mou, on voit des groupes de fibres déjà épaisses et lignifiées, formant des bandes radiales ou des îlots autour des vaisseaux. On peut remarquer que, tandis que jusqu'à ce moment les vaisseaux se formaient d'autant plus gros qu'ils étaient plus récents, le calibre des vaisseaux en train de se former aux dépens du cambium sont plus petits que ceux précédemment formés.

La *figure 12* représente l'état le plus avancé que puisse atteindre la structure de l'hypocotyle d'*Impatiens Roylei*; la coupe est faite dans l'hypocotyle d'une plante très vigoureuse ayant crû en pleine terre et portant des fleurs et quelques fruits mûrs, et fixée le 20 août. Le collenchyme dermique est un peu moins développé que dans la plante précédente; cela tient probablement à l'individualité de la plante ou au fait que la plante était en pleine terre. Dans le cylindre central, on voit que le cambium a cessé de fonctionner, mais après avoir donné une épaisse couche de bois secondaire formé de vaisseaux et de fibres; il s'est formé des rayons parenchymateux secondaires désignés le plus souvent dans les livres comme des rayons médullaires quoi qu'ils n'aient absolument rien à faire avec la moelle. Les derniers vaisseaux formés sont groupés au lieu d'être isolés et leur calibre va en décroissant vers la périphérie. Il y a donc formation d'un vrai bois d'automne. Le tissu fibreux du bois est représenté à un plus fort grossissement par la *figure 13*; on peut parfaitement se rendre compte de la manière dont les pointes des fibres ont écarté les cellules voisines en s'allongeant; ces fibres sont fortement lignifiées. C. BRUNOTTE, résumant nos connaissances sur l'anatomie des *Impatiens*, dit: « Leurs caractères histologiques constants sont, somme toute: absence de tissu de soutien sclérenchymateux formant un stéréome résistant, ainsi que l'absence presque complète de fibres lignifiées. Ce fait paraît constant chez toutes les espèces, même chez celles qui atteignent de très grandes tailles et où les tiges sont creuses. L'*I. Roylei*, une des plus grandes espèces du genre, présente aussi ces caractères. » Ces fibres avaient pourtant été signalées et figurées chez *I. parviflora*, sous le nom de libriforme.

DÉVELOPPEMENT DE LA TIGE ÉPICOTYLÉE.

La *figure 14* représente un des huit faisceaux du premier entrenœud d'une plante fixée le 9 mai. L'épiderme est formé de cellules

0,1mm.

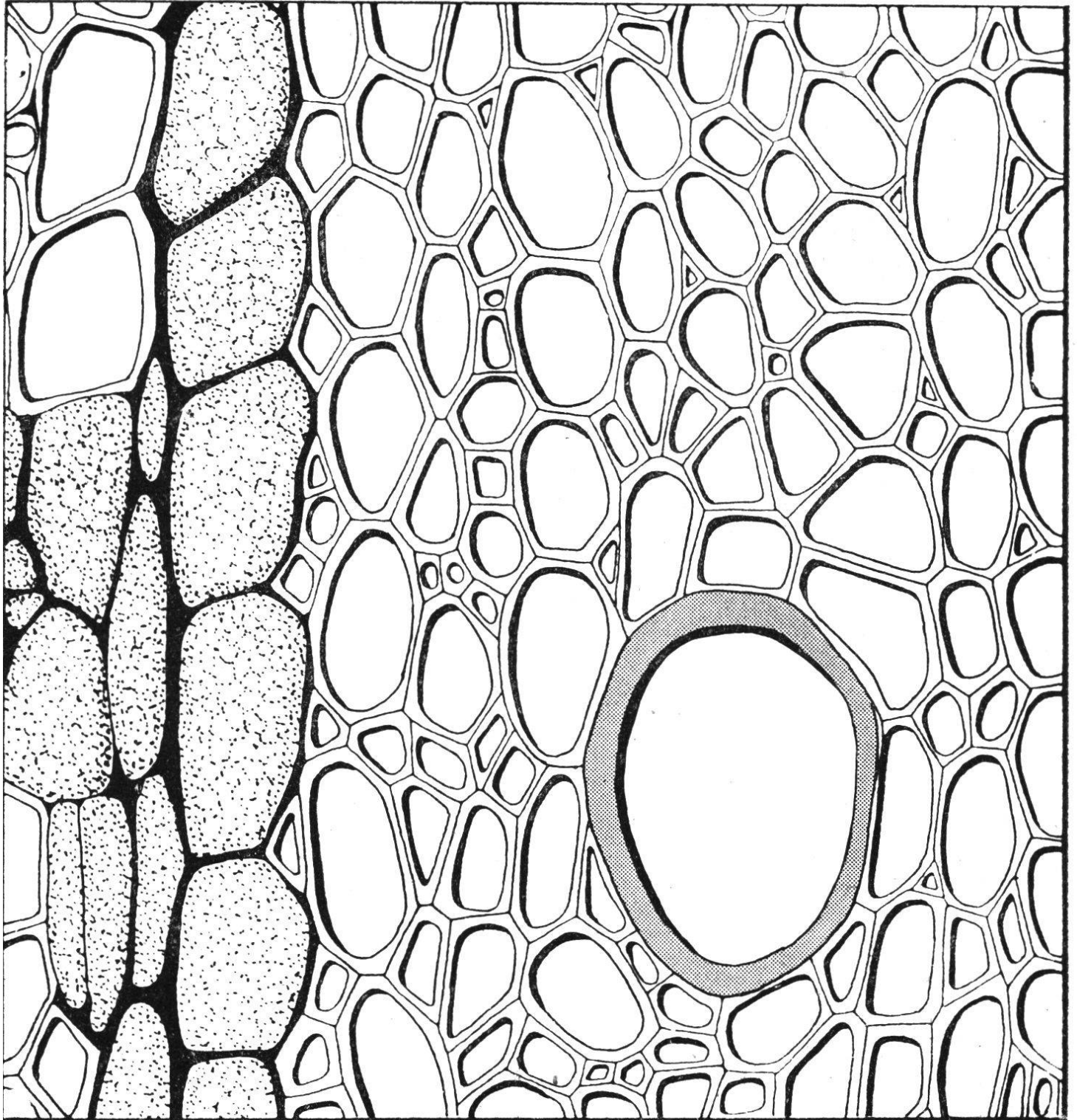


Fig. 13. — Détail de la partie fibreuse du bois de l'hypocotyle de la figure 11. A gauche un rayon parenchymateux en pointillé ; dessiné à un grossissement de 875 fois, réduit à la reproduction à 600 fois.

allongées dans le sens radial et en train de se cloisonner activement ; le derme est formé de cinq à six assises de cellules dont les trois à quatre externes sont déjà collenchymateuses ; ces cellules se divisent aussi activement par des cloisons radiales. Si l'on compare le développement du collenchyme de cette tigelle avec celui de l'hypocotyle de la figure 5, pourtant plus âgé de six jours, on constate que la formation du collenchyme est beaucoup plus précoce dans la tigelle que dans l'hypocotyle. Il y a ainsi une accélération

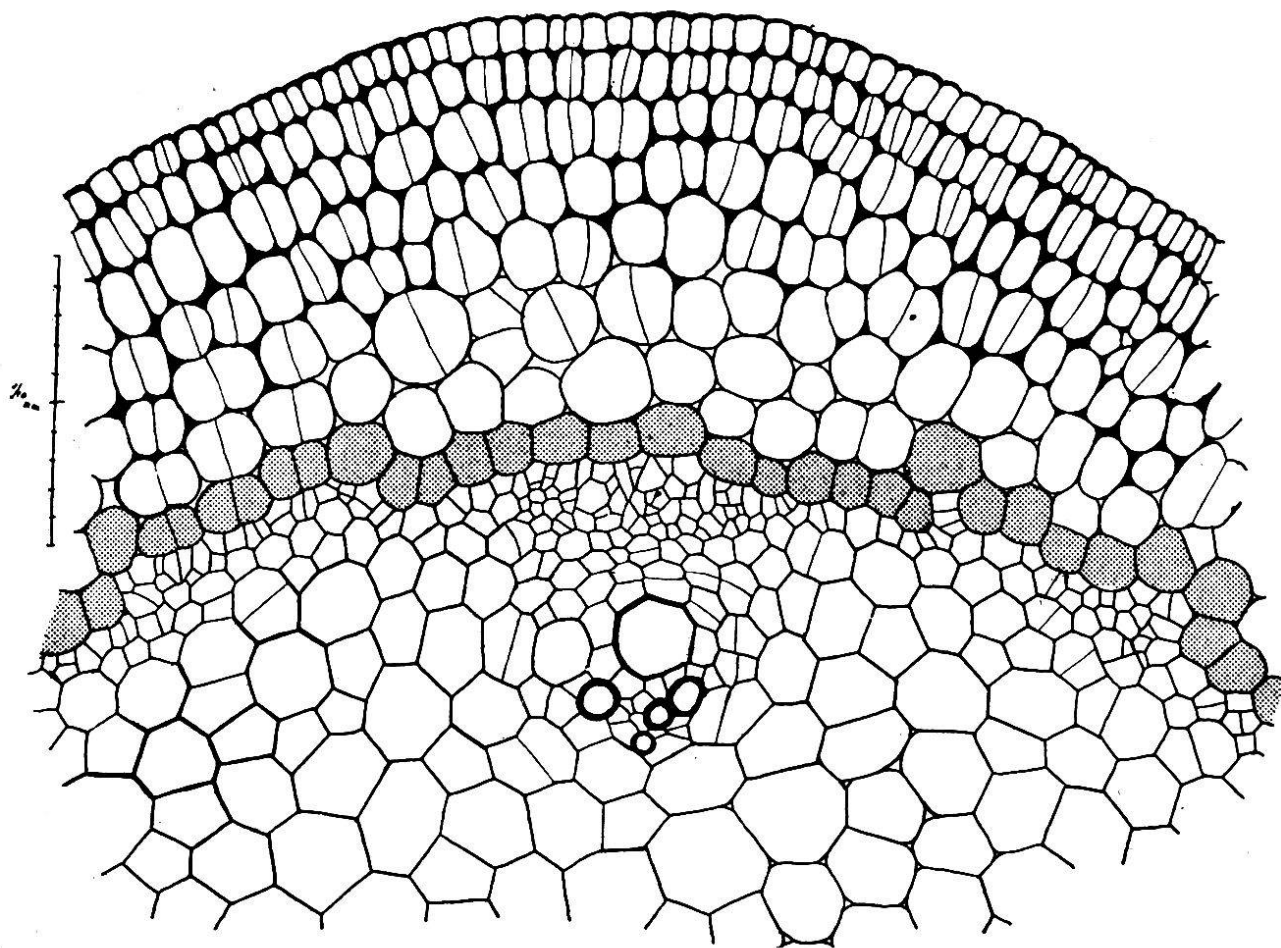


Fig. 14. — Portion d'une coupe transversale du premier entre-nœud de la tige épicotylée de la plante dont l'hypocotyle est représenté par la figure 4 (9 mai). Dessiné à un grossissement de 730 fois, réduit par la reproduction à 250 fois.

basifuge du développement. L'accroissement tangentiel du derme est obtenu dans la tigelle par la multiplication des cellules par division, tandis que dans l'hypocotyle, il se fait par la croissance des cellules en diamètre et en longueur sans qu'il y ait de divisions cellulaires. L'endoderme, reconnaissable aux grains d'amidon qu'il renferme, ne forme pas une assise aussi distincte que dans l'hypocotyle ; si l'on examinait des coupes privées d'amidon, on pourrait presque croire qu'il n'y a pas d'endoderme.

