

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

E. THIBOUT

Sous-Bibliothécaire à la Bibliothèque Universitaire de Lille.

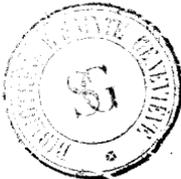
1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR L'APPAREIL MÂLE DES
GYMNOSPERMES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

SOUTENUES LE

1896 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. BERTRAND, *Président* ;
HALLEZ }
QUEVA } *Examinateurs.*



LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL.

1896.

35057

UNIVERSITÉ DE LILLE

FACULTÉ DES SCIENCES

MM.

DOYEN	GOSSELET.....	Géologie et Minéralogie.
DOYENS HONORAIRES }	VIOLETTE. DEMARTRES	Calcul différentiel et intégral.
PROFESSEUR HONORAIRE }	HANRIOT.	
PROFESSEURS }	SOUILLART.....	Astronomie.
	WILLM.....	Chimie générale.
	BERTRAND.....	Botanique.
	DAMIEN	Physique.
	HALLEZ	Zoologie.
	PETOT	Mécanique rationnelle et appli- quée.
	BUISINE.....	Chimie appliquée.
PROFESSEURS ADJOINTS }	BARROIS	Géologie et minéralogie.
	PROUHO.....	Zoologie.
MAITRES DE CONFÉRENCES }	MATIGNON	Chimie.
	BOREL.....	Mathématiques.
	QUEVA	Botanique.
	CAMICHEL.....	Physique.
	SWYNGHEDAUF	Id.
CHARGÉ DE CONFÉRENCES }	PÉLABON.....	Chimie.
SECRÉTAIRE..	SANSON.	

A

M. C. EG. BERTRAND,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE.

Hommage de l'auteur reconnaissant.

RECHERCHES

SUR

L'APPAREIL MÂLE DES GYMNOSPERMES

INTRODUCTION

L'appareil mâle des Gymnospermes, en raison de sa constitution très spéciale, a de bonne heure attiré l'attention des botanistes. Étudié tout d'abord par comparaison avec la fleur des autres Phanérogames, cet appareil a donné lieu, quant à son interprétation, à de nombreuses controverses. Les diverses opinions émises par les auteurs se laissent ramener à deux principales : pour les uns, le cône mâle des Gymnospermes serait une *inflorescence* ; pour d'autres, au contraire, il représenterait une *fleur* unique.

L'hypothèse de l'inflorescence a été défendue par la plupart des botanistes de la fin du siècle dernier et du commencement de celui-ci, mais, à mesure qu'on se rapproche de notre époque, on voit cette opinion perdre du terrain tandis que l'hypothèse d'une fleur unique tend à prévaloir de plus en plus.

Le débat n'a pu être tranché que lorsqu'on a attaché au mot *fleur* une signification morphologique précise, en convenant de désigner sous ce nom tout appareil reproducteur formé d'une seule pousse feuillée. Cette définition très générale de la fleur une fois posée, la discussion s'est réduite à la question de savoir si le cône mâle des Gymnospermes représente une ou plusieurs pousses. Dès 1837,

H. Mohl montrait, par des considérations empruntées à la théorie de la métamorphose, que ce cône est constitué en réalité par un bourgeon unique et doit en conséquence être regardé comme une fleur simple. Les conclusions du célèbre botaniste allemand, vivement contestées à l'origine, ont été confirmées par tous les travaux ultérieurs et sont généralement adoptées à l'heure qu'il est.

En reprenant l'étude de l'appareil mâle des Gymnospermes, notre intention n'est pas de rouvrir un débat que nous considérons comme définitivement clos et qui d'ailleurs n'a plus qu'un intérêt historique. Tant que les Gymnospermes sont restées confondues dans l'ensemble des Phanérogames, on a pu se préoccuper de rattacher leur appareil mâle au type moyen de la fleur telle qu'on l'observe chez la majorité des Phanérogames, c'est-à-dire chez les Angiospermes, mais, aujourd'hui que la position systématique des Gymnospermes est mieux connue, la question se présente d'une façon toute différente.

Une étude de plus en plus approfondie des Gymnospermes a établi que, par l'ensemble de leurs caractères, ces plantes s'écartent des Angiospermes pour se rapprocher des Cryptogames vasculaires. D'autre part, les recherches paléontologiques ont montré que le développement des Gymnospermes dans le temps a suivi le développement des Cryptogames vasculaires et précédé celui des Angiospermes : elles ont atteint leur apogée dès la fin des terrains primaires ; très nombreuses et très variées pendant la période jurassique, elles déclinent manifestement à l'époque crétacée, alors que les Angiospermes ne comptent encore qu'un petit nombre de formes. On a été amené ainsi à considérer les Gymnospermes comme un groupe de transition entre les Cryptogames vasculaires et les Angiospermes, groupe qui n'a plus que quelques représentants dans la flore actuelle. Dès lors, l'ancienne comparaison de la fleur mâle des Gymnospermes à une fleur ou à une inflorescence d'Angiospermes — celles-ci étant supposées des formes typiques primitives ayant pu donner par dérivation la fleur des Gymnospermes — a perdu presque toute signification. C'est, au contraire, la filiation inverse qu'il conviendrait d'établir : comment la fleur hautement différenciée des Angiospermes a-t-elle pu dériver des formes plus simples des Gymnospermes ? comment, d'autre part, les Gymnospermes se rattachent-elles à des formes Cryptogamiques encore plus simples ?

Le fait que les Gymnospermes actuelles sont les seuls survivants d'un ensemble de types intermédiaires entre les deux embranchements supérieurs des végétaux (1) donne à ces plantes un intérêt tout spécial qui justifie la multiplicité des recherches dont elles ont fait l'objet dans ces dernières années.

Cependant, malgré le grand nombre des travaux publiés, il s'en faut de beaucoup que nos Gymnospermes soient connues d'une manière complète. Notamment en ce qui concerne l'appareil mâle, les données manquent encore en grande partie. Les anciennes discussions relatives à la valeur du cône n'ont fourni, comme faits définitivement acquis, que des indications générales sur les caractères extérieurs de la fleur, la forme des étamines, le nombre et la disposition des sacs polliniques. Quant à la structure de l'appareil mâle, elle n'a été observée jusqu'ici que dans un nombre de cas assez restreint. Pour les Conifères et les Gnétacées, tous les renseignements que nous possédons nous sont fournis par le Mémoire de M. Strasburger (*Die Coniferen und die Gnetaceen*, Iena, 1872). Dans ce Mémoire, la fleur mâle est décrite d'une façon détaillée pour chacun des trois genres des Gnétacées, mais chez les Conifères, qui sont les Gymnospermes de beaucoup les plus nombreuses et chez lesquelles les variations sont le plus accusées, l'auteur s'est borné à étudier la fleur du Pin, considérée comme type moyen, et à rattacher à celle-ci par comparaison les fleurs des autres Conifères. Parmi les Cycadées, l'appareil mâle a été surtout observé dans le genre *Ceratozamia* sur lequel M.M. Juranyi, Warming, Van Tieghem et Treub ont fourni diverses indications. Si nous mentionnons en outre les travaux récents destinés à élucider un certain nombre de points spéciaux de l'histoire de l'appareil mâle — notamment la genèse du pollen et le mécanisme d'ouverture des sacs polliniques — nous aurons résumé tout ce qu'on sait actuellement sur cet appareil.