Dans le cylindre central, on voit que le liber se différencie dans le péricycle, les premiers tubes criblés touchant l'endoderme, de sorte qu'une fois le liber différencié, il ne reste plus de péricycle. Cinq vaisseaux ligneux existent déjà ; le plus externe est plus que probablement d'origine secondaire et dû à l'activité du cambium nettement formé entre le bois et le liber. Les quatre vaisseaux

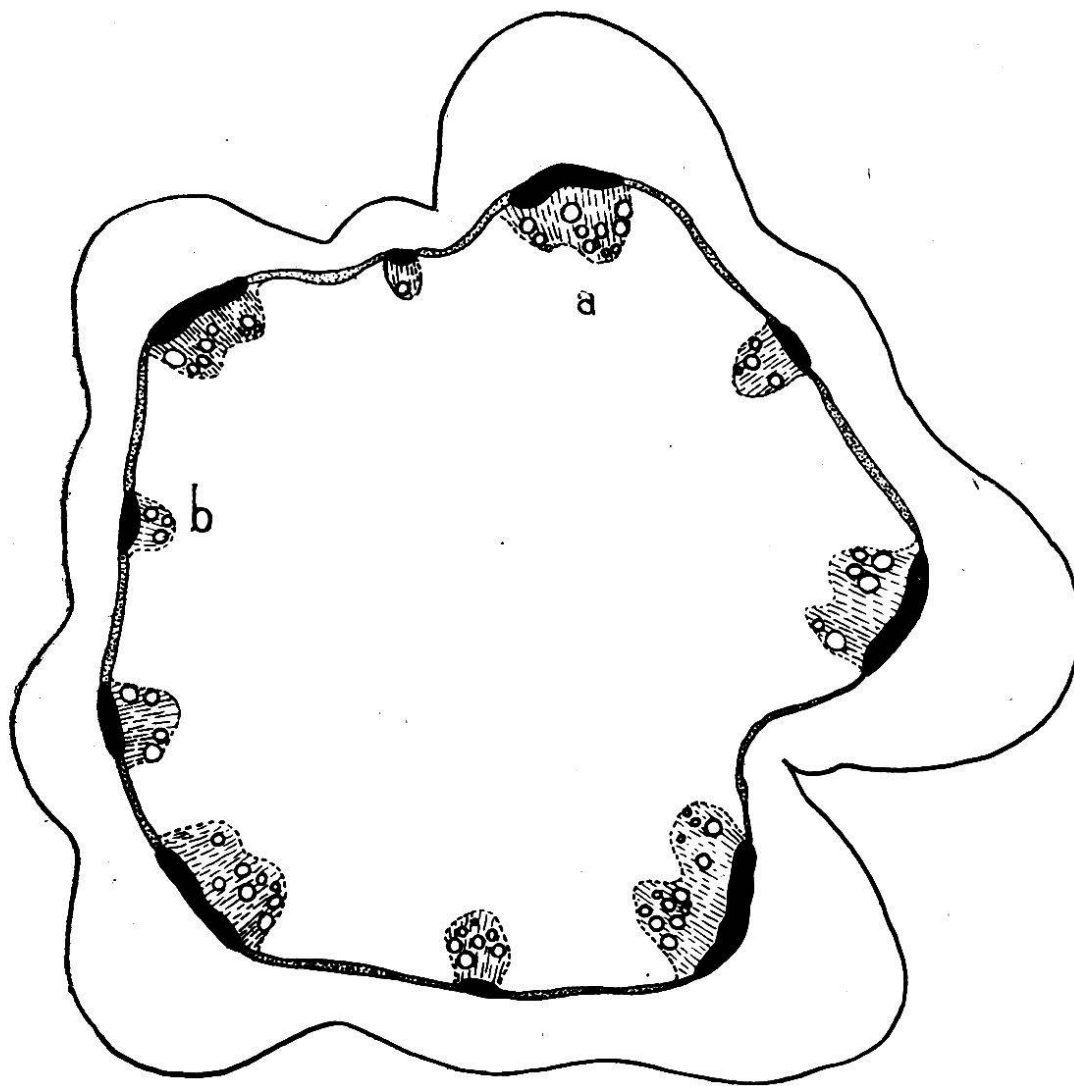


Fig. 15. — Coupe transversale du 5^mr entre-nœud de la tige d'une plante fixée le 23 juin ; a. et b. = faisceaux représentés par les figures 19 et 20. Dessiné à un grossissement de 90 fois, réduit par la reproduction à 35 fois.

internes sont peut-être aussi secondaires, mais il n'est pas possible de l'affirmer ; mais il faut retenir que le bois primaire est formé tout au plus de quatre vaisseaux ; les dimensions de ces vaisseaux sont : 7.2, 11, 13, 15 et 28 microns.

Les cellules de parenchyme bordant le bois à droite et à gauche se divisent par des cloisons radiales, tandis que le reste de la moelle répond à l'accroissement en épaisseur par le simple accroissement de ses cellules.

La *figure 15* montre à un faible grossissement la coupe à travers le cinquième entre-nœud d'une plante fixée le 23 juin. Tandis que les entre-nœuds du bas et de l'hypocotyle sont plus ou moins cylindriques, cet entre-nœud, ainsi que ceux placés plus haut, est sillonné. La coupe montre 10 faisceaux, dont 5 sont formés d'au moins deux faisceaux accolés.

La *figure 16* donne la coupe à travers le faisceau désigné par *b.* sur la *figure 15*. L'épiderme montre les mêmes caractères que celui du premier entre-nœud du 9 mai (fig. 14) ; le derme comprend quatre assises de collenchyme, dont l'externe est chlorophyllienne ; les cellules se divisent par des cloisons radiales ; dans la région entre les faisceaux, l'assise la plus interne du derme contient seule de l'amidon et forme un endoderme distinct (voir sur la gauche de la figure) ; en face du faisceau, les deux couches les plus internes du derme contiennent de l'amidon et présentent les mêmes caractères ; il est impossible de dire laquelle des deux assises est l'endoderme ; par analogie avec l'hypocotyle, on peut cependant admettre que c'est la plus interne, celle qui est en contact avec les tubes criblés les plus externes.

Dans le bois, on trouve deux vaisseaux formés et un en formation ; ce dernier est de formation secondaire ; son diamètre est de 26 microns et il n'a peut-être pas atteint toute sa taille ; le plus grand des deux autres est aussi dû à l'activité du cambium (diam. 37 microns) ; le plus petit (diam. 20 microns) est aussi, mais seulement probablement secondaire ; le bois primaire n'est donc représenté ici que par un seul vaisseau et encore son origine, est-elle douteuse. Dans le liber et dans le bois sont des cellules contenant du mucilage et des raphides (cellules en pointillé dans le dessin). Les cellules de la moelle contiennent des grains d'amidon. Cette plante a été fixée seulement à l'alcool, ce qui a permis de dessiner les grains d'amidon.

Le faisceau *a.* de la *figure 15* est représenté par la *figure 17*. Le faisceau est double ; les trois vaisseaux de demi-faisceau de gauche sont tous trois d'origine secondaire (diam. : 13, 26 et 32 microns) ; on peut nettement suivre l'alignement des cellules depuis le cambium jusqu'à chacun de ces vaisseaux ; il en est de même pour l'autre moitié du faisceau ; les vaisseaux complètement formés de ce demi-faisceau mesurent : 8, 11, 21, 21, 32, 42 et 45 microns.

Il résulte de l'examen des figures 14, 16 et 17 que le bois primaire est excessivement réduit, pour ne pas dire nul, dans les tiges d'*Impatiens*.

Il nous reste à examiner une tige âgée ; la *figure 18* représente une coupe faite dans une tige prise en été, dans un entre-nœud

inférieur, dans le voisinage d'un nœud. L'épiderme divise ses cellules pour suivre l'accroissement de la tige en épaisseur ; le derme se compose de collenchyme à l'extérieur et de parenchyme à l'inté-

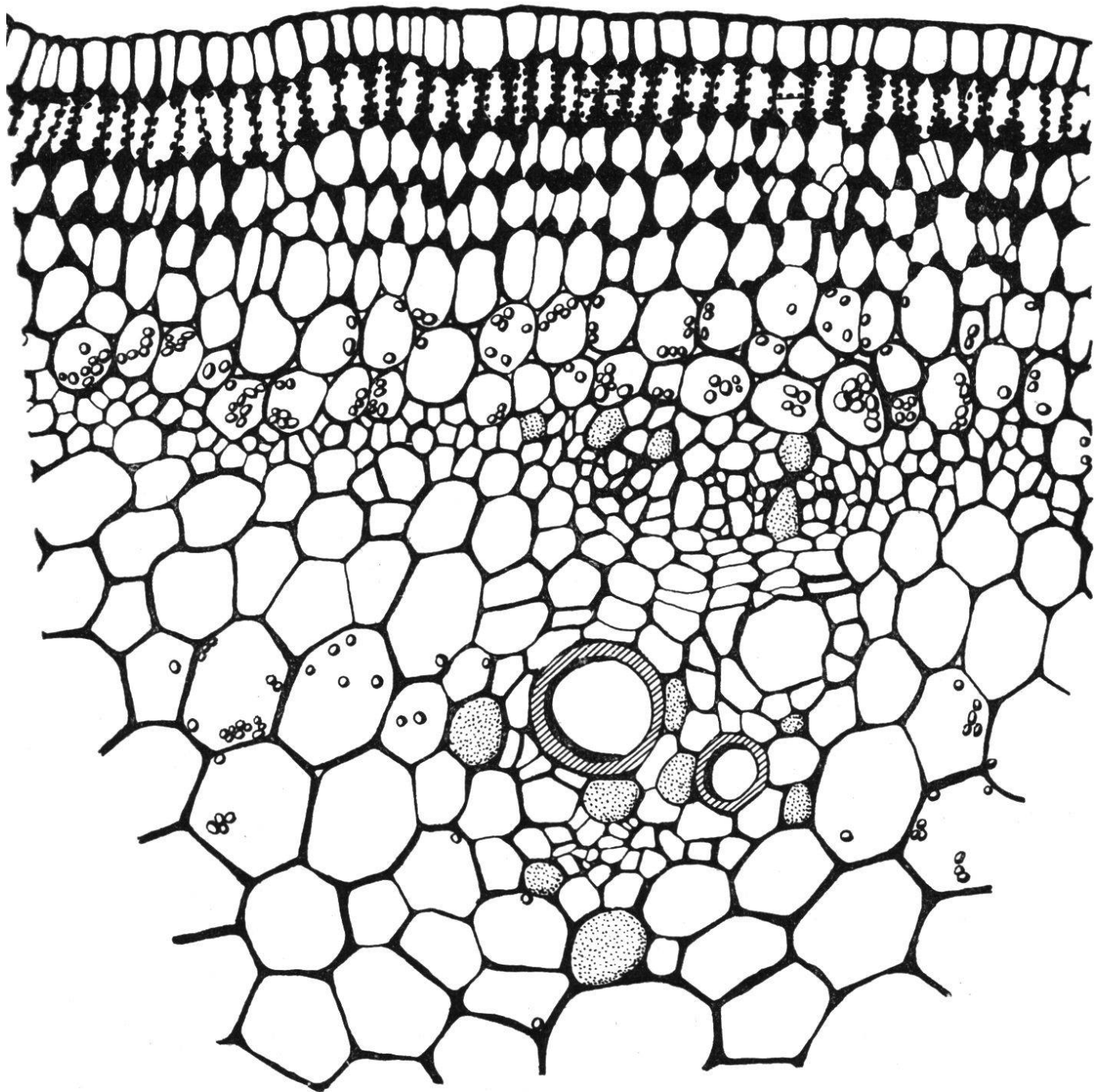


Fig. 16. — Le faisceau *b.* de la figure 15 ; dessiné à un grossissement de 700 fois, réduit par la reproduction à 300 fois.

rieur ; le collenchyme est formé d'un grand nombre d'assises de cellules ; cela tient à ce que la coupe passe dans le voisinage d'un nœud où le collenchyme est beaucoup plus développé que dans les entre-nœuds ; on peut distinguer deux régions dans ce tissu :

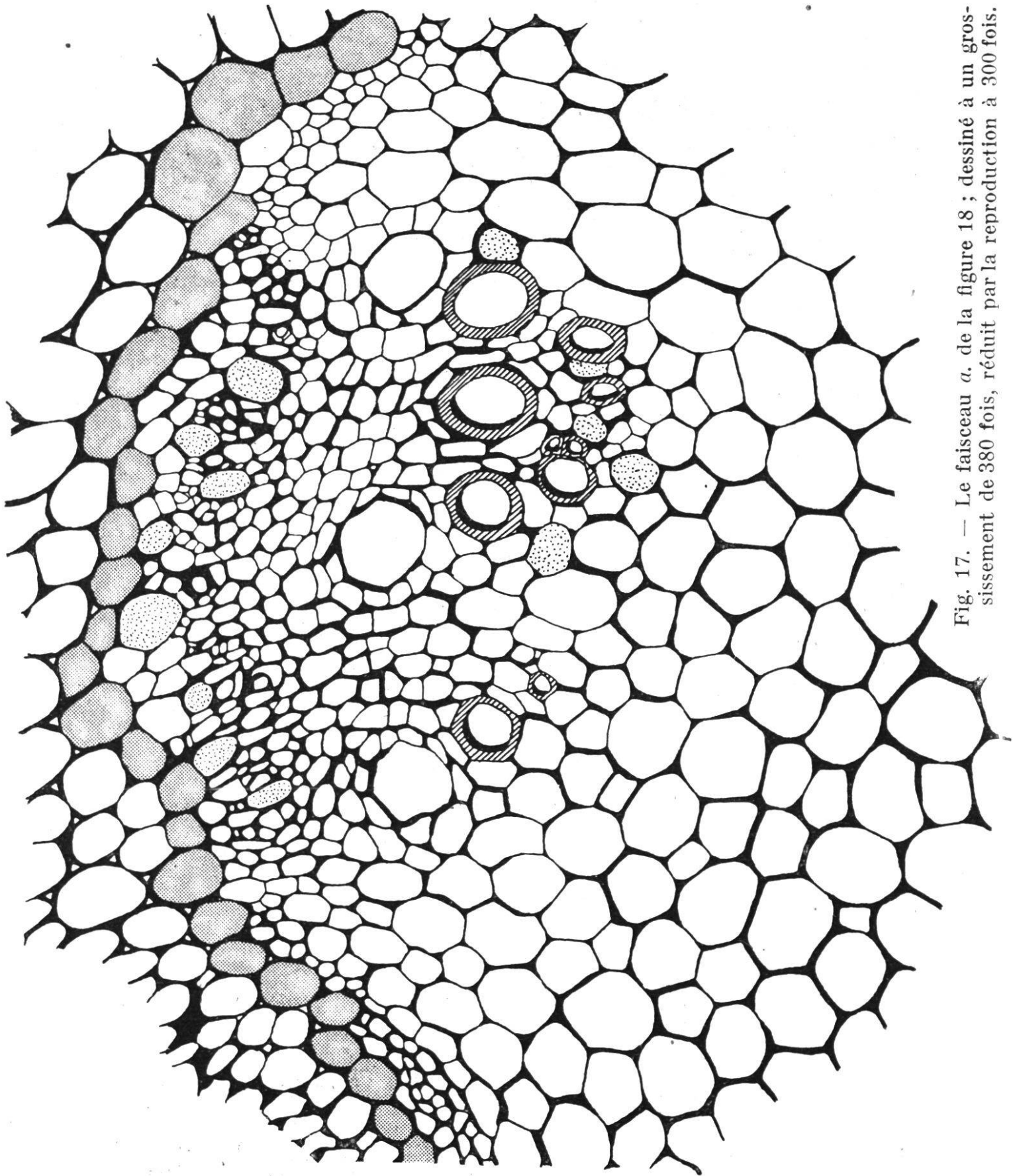


Fig. 17. — Le faisceau *a.* de la figure 18 ; dessiné à un grossissement de 380 fois, réduit par la reproduction à 300 fois.

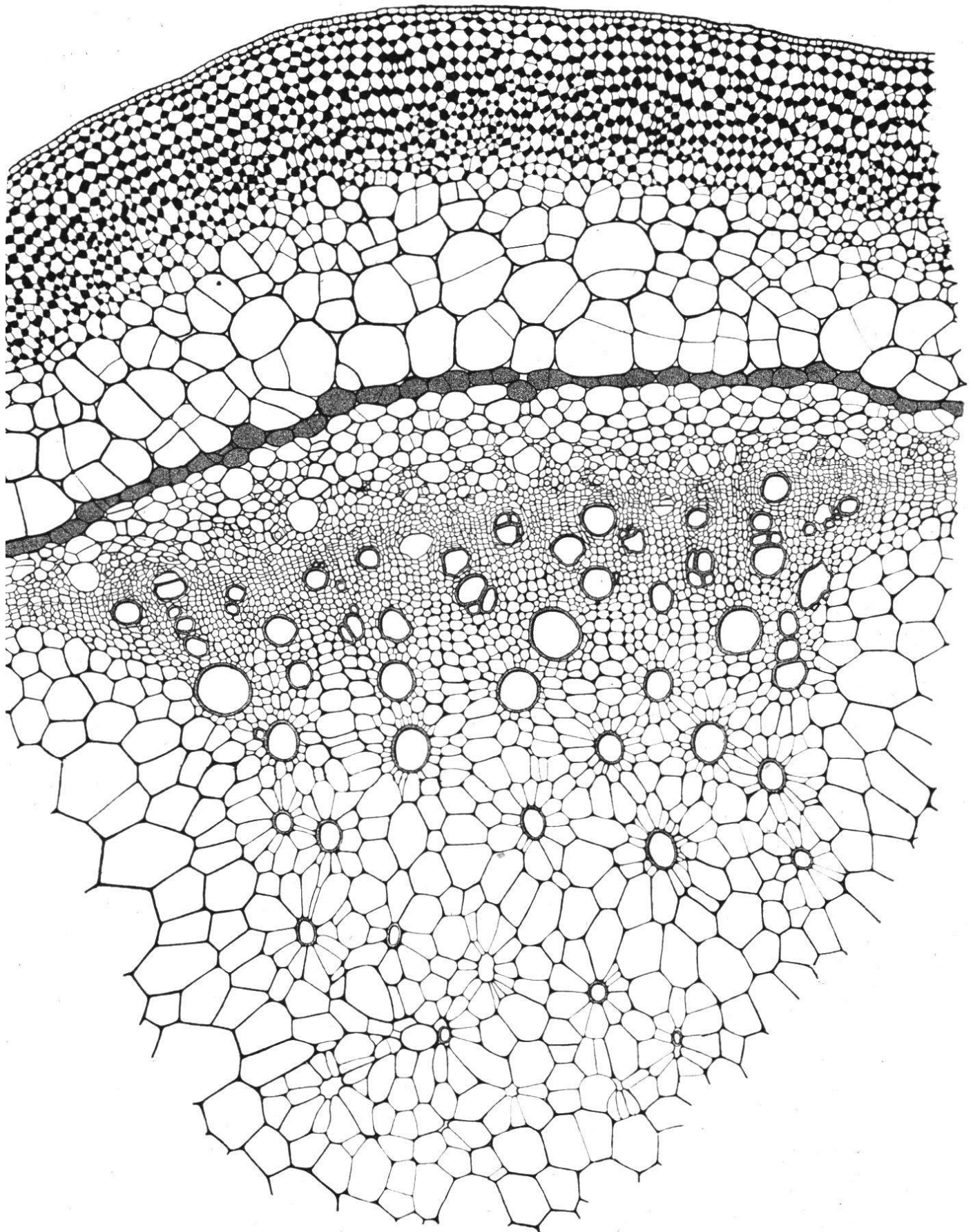


Fig. 18. — Portion d'une tige au milieu de l'été. La coupe passe dans le voisinage d'un nœud, ce qui explique la quantité de collenchyme et les recloisonnements des cellules du parenchyme dermique. Dessiné à un grossissement de 700 fois, réduit par la reproduction à 50 fois.

l'extérieure, formée d'environ six assises, est le collenchyme normal de la tige, tel qu'il existe seul au milieu des entre-nœuds ; il provient de la division par des cloisons radiales du collenchyme existant déjà à l'état jeune (voir fig. 14 et 16) ; grâce à ce mode de formation, il est en strates bien régulières ; le collenchyme situé plus à l'intérieur est formé de cellules plus petites et qui ne sont pas disposées en assises régulières ; il doit sa formation au recloisonnement du parenchyme sous-jacent ; on voit en effet les cellules de ce parenchyme se diviser par des cloisons le plus souvent tangentielles et radiales en cellules de plus en plus petites, qui se transforment enfin en collenchyme vers l'extérieur ; on peut nettement observer ce mode de formation sur la figure. L'endoderme, nettement accusé à ce stade par sa teneur en amidon et par ses cellules plus petites que celles du parenchyme dermique se divise encore, ici et là, par des cloisons radiales.

Le faisceau est séparé de l'endoderme par une couche épaisse de grandes cellules, dont plusieurs contiennent du mucilage et des raphides d'oxalate ; ces cellules ne sont autre chose que celles du parenchyme libérien qui se sont accrues tandis que les tubes criblés et leurs cellules compagnes étaient oblitérés ; il se forme donc ici également un pseudo-péricycle. Les grandes cellules qu'on voit dans le liber sont les cellules à oxalate.

Le cambium est en pleine activité ; il se forme de nouveaux vaisseaux ligneux reconnaissables à ce que leur paroi n'est pas encore épaissie ; le parenchyme du bois formé jusqu'à présent était collenchymateux ; mais en plusieurs points le cambium commence à former un prosenchyme destiné à se transformer en tissu fibreux ; la *figure 19* représente la partie de la *figure 18* comprise entre le dernier vaisseau de gauche et le liber ; ce prosenchyme donnera un bois fibreux analogue à celui de la *figure 13* ; les deux dessins étant reproduits au même grossissement, il est facile de voir qu'avant de s'épaissir, les éléments du prosenchyme vont s'accroître en épaisseur.

On a vu (fig. 14, 16 et 17) que le bois primaire n'est pas représenté ou tout au moins ne l'est que par un ou deux vaisseaux dans chaque faisceau de la tige ; or, la *figure 18* montre une vingtaine de vaisseaux isolés dans un parenchyme où l'on ne retrouve pas trace d'alignement avec les files détachées par le cambium ; n'importe quel anatomiste affirmerait sur le vu de la figure que ces vaisseaux isolés sont d'origine primaire ; on voit qu'il n'en est rien ; le diamètre des premiers vaisseaux vers le centre de la coupe est de 33, 37, 46, 57, 57 et 94 microns ; les dimensions des premiers vaisseaux formés dans la *figure 14* étaient : 7, 11, 13, 15 et 28 microns ; ce dernier vaisseau était nettement d'origine secondaire ;

dans la figure 16, les deux premiers vaisseaux avaient 20 et 37 microns de diamètre; le second était sans doute possible d'origine secondaire; dans la figure 15, où tous les vaisseaux étaient sans doute possible secondaires, on trouvait des diamètres de 13, 26, 32; 8, 11, 21, 21, 32, 42 et 45 microns; comme le diamètre des vaisseaux va régulièrement en croissant à mesure que l'on avance vers la périphérie, il n'y a pas de doute possible que tous les vaisseaux représentés dans la coupe de la figure 18 sont d'origine secondaire; c'est l'accroissement des cellules du parenchyme ligneux et leur multiplication par division qui ont isolé après coup les vaisseaux. Il est par conséquent faux de dire que ces vaisseaux