Comme on le voit, il n'a pas été fait jusqu'ici d'étude d'ensemble de la fleur mâle des Gymnospermes. C'est pour essayer de combler cette lacune, dans la mesure de nos moyens, que nous avons entrepris les recherches dont les résultats sont consignés dans le présent Mémoire. A cet effet, nous nous sommes appliqué à recon-

(1) Ou du moins les dérivés immédiats de ces types.

naître, aussi exactement que possible, la constitution de l'appareil mâle dans chacun des genres des Gymnospermes de manière à déterminer les variations que cet appareil subit dans toute l'étendue du groupe. Sans nous flatter d'avoir atteint complètement le but que nous nous sommes proposé, nous serions heureux que ce travail pût être de quelque utilité en étendant les données que nous possédons sur les Gymnospermes actuelles et en facilitant par cela même la compréhension des formes disparues.

Ce travail est divisé en trois parties correspondant aux trois classes des Gymnospermes :

- I. — CYCADÉES.
- II. — CONIFÈRES.
- III. — GNÉTACÉES.

Chaque partie débute par un résumé bibliographique. Nous donnons ensuite, genre par genre, les caractères de l'appareil mâle considéré, d'abord dans sa forme extérieure, puis dans sa structure. Les résultats fournis par l'étude de chaque classe nous conduisent à des conclusions partielles qui sont finalement reprises dans des conclusions générales.

Ces recherches ont été faites au Laboratoire de botanique de la Faculté des sciences de Lille, sous la direction de M. le Professeur C.-Eg. Bertrand à qui nous sommes heureux d'exprimer notre profonde reconnaissance pour les conseils et les encouragements qu'il n'a cessé de nous prodiguer au cours de notre travail.

La plus grande partie de nos matériaux d'étude provient des collections rassemblées dans ce Laboratoire. Les échantillons vivants viennent des serres du Jardin botanique de la Ville de Lille où nous avons trouvé l'accueil le plus bienveillant. Nous sommes également redevables d'un certain nombre d'échantillons à l'obligeance de MM. Bureau et Cornu, Professeurs au Muséum, de M. Crépin, Directeur du Musée de Bruxelles, de M. le Professeur Treub de Buitenzorg, de M. le Professeur Mac Leod de Gand, de M. le Professeur Th. Barrois de Lille, de M. le Professeur Gravis de Liège et de M. le Professeur Lignier de Caen. Nous prions ces Messieurs de vouloir bien agréer l'expression de notre vive gratitude.

PREMIÈRE PARTIE

CYCADÉES

HISTORIQUE

L'appareil mâle des Cycadées se présente, comme on sait, sous la forme de cônes volumineux constitués par un axe central sur lequel s'insèrent un grand nombre d'écailles étroitement serrées les unes contre les autres et toutes semblables entre elles. Chacune de ces écailles porte, à sa face inférieure, des sacs ou loges polliniques dont le nombre ne descend jamais au-dessous de vingt (1) et peut s'élever jusqu'à cent, et plus, suivant la grandeur de l'écaille.

Comment doit-on interpréter cet appareil mâle des Cycadées, comparativement à l'appareil reproducteur des autres Phanérogames ? Quelle est la valeur de l'écaille pollinifère ? Que représente chaque loge pollinique ? Le cône entier est-il une fleur unique ou bien une inflorescence ; et — si l'on admet cette seconde hypothèse — l'inflorescence est-elle simple ou composée et à quelle partie du cône convient-il de réserver le nom de fleur ? Ces diverses questions ont fait l'objet d'un long débat que nous devons exposer brièvement.

L'hypothèse du cône-inflorescence est la première en date.

LINNÉ (2) regardait le cône mâle des Cycadées comme un spadice et chacune de ses écailles constituantes comme une fleur. Le même auteur considérait, chez le *Cycas* tout au moins, les sacs polliniques comme de volumineux grains de pollen offrant cette

(1) Au moins pour les étamines normales de la région moyenne du cône.

(2) LINNÉ. *Genera plantarum*.

particularité, dont on ne trouve pas ailleurs d'autre exemple, de se développer librement à la surface de l'étamine, au lieu d'occuper une cavité close. Quant au contenu de ces sacs — c'est-à-dire au véritable pollen — LINNÉ y voyait l'équivalent du contenu des grains de pollen chez les autres plantes. Cette conception erronée de la nature des loges polliniques, due à des moyens d'observation insuffisants, offre un certain intérêt historique, car on la trouve reproduite dans des écrits relativement récents.

A. L. DE JUSSIEU (1), de même que LINNÉ, ne connaissait comme genres Cycadéens que *Zamia* et *Cycas*, qu'il rangeait parmi les Filicinées. Il a reconnu la véritable nature des sacs qu'il décrit comme « des anthères uniloculaires s'ouvrant par deux valves ». Il donne au cône mâle le nom de chaton.

ROB. BROWN a émis successivement deux opinions différentes. Dans son Prodrôme de la flore de la Nouvelle-Hollande, dont la première édition remonte à 1810 (2), il appelle, avec A. L. DE JUSSIEU, le cône un chaton et considère les divers groupes de sacs portés par l'écaille mâle comme autant de fleurs dépourvues de périgone. En 1826, ROB. BROWN est revenu sur sa première interprétation, à la suite de ses recherches sur l'appareil femelle des Conifères et des Cycadées, recherches qui l'ont conduit à formuler sa théorie de la Gymnospermie. Comparant (3) la fleur mâle à la fleur femelle, il admet à tort que l'ovule et le grain de pollen sont des productions équivalentes (4), ce qui l'amène à supposer que les écailles mâles portent du pollen nu, par analogie avec les ovules nus des écailles femelles. Toutefois, à défaut de preuves directes, l'auteur anglais évite de se prononcer d'une façon absolue sur ce sujet.

ENDLICHER (5), adopte sans réserves l'hypothèse linnéenne du pollen nu. Il décrit les sacs comme « des grains de pollen subglobuleux, réunis par deux ou par quatre et déhiscent par un sillon longitudinal ».

(1) A. L. DE JUSSIEU. *Gen. plantarum*, 1791, p. 20.

(2) ROB. BROWN. *Prodrômus fl. Nov. Holl.*, 1810, p. 346.

(3) ROB. BROWN. *Sur la structure de l'ovule*, etc. (Ann. des Sc. nat., 1^{re} S., T. 8, 1826, p. 240).

(4) On sait aujourd'hui qu'en réalité le sac pollinique tout entier correspond morphologiquement au nucelle.

(5) ENDLICHER. *Gen. plant.* 1836-50, page 70.

Dans leur important mémoire publié en 1826, L. C. et A. RICHARD se rallient à l'interprétation de JUSSIEU (1). Ils regardent chaque sac pollinique comme une étamine uniloculaire et le cône mâle entier comme une inflorescence composée. Suivant A. RICHARD fils (2), il y aurait autant de fleurs distinctes que d'étamines, c'est-à-dire que de sacs.

En 1837, H. MOHL (3) reprend la discussion en se basant sur la théorie de la métamorphose. Il montre, par des exemples empruntés surtout aux Conifères et sur lesquels nous aurons à revenir plus loin, que l'écaille qui porte les sacs polliniques résulte de la transformation d'une feuille unique. Il en conclut que cette écaille, quel que soit d'ailleurs le nombre de ses loges, représente une seule étamine. Etendant cette manière de voir aux Cycadés, H. MOHL considère leurs écailles mâles comme des étamines multiloculaires et l'ensemble de ces écailles, ou le cône entier, comme une fleur simple.