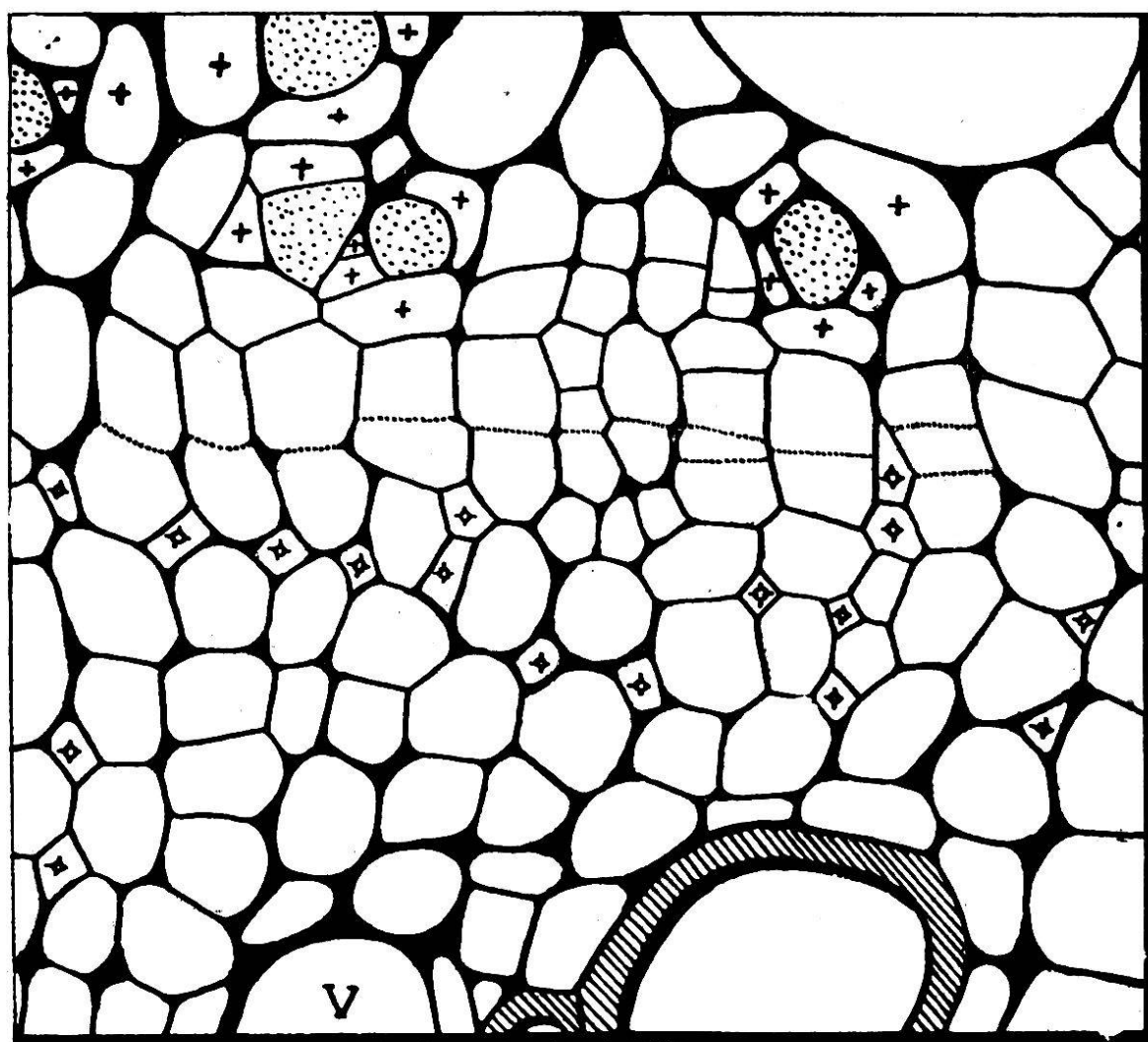


Fig. 19. — Partie de la figure 21 montrant la formation du prosenchyme qui deviendra le tissu fibreux du bois. Les tubes criblés sont pointillés; leurs cellules-compagnes sont marquées d'une croix; la dernière cloison formée par le cambium est représentée par un trait pointillé; l'extrémité des cellules de prosenchyme qui en s'allongeant écartent les cellules voisines sont marquées d'une croix avec un petit cercle; au bas de la figure deux vaisseaux tout formés et un autre V encore à paroi mince. Dessiné à un grossissement de 700 fois, réduit à 600 fois par la reproduction.

sont isolés dans la moelle ; ces vaisseaux sont dans du parenchyme ligneux ; ils sont dans le faisceau et non en dehors.

Les vaisseaux isolés les plus internes ne sont plus représentés que par une lacune plus ou moins oblitérée ; on pourrait se demander si des vaisseaux, parmi les premiers formés, n'auraient pas été résorbés, comme cela s'observe quelquefois ; en comparant les valeurs des diamètres des vaisseaux données plus haut, on voit que c'est très improbable ; il n'y a pas de vaisseaux qui aient disparu ; tous sont là, représentés au moins par une lacune, dans laquelle en examinant plusieurs coupes successives on retrouverait sûrement des débris d'épaississement spiralé.

Les grandes cellules qui entourent les vaisseaux sont épaissies dans les angles ; on voit donc que malgré que le parenchyme ligneux soit collenchymateux, cela n'empêche pas ces cellules de s'accroître jusqu'à augmenter de huit à dix fois de diamètre.

Le calibre des vaisseaux va d'abord en augmentant (les trois plus grands vaisseaux mesurent de 121 à 143 microns de diamètre), puis il diminue en même temps que ces vaisseaux tendent à naître en groupes par deux à quatre. On voit qu'il se forme un bois d'automne très net comme cela a déjà été remarqué pour l'hypocotyle (fig. 12).

La coupe longitudinale (fig. 20) d'une tige au même stade que la coupe de la figure 18, mais prise au milieu d'un entre-nœud, nous montre que l'épiderme (*ép.*) divise ses cellules non seulement dans le sens tangentiel, mais aussi par des cloisons horizontales au fur et à mesure de l'accroissement en longueur de la tige. Le collenchyme (*col.*) a ses cloisons transverses minces, quelques-unes obliques, la plupart horizontales ; ces dernières sont celles qui ont repartagé les cellules primitives du collenchyme qui a débuté par être prosenchymateux. Ensuite vient le parenchyme dermique, formé de cellules larges et relativement courtes ; *r.* est une cellule avec raphide d'oxalate. L'endoderme (*end.*) s'est recloisonné au fur et à mesure de l'accroissement.

Sous l'endoderme, deux couches de cellules sont celles du pseudo-péricycle ; puis vient le liber (*lib.*) dans lequel on distingue un tube criblé et des cellules de parenchyme ; le cambium (*c.*) ne présente rien de spécial.

Le bois montre, en allant de la périphérie au centre, d'abord un vaisseau ponctué (*V 4*), sur lequel on voit les insertions des cellules du parenchyme qui l'entoure ; au bas du dessin, le vaisseau a été ouvert et la coupe passe par le plan médian du vaisseau, ce qui permet de voir la forme des épaississements de sa membrane ; il en ressort que les ponctuations sont aréolées. Le parenchyme qui suit (3 à 4 couches de cellules) est le revêtement d'un vaisseau situé en dehors du plan de la coupe ; vient ensuite un massif fibreux

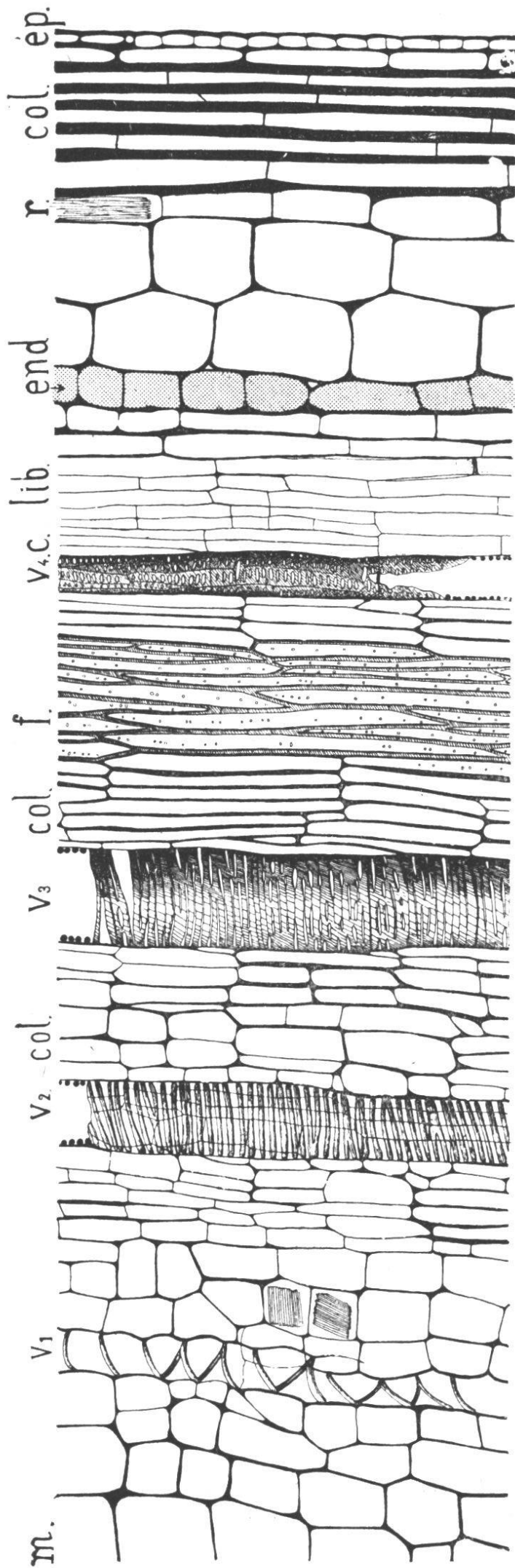


Fig. 20. — Coupe longitudinale d'un faisceau de la tige; *ép.* = épiderme; *col.* = collenchyme du derme; *r.* = cellule à raphide; *end.* = endoderme; *lib.* = liber; *c.* = cambium; *V4.* = vaisseau ponctué; *f.* = fibres ligneuses; *col.* = parenchyme ligneux collenchymateux; *V3.* = vaisseau rayé; *V2.* et *V1.* = vaisseaux spiralés; *m.* = moelle. Dessiné à un grossissement de 380 fois, réduit par la reproduction à 100 fois.

(*f.*), semblable à celui représenté dans la figure 13 en coupe transversale ; les cellules provenant de la division des cellules cambiales se sont allongées de deux à trois fois leur longueur primitive ; les fibres communiquent entre elles par des ponctuations simples, elliptiques ou circulaires, visibles sur la figure ; les fibres sont lignifiées. Les vaisseaux *V 3* et *V 2* sont noyés dans un collenchyme (*col.*) qui, comme on l'a vu, représente le parenchyme du bois de printemps. Le vaisseau *V 3* est rayé ; il a un diamètre de 120 microns ; il correspond par conséquent à un des trois plus grands vaisseaux de la figure 18 ; le vaisseau *V 2* est spiralé ; son diamètre moyen mesure 85 microns ; il correspond à un des vaisseaux isolés entourés de cellules de parenchyme arrangées en étoile autour de lui ; ces cellules de parenchyme sont relativement courtes plus courtes que les cellules voisines ; elles se sont donc recloisonnées pendant l'allongement de la tige. Le vaisseau *V 1* est spiralé ; son diamètre est de 48 microns ; c'est donc sans doute possible encore un vaisseau secondaire ; il sort du plan de la coupe à peu près à mi-hauteur de la figure ; on voit qu'il est en contact avec un vaisseau spiralé plus petit et dont la spirale est plus distendue. A droite du vaisseau *V₁*, deux cellules de parenchyme contiennent des raphides d'oxalate. Les trois rangées de cellules qui viennent ensuite sont encore du parenchyme ligneux ; puis vient la moelle (*m.*) formée de grandes cellules un peu aplaties dans le sens vertical et dont on n'a dessiné que l'amorce des parois.

STRUCTURE DU LIBER

Le liber de la tige, tant de l'hypocotyle que de la partie épicotylée, qu'il soit primaire ou secondaire, présente les mêmes caractères : une cellule se divise d'abord par une cloison oblique par rapport au rayon (en *t.*, fig. 21) ; les deux cellules ainsi formées sont inégales ; la plus petite devient une cellule-compagne ; la plus grande se divise de nouveau par une cloison à la fois oblique par rapport au rayon et à la cloison précédemment formée ; il se forme ainsi une seconde cellule-compagne ; la grande cellule se redivise ainsi encore une ou deux fois jusqu'à ce qu'elle soit entourée par deux, trois ou quatre cellules compagnes ; elle épaissit alors sa membrane et devient un tube criblé ; dans la figure 15, les tubes criblés primaires sont désignés par *T₁*, les secondaires par *T₂* ; les cellules-compagnes sont pointillées.

Fig. 21. — Développement du liber interfasciculaire de l'hypocotyle de la figure 8 (16 mai). *D.* = derme ou écorce ; *End.* = endoderme ; *T₁*. = tubes criblés primaires ; *T₂*. = tubes criblés secondaires ; les cellules compagnes sont pointillées ; *t.* = début de la formation d'un tube criblé ; *Ca.* = cambium ; *Pls.* = parenchyme ligneux secondaire collenchimateux ; *m.* = moelle. Dessiné à un grossissement de 900 fois ; réduit par la reproduction à 400 fois.

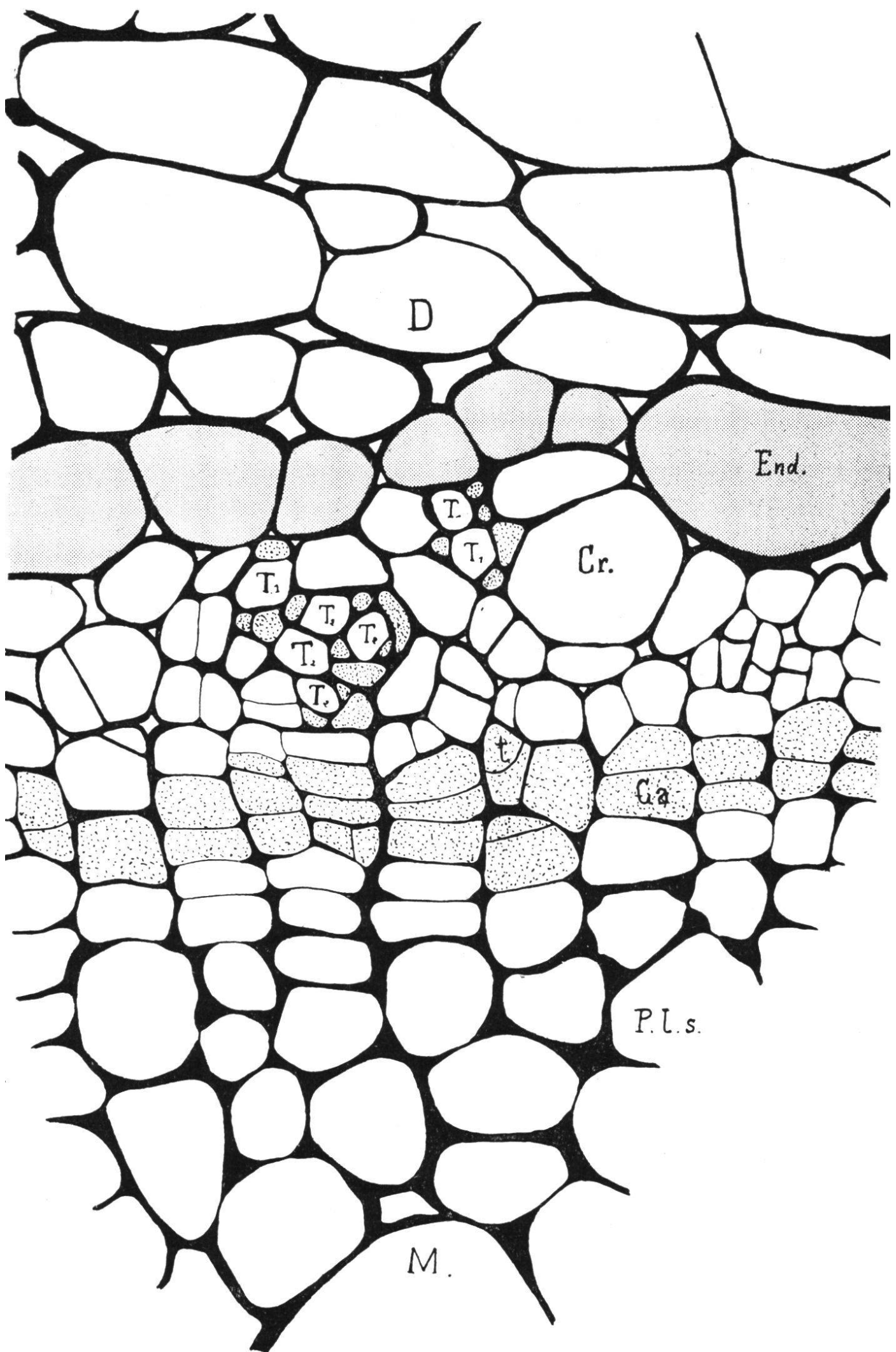


Fig. 21.

En coupe longitudinale, on voit que les cellules-compagnes sont plus courtes que les tubes criblés ; on les voit comme des fuseaux accolés contre les tubes. Les plaques criblées sont presque horizontales et pourvues de perforations ; les tubes sont très longs, ce qui fait que l'on n'observe que rarement une plaque sur une coupe transversale, surtout sur les coupes au microtome. La paroi qui sépare les tubes des cellules-compagnes présente des parties amincies, mais il m'a été impossible d'y apercevoir des perforations.

Le parenchyme libérien contient de grandes cellules contenant des raphides d'oxalate de calcium dans un liquide mucilagineux. (Cr., fig. 21).

PARCOURS DES FAISCEAUX.

BEYSE a étudié le parcours des faisceaux dans la tige d'*Impatiens parviflora* ; je n'ai pas fait cette étude à l'état adulte pour *I. Roylei* ; ce serait sans doute intéressant, mais cela prendrait beaucoup de temps, car il ne faudrait pas se contenter, comme l'a fait Beyse, de déterminer ce parcours à un moment donné, mais bien étudier les modifications de la distribution des faisceaux au fur et à mesure que la plante avance en âge ; en effet, il se forme constamment des nouveaux faisceaux correspondant aux nouveaux rameaux et aux nouvelles feuilles. Vu la grande taille d'*I. Roylei*, cela entraînerait à faire des milliers et des milliers de coupes, et comme le parcours des faisceaux est déjà connu pour un grand nombre de plantes, le résultat scientifique ne paierait pas la peine.

Je me suis contenté de rechercher la distribution des faisceaux dans une jeune plante n'ayant encore que deux paires de feuilles à peine visibles à l'œil nu. J'ai fait une série de coupes au microtome, série allant du sommet de l'hypocotyle jusqu'au foyer de végétation dans une plantule fixée le 5 mai. Toutes ces coupes ont été dessinées ; je publie ici les plus caractéristiques (fig. 22, 23 et 24). Les coupes sont numérotées à partir du bas ; ces numéros sont indiqués à un des angles supérieurs de chaque figure. A l'aide de cette série de dessins, j'ai construit le schéma du parcours des faisceaux de la figure 25 ; les faisceaux ligneux, seuls représentés, sont supposés projetés sur un cylindre, fendu après coup suivant une génératrice et ouvert ; sur les figures 22, 23, 24, 25 les faisceaux ont été désignés par les mêmes lettres ou chiffres. Le bois alterne a été représenté en noir, le bois intermédiaire en hachûres et le bois superposé en gris. L'échelle placée à droite de la figure 25 indique les numéros des coupes ; les comparaisons sont donc faciles avec les figures 22, 23 et 24.

Les faisceaux 1, 2, 3 et 4, au bas de la figure 25, sont le bois alterne seul présent dans la racine principale ; un peu au-dessous

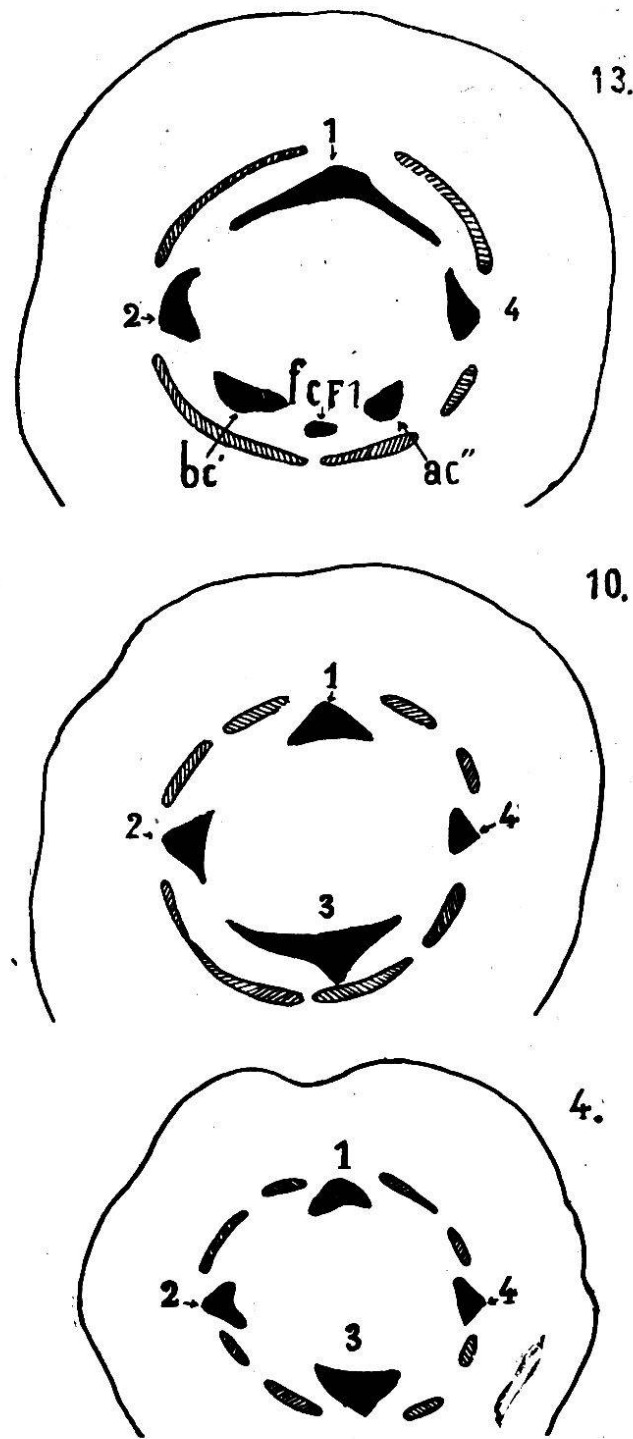


Fig. 22

du niveau zéro, on a à peu près le stade de la figure 1 ; il y a du bois alterne, du bois intermédiaire qui s'ajoute aux quatre faisceaux 1, 2, 3 et 4 ; au niveau 4, il y a du bois alterne, intermédiaire et le bois superposé commence à se former ; ce stade correspond à celui de la figure 4. Le bois alterne des faisceaux 1 et 2 cesse d'exister déjà un peu en dessous du point d'insertion des cotylédons, tandis que celui des faisceaux 2 et 4 se continue jusque dans les cotylédons ; G. CHAUVEAUD a déjà observé ce fait chez *I. Balsamina* ; au niveau