MIQUEL, dans ses premiers travaux (4), adopte l'interprétation de JUSSIEU et des RICHARD. Tout en admettant, avec H. MOHL, que l'étamine en général est une feuille transformée et que, chez les Cycadées en particulier, l'écaille mâle représente l'homologue de la fronde, il se refuse à voir dans cette écaille l'équivalent d'une étamine unique. Pour expliquer cette contradiction apparente, MIQUEL suppose que la fronde des Cycadées ne constitue pas une feuille ordinaire, mais « un organe axile, en quelque sorte un rameau fendu, renouvelé tous les ans ou tous les deux ans, de même que les feuilles des Conifères ». Dans cette hypothèse, les folioles de ces frondes seraient les véritables feuilles des Cycadées et chaque sac pollinique (étamine uniloculaire de RICHARD) représenterait une de ces feuilles métamorphosée.

En 1868-70 (5), MIQUEL abandonne sa première manière de voir pour se ranger à l'interprétation de H. MOHL. Il considère les écailles

(1) L. C. et A. RICHARD. *Mémoire sur les Conifères et les Cycadées* 1826.

(2) *Dict. class. d'hist. nat.* T. 5. Art. Cycadées.

(3) H. VON MOHL. *Über die männlichen Blüten der Coniferen.* (Verm. Schrift. Tübingen, 1837).

(4) MIQUEL. *Prodrom. system. Cycadearum et Monographie des Cycadées* (1842). — V. aussi, du même auteur : *Observationes de ovulo et embryonibus Cycadearum* (Ann. des sc. nat., 3^e s., T., 3. 1845).

(5) MIQUEL. *Nouveaux matériaux pour servir à la connaissance des Cycadées* (Adansonia, T. 8 et 9).

mâles comme de véritables anthères qu'il propose d'appeler androphylles par analogie avec les carpophylles qui portent les ovules.

HEINZEL (1) voit dans l'écaille mâle des Cycadées un organe foliacé et dans chaque sac pollinique une loge d'anthère. Partant de cette idée que l'anthère doit posséder normalement deux loges, le même auteur suppose que chez les Cycadées, l'une des loges avorte constamment.

Cette hypothèse est combattue par GOTTSCHÉ (2) qui en montre le peu de fondement. Pour GOTTSCHÉ, comme pour H. MOHL, le cône mâle des Cycadées est une fleur unique.

KARSTEN (3), au contraire, refuse de se rallier à l'interprétation de MOHL, en déclarant qu'« on ne peut admettre que l'écaille anthérifère soit dans son ensemble analogue à une anthère ».

L'hypothèse du cône-inflorescence, telle qu'elle a été présentée par les RICHARD, semble avoir été adoptée par la majorité des botanistes descripteurs et des auteurs de *Genera*. C'est ainsi que BRONGNIART (4), LEHMANN (5), A. DE CANDOLLE (6), BENTHAM et HOOKER (7) s'accordent pour donner au cône mâle des Cycadées le nom de chaton ou de strobile et aux sacs polliniques celui d'anthères.

A mesure qu'on se rapproche de notre époque, on constate que l'opinion des RICHARD est peu à peu abandonnée, tandis que celle de H. MOHL tend à prévaloir de plus en plus.

Le principal argument invoqué par les adversaires de H. MOHL était le nombre élevé des sacs polliniques portés par l'écaille mâle chez les Cycadées. EICHLER (8), après MOHL, répond à cette objection en signalant des exemples d'étamines à sacs nombreux et indépendants qu'on rencontre chez diverses Angiospermes et notamment

(1) HEINZEL. *De Macrozamia Preissii*. D. Vratislaviæ, 1844.

(2) GOTTSCHÉ. *Analyse critique de la thèse inaugurale de G. Heinzl sur le Macrozamia Preissii* (Bot. Zeit., 1845).

(3) KARSTEN. *Organographische Betrachtung der Zamia muricata* (Abhandl. d. Koenig. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1856).

(4) BRONGNIART. *Note sur un nouveau genre de Cycadées du Mexique*. (Ann. des Sc. nat., 3^e S., T. 5, 1846).

(5) LEHMANN. *Novarum et minus cognit. stirp. pugillus*, T. 6, 1834.

(6) A. DE CANDOLLE. *Prodrome*, art. Cycadées. — A. de Candolle fait observer très justement qu'à l'époque où il écrit (1866), la genèse des sacs polliniques des Cycadées n'est pas suffisamment connue pour qu'on puisse émettre une opinion définitive sur la valeur de ces sacs.

(7) BENTHAM et HOOKER. *Gen. plant.*, VIII (1880).

(8) EICHLER. *Flora brasiliensis*, art. Cycadées et *Blüthendiagramme*, 1875, p. 54.

l'exemple du Gui. Nous devons faire observer toutefois que cet exemple, souvent cité, n'a en réalité qu'une faible valeur, car il n'est pas prouvé que l'étamine du Gui et l'écaille mâle des Cycadées soient des pièces équivalentes. Les meilleurs arguments en faveur de la théorie de MOHL ont été fournis par M. STRASBURGER et par M. TREUB qui les ont empruntés à la structure du cône.

Les observations de M. STRASBURGER (1) sur les Cycadées, « lesquelles n'ont été entreprises, dit-il, que pour établir leurs rapports avec les Conifères » ont porté, en ce qui concerne l'appareil mâle, sur le *Zamia integrifolia*. Le savant professeur de Bonn décrit le parcours des faisceaux dans l'axe du cône et dans l'écaille pollinifère. Il montre que les rapports de cette écaille et de l'axe sont les mêmes que ceux qui existent entre une feuille et la tige qui la porte, et il en conclut que l'écaille pollinifère représente bien, comme le pensait MOHL, une feuille ordinaire transformée.

En 1882, les recherches de M. TREUB (2) sur la genèse des sacs polliniques du *Zamia muricata* établissent l'analogie du développement des sacs polliniques chez les Cycadées et chez les Angiospermes (3).

Pendant que la signification du cône mâle se trouvait ainsi fixée d'une manière définitive, M. WARMING reprenait l'étude des Cycadées en se plaçant à un point de vue tout nouveau. Au lieu de chercher, comme ses devanciers, des termes de comparaison parmi les Phanérogames supérieures, M. WARMING s'est appliqué à déterminer les rapports des Cycadées avec les Cryptogames vasculaires (4). Les recherches poursuivies dans cette voie par le professeur de Copenhague lui ont fourni des résultats intéressants concernant l'homologie des diverses parties de l'appareil reproducteur dans les deux groupes. A l'égard de l'appareil mâle, M. WARMING établit que le grain de pollen est l'équivalent de la microspore, d'où il

(1) STRASBURGER. *Die Coniferen und die Gnetaceen*, Iena, 1872.

(2) TREUB. *Recherches sur les Cycadées*. (Ann. des Sc. nat., 5^e série, T. 12, 1882).

(3) Dans son Mémoire sur l'*Anatomie comparée de la fleur et du fruit chez les Gymnospermes* (Ann. des Sc. nat., 5^e série, T. 10, 1869), M. Van Tieghem fait connaître incidemment la marche des faisceaux dans l'axe du cône et dans la portion basilaire de l'étamine chez *Ceratozamia mexicana*.

(4) WARMING. *Recherches et remarques sur les Cycadées*, Copenhague, 1877. — *Contributions à l'histoire naturelle des Cycadées*, Copenhague, 1879. — *Sur les Cycadées* (Actes du Congrès d'Amsterdam, 1877).

résulte que le sac pollinique dans son ensemble correspond au microsporange (1).