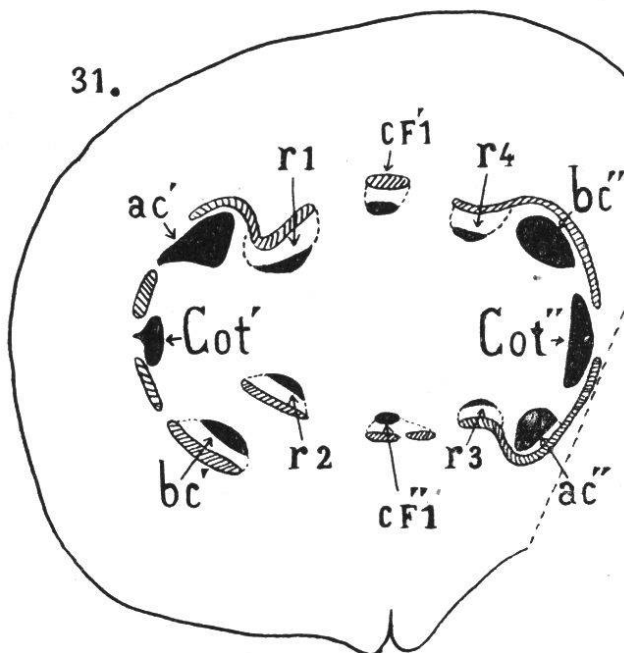
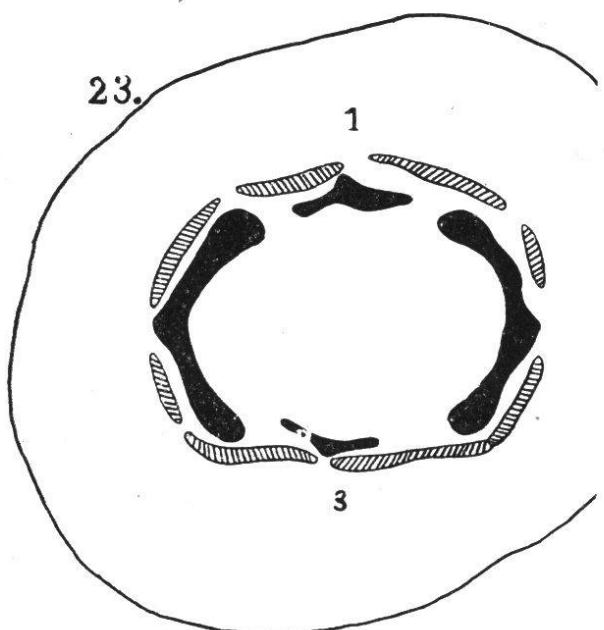
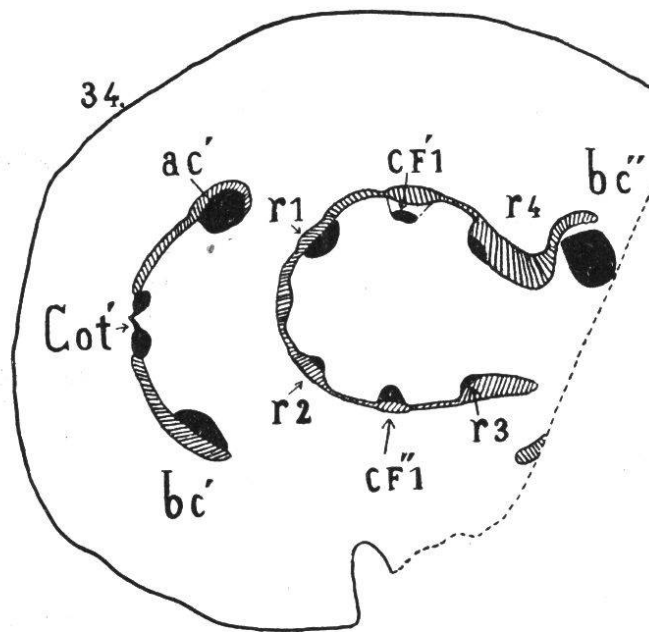
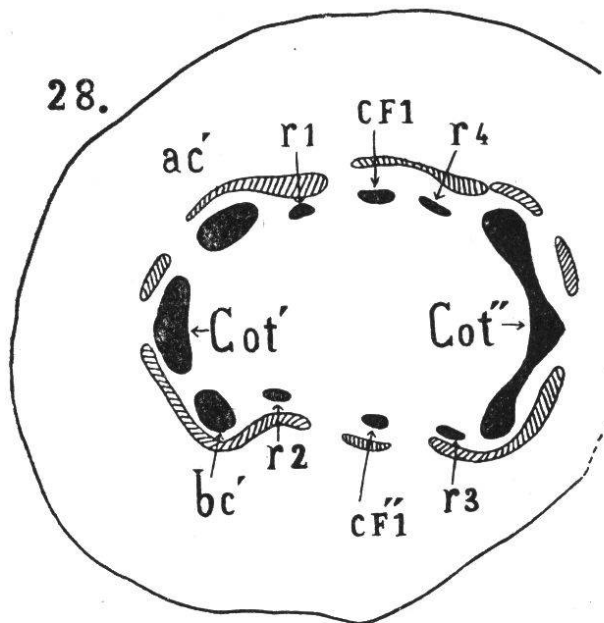
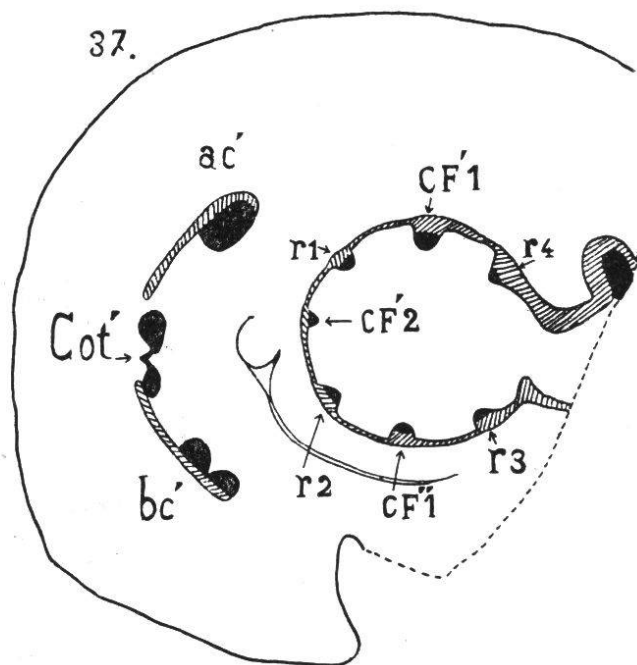
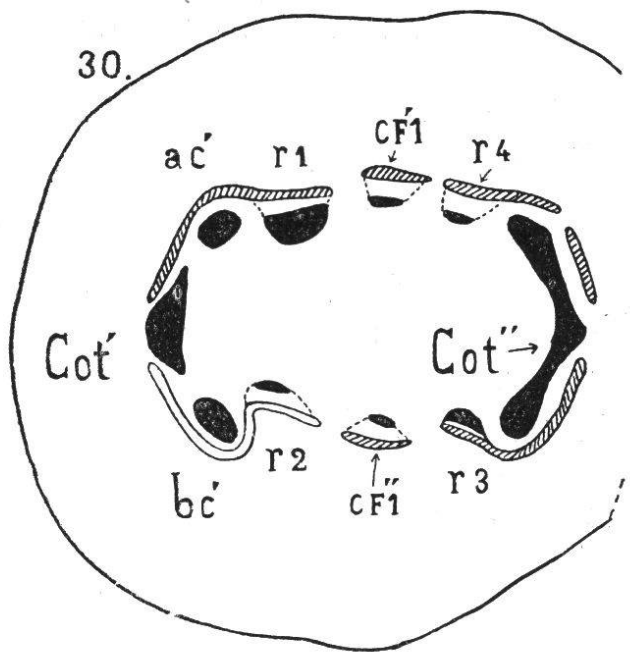


Fig. 23.

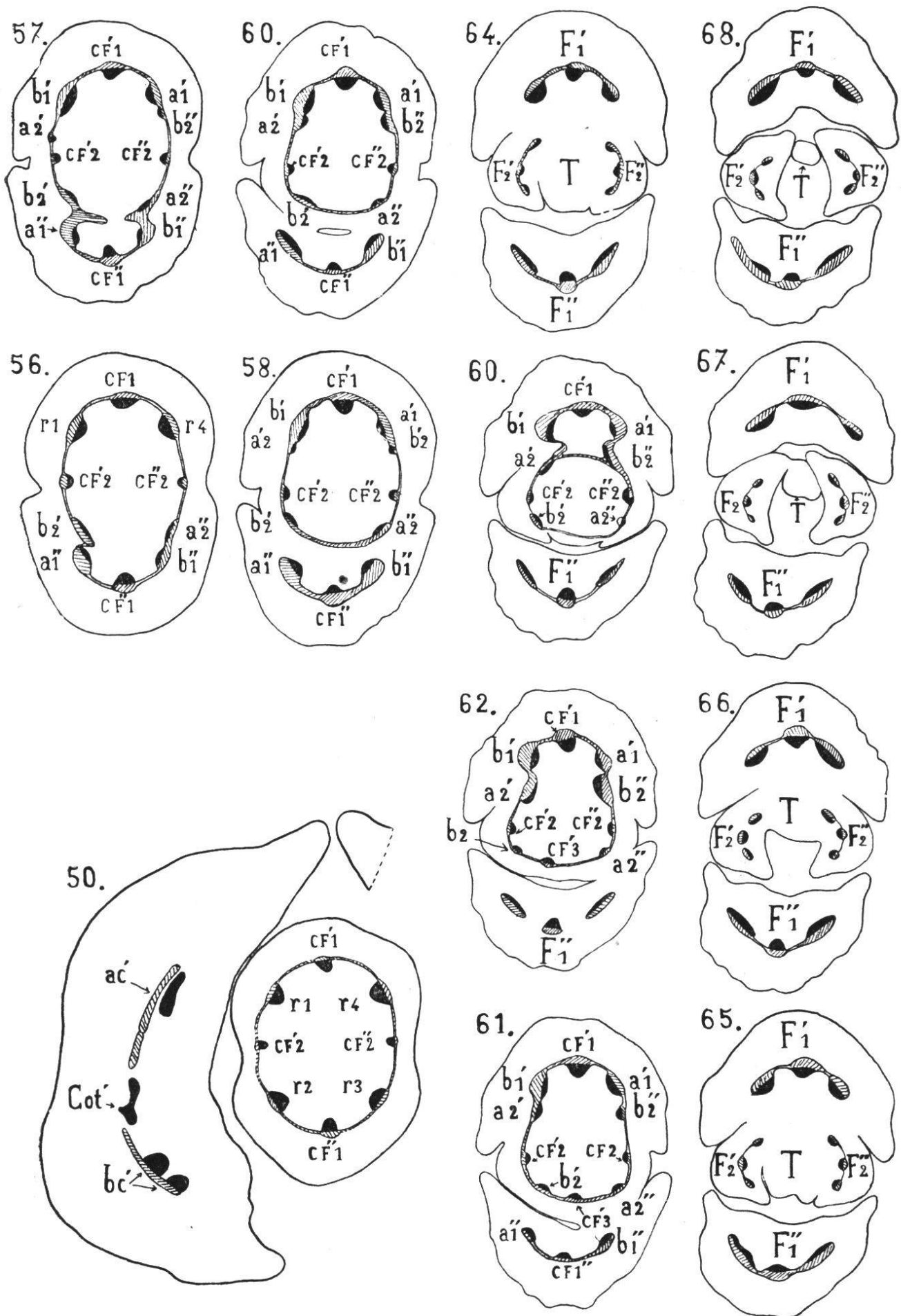


Fig. 24,

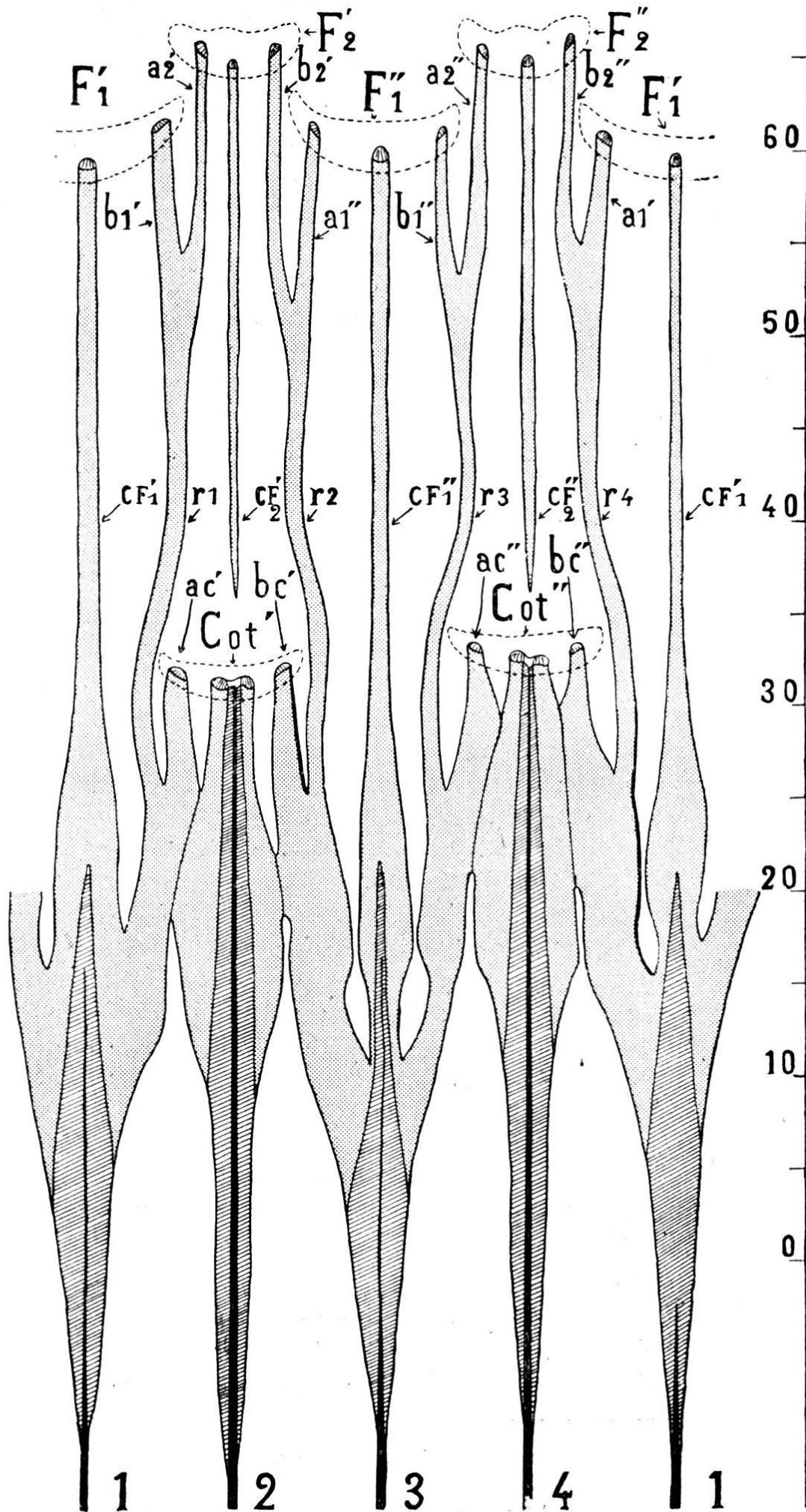
Fig. 22, 23 et 24. — Un certain nombre de coupes d'une série allant du haut de l'hypocotyle au sommet de la tige. Les lettres ont le même sens que dans la figure 27. Dessiné à un grossissement de 90 fois, réduit par la reproduction à 35 fois.

13, le faisceau 3 se partage en trois branches ; un peu plus haut, il en est de même pour le faisceau 1 ; le faisceau central conserve seul du bois alterne et du bois intermédiaire ; les deux branches latérales sont formées uniquement de bois superposé ; à peu près au niveau 20, les deux faisceaux latéraux viennent en contact avec le bois superposé des faisceaux 2 et 4 ; c'est pourquoi il ne semble plus y avoir que quatre faisceaux sur la coupe transversale ; au niveau 25, les faisceaux latéraux se séparent de nouveau et se bifurquent en deux branches : $r1$ et ac' , bc' et $r2$, $r3$ et ac'' et enfin $r4$ et bc'' ; sur la figure 25, on a représenté les faisceaux $r1$, $r2$, $r3$ et $r4$ s'écartant latéralement respectivement de ac' , bc' , ac'' et bc'' ; en réalité, comme on peut le voir sur la figure 23 (niveau 30), les faisceaux r viennent se placer sur le même rayon que les faisceaux des nervures latérales des cotylédons et en dedans ; c'est pour éviter de brouiller la figure que ces faisceaux ont été légèrement déviés de leur position réelle. Le faisceau 2 forme la nervure médiane du cotylédon Col' , le faisceau 4 celle du cotylédon Col'' ; ac' et bc' forment les deux faisceaux latéraux du cotylédon Col' ; ac'' et bc'' ceux de l'autre ; la branche médiane ($cF'1$, $cF''1$) des deux faisceaux 1 et 3 se rendent directement dans la première paire de feuilles ($F'1$, $F''1$) pour y former la nervure médiane. Au niveau 37, on voit brusquement apparaître un petit faisceau ($cF'2$), puis plus haut le faisceau ($cF''2$) ; ces deux faisceaux qui se terminent ainsi en pointe aveugle en bas correspondent à la nervure médiane de la seconde paire de feuilles ($F''2$, $F'2$) ; ces faisceaux se différencient donc de haut en bas ; plus tard, ils enverront une branche de chaque côté prendre contact avec $r1$ et $r2$ d'une part, avec $r3$ et $r4$ de l'autre. Entre les niveaux 50 et 60, les faisceaux (r) se bifurquent ; les branches $a1''$ et $b1''$ forment les nervures latérales de la feuille $F''1$; $a'1$ et $b'1$ celles de la feuille $F'1$; les branches $a2'$ et $b2'$ forment les nervures latérales de la feuille $F'2$; $a2''$ et $b2''$ celles de la feuille $F''2$. Au niveau 61 (fig. 24) on voit apparaître un faisceau $cF'3$ qui sera la nervure médiane de la feuille $F'3$ non encore développée ; ce faisceau se termine en cul de sac vers le bas comme $cF'2$ et $cF''2$.

Dans la tigelle, il n'y a plus trace ni de bois alterne, ni de bois intermédiaire ; nous avons vu que le bois primaire n'est pas ou presque pas représenté et que le protoxylène y est d'origine secondaire. Ceci est une confirmation de la loi de CHAUVEAUD de l'accélération basifuge du développement.

On sait que dans des plantes plus âgées (voir, par exemple, les fig. 9 et 15), il se forme des faisceaux intercalaires entre ceux qui se sont formés au début ; de sorte que l'étude du parcours des faisceaux deviendrait excessivement ardue chez une plante en

Fig. 25. — Schéma représentant le parcours des faisceaux ligneux dans l'hypocotyle et la tigelle d'une plantule d'*Impatiens Roylei* fixée le 5 mai. 1, 2, 3, 4 = faisceaux de bois alterne (en noir) ; le bois intermédiaire est hachuré ; *Cot.* = insertion des cotylédons ; *ac'*, *bc'*, *ac''*, *bc''* = faisceaux formant les nervures latérales des cotylédons ; *r1*, *r2*, *r3*, *r4* = faisceaux réparateurs ; *cF'1*, *cF''1* = faisceaux formant la nervure médiane des feuilles de la première paire *F'1* et *F''1* ; *cF'2*, *cF''2* = faisceaux formant la nervure médiane des feuilles de la seconde paire *F'2*, *F''2* ; *a1'*, *b1'*, *a1''*, *b1''* = rameaux de *r1*, *r2*, *r3*, *r4*, formant les nervures latérales des feuilles de la première paire ; *a2'*, *b2'*, *a2''*, *b2''* = faisceaux formant les nervures latérales des feuilles de la seconde paire. L'échelle placée à droite du dessin indique le niveau par le numéro de la coupe ; ces numéros correspondent à ceux des coupes des figures 22, 23 et 24.



fleurs. Les figures de LESTIBOUDOIS¹ (1840) représentant des macérations de la tige d'*Impatiens Balsamina* donnent une idée de la complication du parcours des faisceaux.

APPENDICE

STRUCTURE DES RACINES ADVENTIVES

A titre de comparaison avec la tige, j'ai fait une coupe dans une racine adventive d'*Impatiens Roylei* fixé le 14 juillet (fig. 26). Je la publie pour la raison qu'elle explique la formation de ce que VAN TIEGHEM a nommé écorce interne de la racine. Voici la définition de van Tieghem : La zone externe de l'écorce proprement dite « est suivie d'une couche plus ou moins épaisse de cellules arrondies ou triangulaires sur la section transversale, disposées régulièrement à la fois en assises concentriques et en séries radiales, décroissant de grandeur par conséquent de dehors en dedans, et laissant entre leurs angles arrondis des méats quadrangulaires qui vont en diminuant de la même manière ; leur développement est centripète. C'est la zone interne de l'écorce proprement dite. Enfin l'assise la plus interne et aussi la plus jeune de cette couche, exactement superposée aux précédentes, est formée de cellules à membranes subérisées, fortement unies entre elles et comme engrenées par un cadre de plissements échelonnés le long de leurs faces latérales et transverses. En un mot, elle offre tous les caractères assignés plus haut à la variété plissée du tissu subéreux ou tissu plissé². »

Comme on le voit, van Tieghem attribue la formation de l'écorce interne (que nous nommerions plutôt le derme interne) à des cloisonnements des cellules-mères de l'endoderme ; il se formerait en séries centripètes des cellules qui deviendraient l'écorce interne ; la cellule la plus interne, celle qui se serait cloisonnée à répétées fois serait l'endoderme.

La figure 26 nous montre les cellules de l'écorce interne (*éc. int.*) arrangées en séries radiales avec les cellules de l'endoderme et les méats quadrangulaires ; ceci est conforme à la description de van Tieghem ; mais on ne voit pas l'arrangement en assises concentriques. On voit plutôt l'écorce interne formée d'arcs emboîtés les uns dans les autres ; chacun de ces arcs s'est évidemment formé par des divisions répétées d'une cellule dans le sens tangentiel, par des cloisons radiales. Il n'y a aucune raison d'admettre que les

¹ LESTIBOUDOIS, THÉM. — *Etudes sur l'anatomie et la physiologie des végétaux*. (Paris, 1840, p. 245, pl. 9.)

² VAN TIEGHEM, PH. — *Traité de botanique*. (Paris, 1891, vol. I, p. 674.)