En dehors des travaux qui viennent d'être mentionnés et qui ont pour objet général la détermination de la valeur de l'appareil mâle des Cycadées, nous avons à signaler un certain nombre de recherches de détail auxquelles cet appareil a donné lieu.

Plusieurs auteurs ont étudié les rapports du cône mâle avec la tige qui le porte.

En 1856, KARSTEN (2), à la suite de ses observations sur le *Zamia muricata*, émet l'opinion que le cône mâle représente la terminaison de la tige et que la pousse feuillée qui se développe après la chute du cône est une production latérale par rapport à ce cône. Dans cette hypothèse l'ensemble des cônes et des pousses feuillées qui les accompagnent constituerait un véritable sympode.

En 1869, DE BARY (3), décrit deux cas de floraison qui se sont produits successivement sur un même pied de *Cycas Rumphii*. Sans se prononcer d'une manière absolue, DE BARY pense, contrairement à l'opinion de KARSTEN, que les cônes sont des productions latérales par rapport à la tige principale, laquelle reste simple.

Suivant M. SACHS (4), la tige des Cycadées, au moment de la floraison, subit une division dichotomique. L'une des branches de la dichotomie donne le cône, tandis que l'autre se développe en une pousse feuillée qui continue la tige primitive.

En 1877, M. WARMING (5), observe, sur des exemplaires de *Ceratozamia longifolia*, la disposition réalisée par les feuilles et les écailles sur la tige principale et sur les pousses feuillées alternant avec les cônes. Il constate que cette disposition change après l'apparition de chaque cône. M. WARMING en conclut que les pousses feuillées successives représentent des tiges d'ordres différents, ce qui le conduit à repousser l'hypothèse proposée par

(1) Cette hypothèse avait déjà été émise antérieurement, toutefois sans recevoir de démonstration directe. Ainsi A. FÉE pensait en 1857, que les corps situés à la face inférieure des écailles des Cycadées ne sont pas des anthères, mais « des coques pareilles à celles des Lycopodiées, renfermant » toutefois un pollen fécondateur au lieu de spores jouissant directement de la « faculté germinative ». (A. Fée. *Sur les Cycadées*, Strasbourg, 1857).

(2) KARSTEN. *loc. cit.*

(3) DE BARY. *Notizen uber die Bluthe einiger Cycadeen* (Sitzungsb. Hall. Naturf. Gesell. 1869), et *Bot. Zeitung*, 1870, p. 574.

(4) J. SACHS. *Traité de botanique*, p. 579 de l'édition française, 1874.

(5) WARMING. *Recherches et remarques sur les Cycadées*, 1877.

DE BARY d'une tige simple portant des fleurs latérales. Mais il hésite sur la question de savoir si le cône et la pousse feuillée qui lui fait suite sont des productions de même ordre (hypothèse de la dichotomie) ou bien si la pousse feuillée est latérale par rapport au cône (hypothèse du sympode).

Dans un travail récent, M. LE COMTE DE SOLMS-LAUBACH (1) a donné une description très complète des rapports anatomiques des cônes avec la tige. Le savant botaniste allemand a étudié à ce point de vue divers tubercules de *Stangeria* et de *Ceratozamia*, sur lesquels un certain nombre de cicatrices latérales indiquaient les emplacements occupés par d'anciennes fleurs. Il a constaté que d'une façon générale, au niveau de chaque cicatrice, la couronne vasculaire principale émet, *sur tout son pourtour*, un grand nombre de faisceaux qui s'avancent vers le centre du tubercule. Ces faisceaux intérieurs cheminent à peu près horizontalement; ils se jettent d'abord les uns sur les autres dans la moelle même, puis le système libéro-ligneux ainsi formé pénètre dans l'écorce en traversant la couronne vasculaire principale (laquelle offre en ce point une ouverture en forme de boutonnière), et va aboutir extérieurement à une cicatrice florale (2). Tel est le cas le plus ordinaire. Mais il arrive quelquefois que la cicatrice florale, au lieu d'être latérale, occupe la portion terminale du tubercule. C'est le dispositif que M. DE SOLMS-LAUBACH a observé sur un exemplaire de *Stangeria* à sommet bifurqué. Entre les deux branches de la bifurcation se trouvaient les restes d'une fleur ancienne. En étudiant ce tubercule, M. DE SOLMS-LAUBACH a reconnu que le cercle des faisceaux principaux se rétrécissait peu à peu en approchant du sommet et se continuait directement dans l'axe de la fleur, tandis que les faisceaux dépendant des deux branches de la bifurcation venaient s'insérer sur la couronne principale, au-dessous du niveau d'émergence de cette couronne dans la fleur. M. DE SOLMS-LAUBACH tire de ces faits des conclusions qui peuvent se résumer ainsi : La fleur est terminale, comme le pensait KARSTEN. Dans le cas le plus

(1) H. GRAF. ZU SOLMS-LAUBACH. *Die Sprossfolge der Stangeria und der übrigen Cycadeen* (Bot. Zeitung, 1890, 12).

(2) METTENIUS, en 1860, avait signalé ce dispositif des faisceaux floraux dans la tige, sans en tirer de conclusions au point de vue de la position du cône. (Mettenius. *Beiträge zur Anatomie der Cycadeen*. Abh. d. Math. Phys. Cl. d. K. Sachs. Gesellschaft der Wissenschaften. V. 4. 1860).

général, il se forme, au-dessous de cette fleur, un bourgeon latéral, lequel se développe, après la floraison, en une pousse feuillée qui se place dans le prolongement de la tige primitive, en rejetant les restes de la fleur sur le côté. Dans le dernier exemple emprunté à *Stangeria*, il apparaît deux bourgeons latéraux au lieu d'un seul, et c'est à ce fait que la cicatrice florale doit de conserver sa position terminale.

En ce qui concerne la structure de l'axe floral et celle des étamines, on ne possède, à notre connaissance, aucun renseignement en dehors des indications fournies par M. STRASBURGER et par M. VAN TIEGHEM (1).

La structure des sacs polliniques et leur mode de déhiscence ont été étudiés en 1883, par M. H. SCHINZ (2), par comparaison avec les sporanges des Cryptogames vasculaires. En 1888, M. J. SCHRODT (3) a publié sur cette question spéciale un mémoire dont nous aurons à reparler plus loin.

Enfin, pour le pollen des Cycadées, outre les travaux déjà anciens de SCHACHT (4) et de DE BARY (5), nous avons à signaler les recherches récentes de M. JURANYI (6), de M. TREUB (7), de M. STRASBURGER (8) et de M. GUIGNARD (9).

Grâce aux travaux de ces habiles observateurs, la genèse du pollen et sa structure sont suffisamment connues pour que nous croyions pouvoir nous dispenser de revenir en ce moment sur cette question.

(1) V. STRASBURGER et VAN TIEGHEM. *Loc. cit.*

(2) H. SCHINZ. *Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensacke*, Zurich, 1883.

(3) J. SCHRODT. *Beiträge zur Oeffnungs-Mechanik der Cycadeen-Antheren* (Flora, 1888, N^{os} 28 et 29).

(4) SCHACHT. *Ueber den Bau einiger Pollenkorner* (Pringsheim-Jarbuch. für Wiss. Bot. Bd II, 1860).

(5) DE BARY. *Loc. cit.*

(6) JURANYI. *Bau und Entwickelung des Pollens bei Ceratozamia longifolia*. (Pringsheim-Jarbuch. für Wiss. Bot. Bd VIII, 1872). *Beobacht. über Kerntheilung*. (Sitzungsb. der Ungarisch. Akad. d. Wiss., 1882).

(7) M. TREUB. *Recherches sur les Cycadées*. (Ann. des sc. nat., 6^e série, T. 12, 1881) et Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, 1885.

(8) STRASBURGER. *Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute*, 1889.

(9) GUIGNARD. *Observations sur le pollen des Cycadées*. (Journ. de Bot., 1889, n^{os} 13 et 14).

CERATZAMIA Brongniart.

Ceratozamia mexicana Brongniart.

EXTÉRIEUR.

Le *Ceratozamia mexicana* est une des Cycadées le plus communément cultivées dans les serres et en même temps celle qui fleurit le plus fréquemment. Sa fleur mâle se présente sous la forme d'un cône allongé, plus ou moins fortement arqué à l'époque de la maturité, et mesurant de 30 à 50 centimètres de longueur sur 15 à 20 centimètres de circonférence moyenne. Ce cône est constitué par des étamines nombreuses (1) disposées en ordre verticillé à la surface d'un axe central volumineux. La région basilaire de l'axe reste nue et constitue un pédoncule cylindrique de 8 à 10 cent. de longueur.

La distribution des étamines subit, de la base au sommet du cône, une série de modifications qui méritent de retenir l'attention, car nous les verrons réalisées d'une façon identique chez toutes les fleurs appartenant au type verticillé. A la base même de la région fertile, les étamines sont réparties en verticilles alternes de 9 à 13 termes chacun, suivant le volume de la fleur. Désignons par a le nombre des hélices secondaires principales (2) tant dextres que senestres correspondant à cette disposition. A une certaine distance de la base, le nombre des hélices d'un certain sens, des hélices dextres par exemple, se réduit d'une unité, tandis que le nombre des hélices de l'autre sens ne change pas. On a donc à ce niveau $a - 1$ hélices dextres et a hélices senestres, c'est-à-dire que les étamines ne sont plus verticillées, mais réparties suivant une hélice génératrice unique avec divergence $\frac{2}{2a-1}$. Plus haut, il se produit

(1) Sur un grand cône de 50 cent. nous avons compté 1.020 étamines.

(2) Chaque fois que nous avons, au cours de ce travail, à examiner la disposition des pièces florales, nous considérons comme hélices secondaires principales les deux systèmes d'hélices les plus redressées, figurées par les rangées de pièces dont les faces se trouvent en contact immédiat. Ce sont ordinairement les hélices les plus apparentes.

une nouvelle réduction portant cette fois sur les hélices senestres ; on a alors $a - 1$ hélices de chaque sens (verticillation par $a - 1$). Plus haut encore, on trouve $a - 2$ hélices dextres et $a - 1$ hélices senestres (disposition isolée $\frac{2}{2a-3}$), puis $a - 2$ hélices de chaque sens (verticillation par $a - 2$) et ainsi de suite. La réduction se continue ainsi, en portant alternativement sur les hélices dextres et senestres, jusqu'au sommet du cône où le nombre des hélices de chaque sens tombe à sept ou six. Il en résulte que le cône offre dans son ensemble une succession régulière de systèmes verticillés par $a, a - 1, a - 2, \dots$ séparés par des divergences de passage $\frac{2}{2a-1}, \frac{2}{2a-3}, \frac{2}{2a-5}, \dots$ qui sont toutes de même sens.

Voici, à titre d'exemple, les variations que nous avons relevées sur un cône de taille moyenne :

- 1° 11 hélices de chaque sens. (Verticillation par 11).
- 2° 10 hélices dextres... } divergence senestre $\frac{2}{21}$
 11 hélices senestres. }
- 3° 10 hélices de chaque sens (verticillation par 10).
- 4° 9 hélices dextres... } divergence senestre $\frac{2}{19}$
 10 hélices senestres. }
- 5° 9 hélices de chaque sens (verticillation par 9).
- 6° 8 hélices dextres... } divergence senestre $\frac{2}{17}$
 9 hélices senestres. }
- 7° 8 hélices de chaque sens (verticillation par 8).
- 8° 7 hélices dextres... } divergence senestre $\frac{2}{15}$
 8 hélices senestres. }
- 9° 7 hélices de chaque sens (verticillation par 7).

Les variations se succèdent rapidement aux deux extrémités de la fleur. Dans sa partie moyenne, au contraire, les étamines conservent assez longtemps le même ordre. Le passage d'une disposition à une autre est en général accompagné de modifications dans la forme des étamines. Nous reviendrons sur ces modifications quand nous aurons étudié l'étamine normale.

L'étamine, considérée dans la région moyenne du cône (Pl. I, fig. 1 et 2), consiste en une lame triangulaire horizontale, portée par un pédicelle arrondi très court, mais toujours nettement différencié. La

face inférieure, légèrement convexe, porte des sacs polliniques nombreux insérés sur toute la largeur de l'étamine, sauf aux deux extrémités de la région fertile où se montre l'indication d'une répartition des sacs suivant deux aires contiguës. Les sacs sont groupés en *sores* (1) par 4 ou par 3, ou, plus rarement et surtout vers les bords, par 5 ou par 2. A chaque sac correspond une légère dépression de la surface de l'étamine.

La face supérieure de l'étamine est parcourue par une nervure médiane qui va en s'atténuant rapidement à partir du pédicelle. Sur cette même face se remarquent des cavités irrégulières peu profondes, déterminées par la pression des sacs polliniques des étamines supérieures.

L'étamine est terminée par un large écusson à deux cornes divergentes disposé horizontalement, c'est-à-dire *dans le prolongement direct de la région fertile*. L'écusson est inégalement développé sur ses deux faces. La face *inférieure*, fortement renflée, affleure à peu près au niveau du sommet des sacs et porte une saillie médiane très apparente. La face *supérieure* au contraire est plane et ne dépasse pas sensiblement le reste de l'étamine.

Les étamines de la base du cône sont relativement larges et possèdent une région fertile bien développée qui occupe environ les $\frac{3}{4}$ de leur longueur totale. A mesure qu'on s'éloigne de la base, on voit les étamines diminuer de largeur, en même temps que l'écusson prend une plus grande importance proportionnellement à la région fertile. Celle-ci ne dépasse pas les $\frac{2}{3}$ de la longueur totale, sur les dernières étamines du haut de la fleur. Nous trouverons plus loin ce dimorphisme des étamines bien plus accentué chez d'autres Cycadées.

A la base même et au sommet de chaque cône, on trouve deux ou trois rangées d'étamines rudimentaires qui restent à l'état d'écailles stériles. Les écailles de la base sont larges et indépendantes

(1) L'expression *sores* dont nous nous servons pour désigner les groupes de sacs a déjà été employée dans ce sens par divers auteurs, notamment par M. VAN TIEGHEM (*Traité de botanique*, 2^e éd., p. 1450). Cette appellation se trouve justifiée par l'analogie qui existe entre le sac pollinique des Phanérogames et le microsporange des Cryptogames vasculaires.

Les pressions que les sacs exercent les uns sur les autres empêchent le plus souvent de reconnaître leur groupement à première vue. Pour mettre ce groupement en évidence, il suffit d'enlever les sacs avec précaution, en opérant de préférence sur une étamine desséchée. On voit de cette façon que l'enlèvement de chaque sore produit à la surface de l'étamine une déchirure unique (Pl. I, fig. 2).

les unes des autres ; celles du sommet au contraire se montrent étroites et coalescentes sur toute leur longueur.