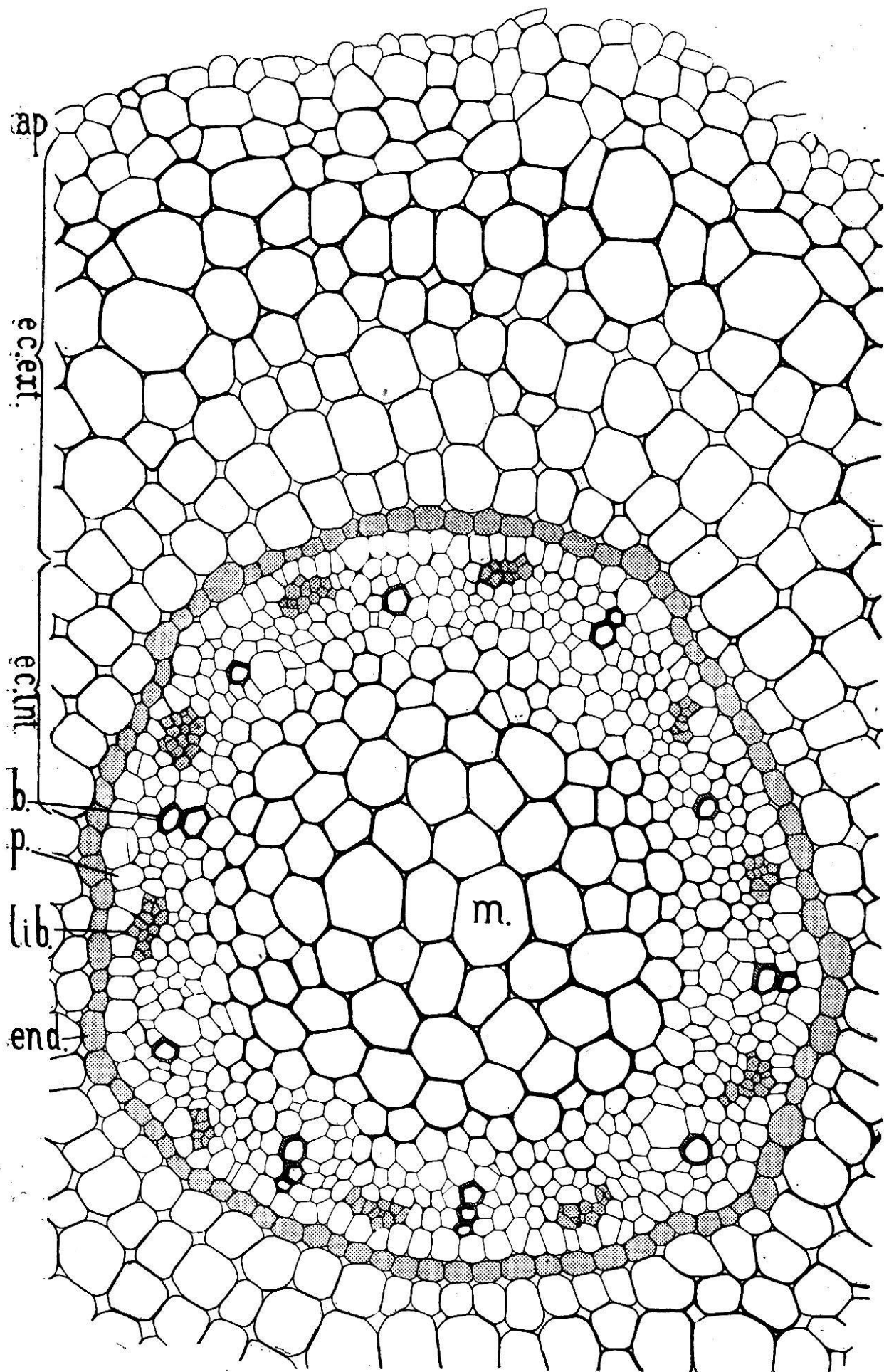


Fig. 26. — Coupe transversale d'une racine adventive, fixée le 14 juillet ;
a. p. = assise pilifère déjà en partie détruite ; *ec. ext.* = écorce externe ;
ec. int. = écorce interne ; *b.* = bois ; *p.* = péricycle ; *lib.* = liber ; *end.* =
 endoderme ; *m.* = moelle.

cellules de l'écorce interne proviennent du cloisonnement des cellules-mères de l'endoderme en séries radiales par des cloisons tangentielles. L'apparent arrangement en séries radiales est dû à ce que les cellules tendant à s'arrondir sous l'action de leur turgescence, les méats triangulaires qui se forment (on en voit un certain nombre dans la figure) finissent par confluer avec le méat voisin, ce qui forme un méat quadrangulaire ; la turgescence des cellules qui tend à les rendre le plus sphériques possible les fait glisser les unes contre les autres jusqu'à ce que les méats aient pris une forme quadrangulaire équilatérale.

Si un anatomiste distingué comme van Tieghem a pu ainsi se tromper sur le mode de formation de ce tissu, cela n'a rien d'étonnant ; quand on examine une préparation de racine à un grossissement assez faible pour en voir l'ensemble, l'arrangement du tissu échappe facilement à cause de la petitesse des cellules ; à un fort grossissement, on n'a pas une étendue de champ suffisante pour voir que les cellules sont arrangées en arcs emboîtés. Ce n'est qu'en dessinant toute la coupe à un fort grossissement, ce qui permet de fixer exactement la forme de chaque cellule et en même temps d'avoir une vue d'ensemble, qu'on peut se rendre compte du mode de formation de l'écorce interne.

Le reste de la coupe ne présente aucune particularité spéciale si ce n'est le grand nombre des faisceaux ligneux (10), qui ferait prendre à première vue cette racine pour celle d'une Monocotylédone. Le premier tube criblé formé dans chaque îlot libérien (*lib.*) a la forme classique d'un losange pincé dans le péricycle (*p.*). On peut noter également que le premier vaisseau ligneux ne se forme pas toujours en contact avec le péricycle, mais qu'il en est séparé quelquefois par une à deux cellules.

SUR LA RÉPARTITION DE L'ANTHOCYANE DANS L'ÉPIDERME DE LA TIGE D'I. ROYLEI.

La tige, surtout au voisinage des nœuds, est plus ou moins lavée de rouge ; un examen microscopique de l'épiderme montre que la coloration est due à un pigment rouge contenu dans les cellules de l'épiderme ; mais toutes les cellules ne contiennent pas ce pigment ; on voit côte à côte trois sortes de cellules (*fig. 27*) ; des rouges, des roses et des incolores. On a vu que les cellules de l'épiderme se divisent un grand nombre de fois soit par des cloisons transverses, pour suivre la croissance en longueur, soit par des cloisons radiales pour suivre l'accroissement en diamètre ; il doit donc y avoir des groupes de cellules voisines qui sont les sœurs les unes des autres ; si la différenciation en cellules colorées et en cel-

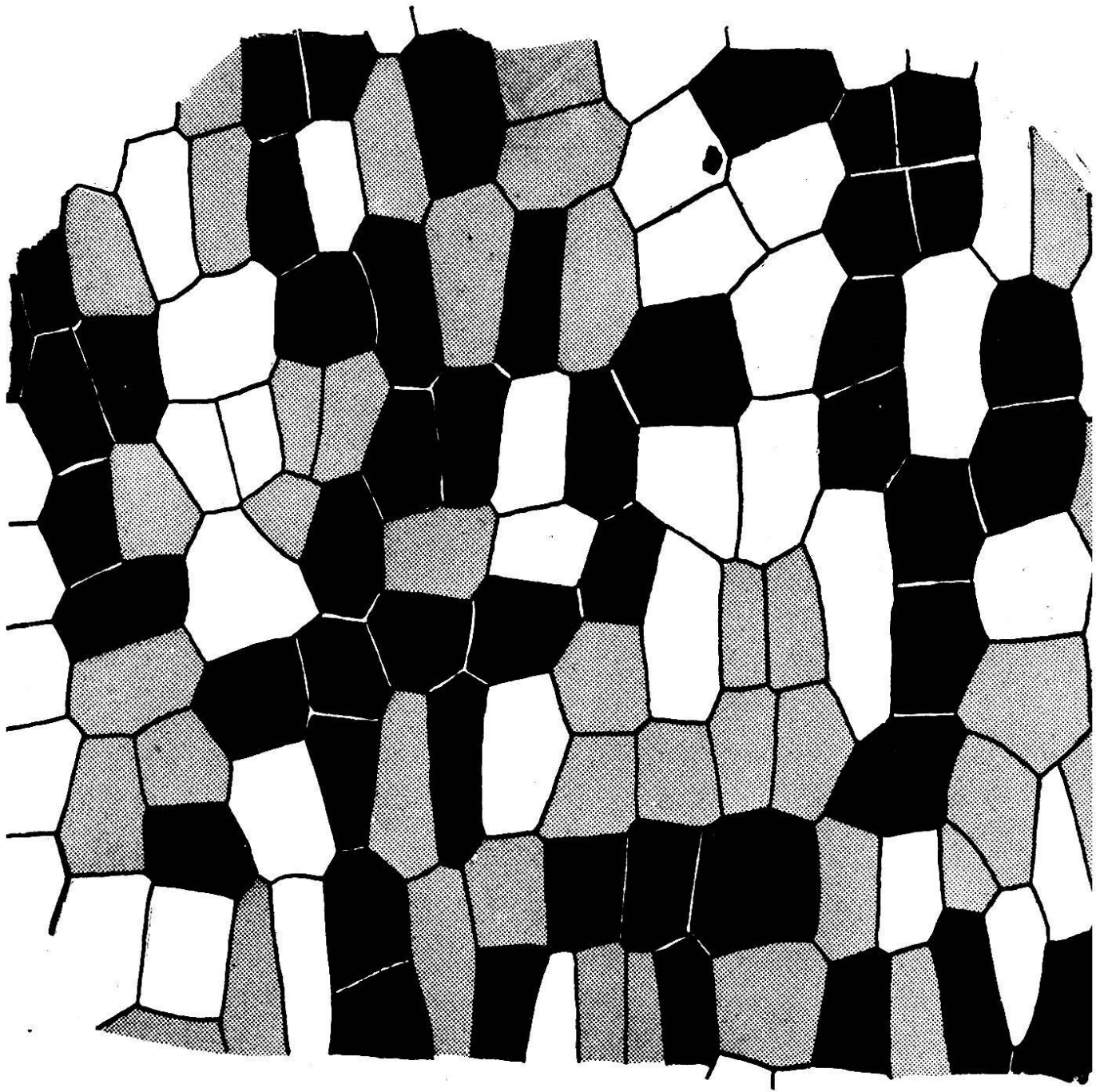


Fig. 27. — Répartition de l'anthocyane dans les cellules de l'épiderme ; on a représenté en noir les cellules rouges, en gris les cellules roses et en blanc les cellules incolores. Dessiné à un grossissement de 400 fois, réduit par la reproduction à 300 fois.

lules incolores se faisait déjà dans le méristème terminal de la tige, on devrait trouver des plages étendues de cellules présentant la même coloration ; la figure 27 montre que ce n'est pas le cas ; on voit au contraire des cellules qui proviennent manifestement de la même cellule-mère être de couleur différente ; cela ne peut s'expliquer que si la différenciation des cellules au point de vue de la coloration ne s'effectue qu'au moment des dernières divisions.

Il est impossible d'attribuer les différences de coloration de deux cellules voisines à l'action différente des agents extérieurs, car les cellules de diverses couleurs sont enchevêtrées les unes parmi les autres de telle façon qu'on ne peut supposer les conditions changées de l'une à l'autre. On ne peut incriminer non plus la différence de situation des cellules épidermiques vis-à-vis des cellules sous-jacentes ; le collenchyme est trop homogène pour cela.

Il ne reste qu'à incriminer les propriétés propres des cellules elles-mêmes. Lors de la division cellulaire, une des cellules-filles reçoit donc la propriété de pouvoir fabriquer de l'anthocyane, l'autre pas ; il est évident que cette propriété n'est pas fixée sur une substance dissoute ; elle doit être liée à la présence d'organites solides, soit de plastides, soit d'une partie figurée du noyau. Les deux hypothèses sont également plausibles. Si ce sont des plastides qui conditionnent la couleur, il faudrait admettre que lors de la division des cellules, il y a dans la cellule-mère deux plastides qui passeraient tous deux dans une des cellules tandis que l'autre n'en recevrait pas ; dans ce cas, une cellule serait rouge, l'autre incolore ; dans le cas où chaque cellule recevrait un plastide, les deux seraient colorées mais d'une façon moins intense, ce qui expliquerait la présence des cellules roses ; mais en examinant le dessin on voit, par exemple que deux cellules qui proviennent manifestement de la même cellule-mère sont l'une rouge, l'autre rose ; on serait ainsi amené à admettre la présence dans la cellule-mère d'au moins trois plastides ; mais alors on devrait trouver des cellules de quatre teintes : rouge, rose-foncé, rose-clair et incolore ; or, ce n'est pas le cas ; il n'y a qu'une seule teinte de rose. On trouve également des paires de cellules qui proviennent évidemment de la même cellule-mère et qui sont toutes deux rouge-foncé ; ici on devrait admettre quatre plastides, et l'on devrait trouver quatre roses différents. On voit donc que cette hypothèse est insoutenable.

Si l'on admet que le caractère couleur est conditionné par des gènes ayant leur siège dans le noyau, on n'arrive pas à une explication plus satisfaisante ; on ne peut non plus faire intervenir des « germes » analogues aux germes de cristallisation, hypothèse que E. KUSTER¹ émet à propos de la répartition de l'anthocyane dans les feuilles et les tiges de *Coleus*.

Je ne suis pas arrivé à résoudre l'énigme ; on constate ici une différenciation cellulaire ou si l'on veut un cas de mutation cellulaire qui pourrait expliquer les cas de mutation gemmaire... si l'on pouvait comprendre cette différenciation elle-même.

¹ KUSTER, ERNST. — *Die Verteilung des Anthocyans bei Coleusspielarten.* (Flora, Neue Folge, Bd. 10, p. 1, 1917.)