Le sac pollinique, mûr et encore fermé, vu du profil, a une forme sensiblement ovoïde (Pl. II fig. 1) ; il est largement inséré sur l'étamine par sa base et porte à son sommet une crête faiblement saillante qui n'est pas exactement opposée au point d'insertion, mais rejetée un peu sur le côté. Les dimensions moyennes du sac sont de de 1,3 mill. de hauteur sur 0,8 mill. de largeur.

La déhiscence est longitudinale ; elle s'opère suivant une ligne qui part de l'insertion du sac pour aboutir à la crête apicale en suivant le plus long chemin, de manière à intéresser un peu plus de la moitié du pourtour du sac. *Les lignes de déhiscence des sacs d'un même sore convergent les unes vers les autres et vers le centre du sore.* Le sac ouvert présente l'aspect d'un cornet largement étalé ; ses bords ne se renversent pas, mais demeurent légèrement infléchis vers l'intérieur (Pl. II, fig. 2).

STRUCTURE.

AXE FLORAL.

Section transversale moyenne (Fig. 1). — Une section transver-

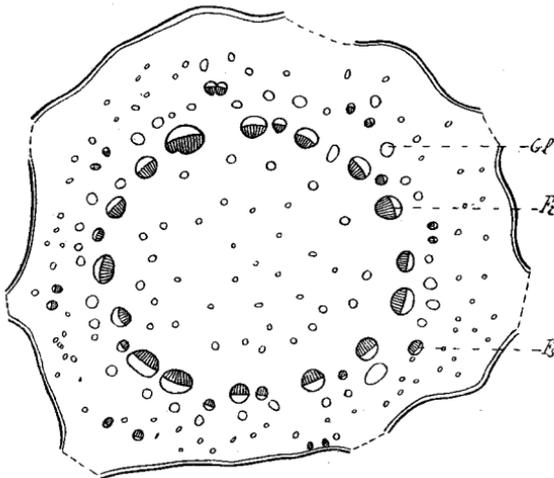


FIG. 1. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale d'ensemble de l'axe floral. Gr. $\frac{3,5}{1}$. *Fr*, faisceau réparateur ; *Fs*, faisceau sortant ; *Gl*, glande gomme-résinifère.

sale, pratiquée dans la partie moyenne de la région fertile, présente un contour sensiblement circulaire.

L'épiderme, vu de face, est formé de cellules isodiamétriques, ou un peu allongées dans le sens de la longueur de l'axe, et disposées en files parallèles. Leur section

montre un léger épaissement de la face externe convexe. Quelquefois cet épaissement s'étend sur tout le pourtour de la cellule (Pl. II, fig. 3). L'épiderme est dépourvu de stomates et de poils. Il n'y a pas d'hypoderme.

Le tissu fondamental est constitué dans son ensemble (écorce et moelle) par des cellules parenchymateuses de taille supérieure aux cellules épidermiques, à contour polygonal et à parois minces, laissant de petits méats sur leurs angles. Un certain nombre d'éléments du tissu fondamental sécrètent du tannin (1) qui reste en dissolution dans le suc cellulaire. Les cellules à tannin se rencontrent principalement au voisinage de l'épiderme, autour des faisceaux et des glandes gommo-résinifères. D'autres éléments, relativement peu nombreux, produisent des cristaux d'oxalate de chaux réunis en une grosse mâcle sphérique.

La moelle et l'écorce renferment de nombreuses glandes gommo-résinifères constituées chacune par une assise de cellules épithéliales sécrétantes entourant un canal central. Ces glandes sont distribuées d'une manière assez régulière (Fig. 1, p. 16). Dans l'écorce, on trouve une grosse glande vis-à-vis de chaque faisceau principal, et d'autres glandes beaucoup plus petites éparses à la périphérie du tissu fondamental. Dans la moelle, au contraire, le centre est occupé par de petites glandes et la périphérie par des glandes plus volumineuses qui alternent avec les faisceaux. *Toutes ces glandes communiquent entre elles, de manière à constituer un système continu de canaux gommo-résinifères.*

On observe, dans l'écorce seulement, des éléments de soutien qui consistent en grosses *fibres sclérifiées* et en *sclérites* (Pl. II, fig. 3). Les fibres sclérifiées ont une section transversale arrondie, beaucoup plus grande que celle des cellules parenchymateuses voisines. Leur paroi, épaisse et brillante, offre des zones concentriques très nettes. Ces fibres sont isolées ou plus rarement réunies par petits groupes de deux à cinq. En section longitudinale, elles se montrent souvent unies bout à bout en sifflet, sans qu'il y ait communication directe entre les cavités des cellules ainsi juxtaposées. Les sclérites, à contour polygonal et à lumière très réduite, forment de petits îlots à la périphérie de l'écorce.

(1) Traité par les sels de fer, ce tannin donne une coloration *noir-bleu*. Il en est de même chez les autres Cycadées et chez les Conifères.

L'appareil libéro-ligneux se compose de faisceaux *réparateurs* et de faisceaux *sortants* qui diffèrent très nettement de volume.

Les faisceaux réparateurs, séparés les uns des autres par des bandes étroites de tissu fondamental, sont disposés suivant une couronne unique dont le diamètre représente environ les $\frac{2}{3}$ du diamètre total de l'axe.

Tous les faisceaux sont normalement orientés par rapport au centre de l'axe. Leur masse ligneuse se compose, en allant de l'intérieur vers l'extérieur (Fig. 2):

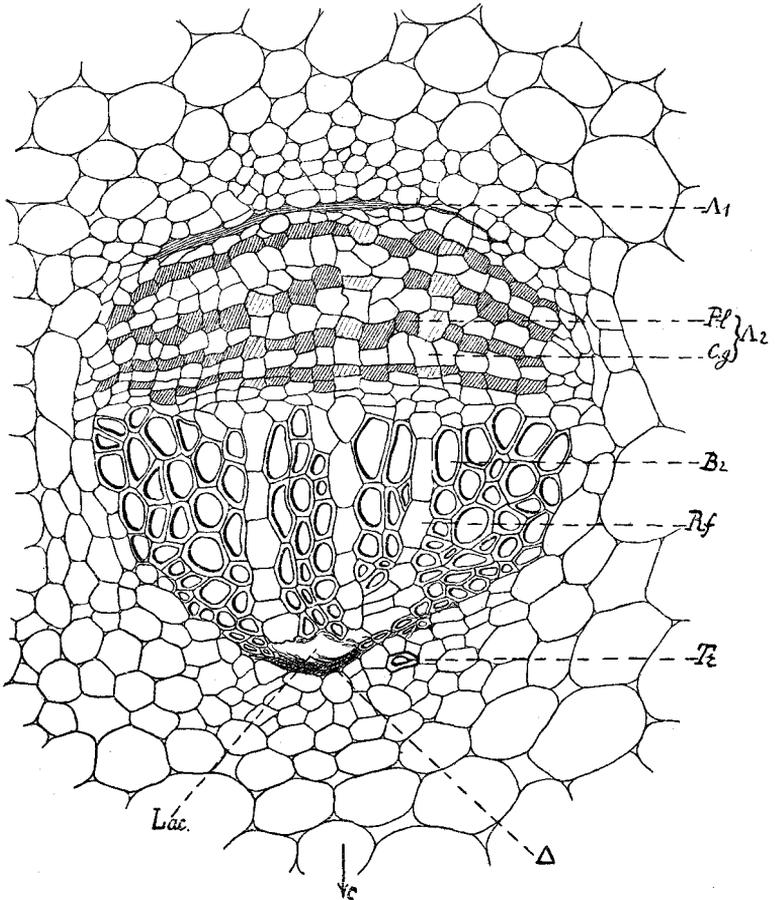


FIG. 2. — Axe floral de *Ceratuzamia mexicana*. Section transversale d'un faisceau réparateur. Gr. $\frac{165}{1}$. Pl, parenchyme libérien; Cg, cellules grillagées; Rf, rayon du faisceau; Lac, lacune (Pour l'explication des autres lettres, voir la notation générale. Page 243).

De trachées grêles marquées d'une seule hélice à tours lâches ;

De trachées plus volumineuses, portant chacune deux ou trois systèmes d'hélices parallèles à tours serrés ;

De vaisseaux scalariformes (bois secondaire) dont les ornements sont d'autant plus fins et plus nombreux que les éléments sont plus externes.

La masseligneuse se développe, dès le début, en direction centrifuge.

Les cellules du liber secondaire sont disposées en files parallèles. Dans chaque file, on observe une alternance à peu près régulière d'*éléments parenchymateux* et de *cellules grillagées*. Les éléments parenchymateux ont des parois minces et sont remplis d'un protoplasma granuleux entourant un gros noyau. Les cellules grillagées présentent sur leurs faces radiales de fines ponctuations disposées en plages irrégulières. Le contenu de ces cellules est un liquide clair et homogène.

Le liber primaire est composé de petites cellules irrégulières à parois minces sans ponctuations. A mesure que les productions secondaires se développent, le liber primaire se trouve refoulé sur le bord externe du faisceau et finalement écrasé.

Chaque faisceau est entouré d'une couronne de petits éléments à parois minces qui le relie au tissu fondamental environnant. Il n'y a pas de gaine caractérisée autour du système des faisceaux.

On observe ordinairement, sur l'étendue d'une même section transversale, des variations intéressantes dans la disposition des éléments les plus intérieurs des faisceaux, suivant que ceux-ci ont un volume plus ou moins considérable.

Dans les faisceaux *étroits*, le bois primaire constitue un arc antérieur qui se rattache de chaque côté à la masse principale du bois secondaire (Fig. 3). Extérieurement par rapport à cet arc se trouve une plage de tissu mou provenant du recloisonnement des cellules de la par-

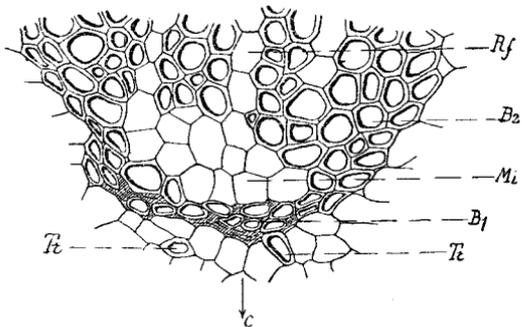


FIG. 3. — Axe floral jeune de *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de la région antérieure d'un faisceau à bois primaire continu. Gr. $\frac{190}{1}$
Rf, rayon du faisceau; *Mi*, masse intérieure d'éléments à parois minces.

tie interne des rayons. En examinant des faisceaux de différents âges, on voit que ces éléments à parois minces se développent en refoulant l'arc trachéen vers l'intérieur (1). Quand le faisceau est arrivé à son complet développement, tout le tissu mou se détruit ; à sa place on trouve une lacune limitée extérieurement par le bois secondaire et intérieurement par les débris du bois primaire (Fig. 2, p. 18).

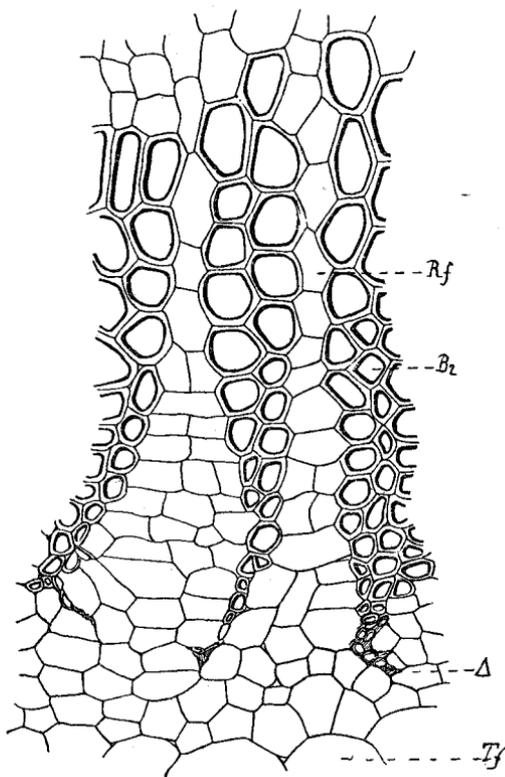


FIG. 4. — Axe floral de *Ceratuzamia mexicana*. Portion de la section transversale d'un faisceau à pointements trachéens distincts. Gr. $\frac{190}{1}$. Rf, rayon de faisceau.

Dans les faisceaux *larges*, le bois primaire est représenté par plusieurs pointements trachéens à chacun desquels correspond une bande distincte d'éléments ligneux secondaires. A la différence du cas précédent, le tissu résultant du recloisonnement des éléments internes des rayons reste en rapport avec le tissu mou qui occupe la région antérieure du faisceau. Par suite, il ne se forme pas de lacune antérieure (Fig. 4).

On peut rencontrer tous les intermédiaires entre ces deux dispositifs extrêmes.

(1) En même temps que les trachées sont comprimées latéralement, elles se trouvent étirées longitudinalement et finalement rompues, par suite de l'allongement de l'axe. Il en résulte que, sur une section longitudinale, l'arc ligneux primaire paraît formé de segments disjoints superposés. Ces segments peuvent être complètement isolés ou reliés les uns aux autres par des portions d'hélices déroulées. Pour la même raison, sur une section transversale, la masse ligneuse primaire est plus ou moins bien représentée, suivant le niveau de la section. Il peut même arriver, si la coupe est très mince, que les trachées manquent complètement.

On trouve fréquemment, au voisinage et en avant des faisceaux, un certain nombre d'éléments lignifiés distincts de la masse ligneuse normale et que nous désignerons sous le nom de *trachéïdes annexes* (*Tr*, *Fig. 2 et 3*, p. 18 et 19). Ces trachéïdes se différencient aux dépens des fibres primitives de la région interne du faisceau, postérieurement à la formation du massif ligneux primaire. Ce sont des vaisseaux scalariformes semblables de tous points à ceux du bois secondaire. Leur nombre varie de 1 à 16 ; elles peuvent être appliquées directement contre les trachées, mais le plus souvent elles en ont séparées par un ou deux rangs de fibres primitives. Suivant les échantillons, ce tissu se montre plus ou moins abondamment représenté ; il est rare toutefois qu'il manque complètement sur une coupe prise au hasard. Par la situation qu'elles occupent relativement au faisceau, les trachéïdes annexes rappellent les vaisseaux extra-ligneux de la feuille des Conifères.

Variations de structure dans l'étendue de l'axe floral.

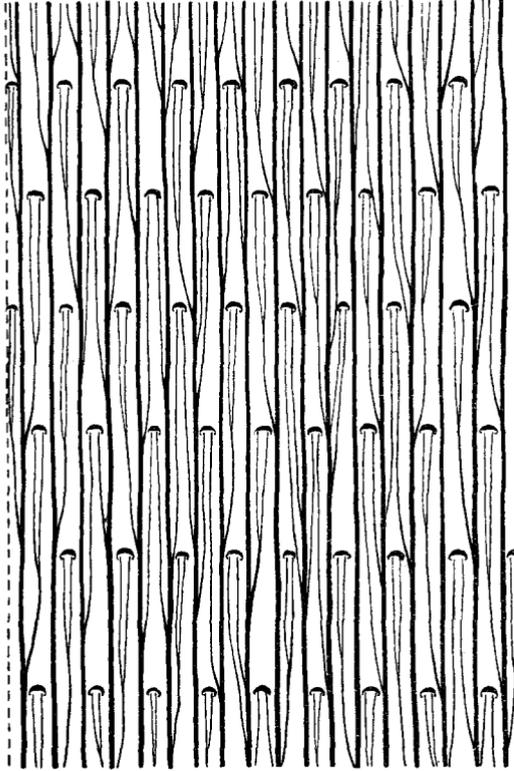
Épiderme. — Sur toute l'étendue du pédoncule, l'épiderme porte des poils articulés nombreux, formés chacun de deux cellules placées bout à bout. La cellule inférieure, petite, à parois assez épaisses, sert de support à la cellule supérieure, beaucoup plus grande. Celle-ci figure un long tube renflé dans sa région moyenne et atténué à ses extrémités ; sa membrane est extrêmement mince ; son contenu est fortement chargé de tannin. Ces poils forment à la surface du pédoncule un revêtement laineux de couleur brune. Quand la fleur se dessèche, chaque poil se rompt au niveau de la cloison de séparation des deux cellules ; la cellule terminale tombe, tandis que la cellule basilaire reste enchâssée dans l'épiderme.

On trouve à la surface du pédoncule des stomates peu nombreux disposés au fond d'antichambres profondes, comme ceux qui existent sur les feuilles des mêmes plantes.

Tissu fondamental. — L'appareil de soutien (grosses fibres sclérifiées et sclérites) est très développé dans le pédoncule ; les sclérites notamment constituent à la périphérie de l'écorce une assise puissante qui représente une sorte d'hypoderme diffus (Pl. II, fig. 3). A mesure qu'on s'élève vers le sommet du cône, on constate une réduction du nombre des éléments épaissis qui finissent par disparaître.

Par contre le nombre des glandes gommo-résinifères va en augmentant de la base de l'axe vers sa région fertile.

Parcours des faisceaux (Fig. 5). — Les faisceaux réparateurs de



l'axe sont disposés en alternance régulière avec les rangées verticales d'étamines ou orthostiques (1). Quand la disposition des étamines change, comme il a été dit précédemment, c'est-à-dire quand une orthostique se dédouble, l'un des deux faisceaux voisins se partage, par division radiale, en deux branches qui se comportent comme deux réparateurs distincts, de sorte que le nombre total des faisceaux réparateurs demeure toujours égal à celui des orthostiques (2).

FIG. 5. — *Ceratozamia mexicana*. Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe d'une fleur à étamines verticillées par neuf. Les traits forts représentent les faisceaux réparateurs ; les traits fins, les faisceaux staminaux.

(1) C'est, comme on le sait, le dispositif ordinaire des réparateurs dans les tiges dont les appendices ne reçoivent qu'un petit nombre de faisceaux.

(2) Ou, ce qui revient au même, à la somme des nombres d'hélices secondaires principales tant dextres que senestres. Cette relation entre le nombre des faisceaux et la disposition extérieure des étamines est très constante ; nous l'observons non seulement chez *Ceratozamia*, mais encore chez toutes les autres Cycadées et aussi chez les Conifères. Si nous voulons l'exprimer, en tenant compte de l'ordre tantôt *verticillé*, tantôt *spiralé*, nous pouvons dire que, dans le premier cas, le nombre total des faisceaux est double du nombre des termes de chaque verticille, et, dans le second cas, égal au dénominateur de la fraction de divergence.

Ainsi l'axe du cône cité plus haut (v. page 14) nous a montré successivement, du sommet à la base :

14	faisceaux	réparateurs	—	(Étamines	verticillées	par	7).
15	»	»	—	(	»	à	divergence $\frac{2}{15}$).
16	»	»	—	(	»	verticillées	par 8).
17	»	»	—	(	»	à	divergence $\frac{2}{17}$).
18	»	»	—	(	»	verticillées	par 9).
19	»	»	—	(	»	à	divergence $\frac{2}{19}$).
20	»	»	—	(	»	verticillées	par 10).
21	»	»	—	(	»	à	divergence $\frac{2}{21}$).

Le système libéro-ligneux de chaque étamine est représenté, au niveau de l'insertion de cette étamine, par deux faisceaux de même valeur placés côte à côte (*fg* et *fd*, Pl. II, fig. 4). Ces faisceaux traversent l'écorce obliquement pour aller s'unir aux réparateurs les plus voisins (I et II, même figure). La mise en rapport peut se faire de trois manières différentes :

1° Tantôt les faisceaux staminaux *fg* et *fd* s'unissent *séparément*, le premier au réparateur I et le second au réparateur II ;

2° Tantôt les deux faisceaux *fg* et *fd* commencent par se confondre en un seul faisceau, lequel s'unit ensuite à l'un des réparateurs I ou II ;

3° Tantôt enfin les faisceaux *fg* et *fd* s'unissent *l'un après l'autre* au même réparateur.

Nous avons observé ces trois dispositifs sur chacun des axes que nous avons étudiés. Le premier correspond surtout aux étamines *larges* et le second aux étamines *étroites*, sans qu'il y ait pourtant de règle fixe à cet égard. Le troisième mode est moins fréquemment réalisé que les deux précédents (1).

Au moment de l'union d'un faisceau staminal avec un réparateur, on voit celui-ci subir un mouvement de torsion sur lui-même qui peut atteindre 90°. Cette torsion a pour effet d'amener la région antérieure du réparateur au-devant de la région correspondante du

(1) Si nous suivions la marche des faisceaux *en montant*, nous devrions dire que l'étamine reçoit, dans le premier et le dernier cas, *deux* faisceaux et, dans le second cas, *un seul* faisceau. Mais nous préférons éviter ces expressions pour ne pas paraître attacher une importance exagérée à des différences qui n'ont en somme que peu de valeur.

faisceau staminal. L'insertion une fois effectuée, le réparateur reprend son orientation normale.

Si l'on descend vers la base du cône, on remarque qu'à mesure qu'on se rapproche du pédoncule, la rentrée des faisceaux staminaux et leur mise en rapport avec les réparateurs devient de plus en plus irrégulière. Dans le pédoncule même, au-dessous de l'insertion des dernières étamines, on rencontre de petits cordons libéro-ligneux analogues aux faisceaux staminaux et qui vont s'unir comme ceux-ci aux réparateurs. Mais si l'on suit ces petits faisceaux en montant, on constate qu'ils ne sortent pas de l'axe et s'éteignent librement dans l'écorce. Il est probable que ces faisceaux correspondent à des étamines rudimentaires avortées.

On trouve également, au niveau du pédoncule, un certain nombre de faisceaux grêles disposés à l'intérieur de la couronne réparatrice (Fig. 6). Ces faisceaux intérieurs ont une orientation très variable ; vers le bas ils s'unissent latéralement aux réparateurs et vers le haut s'éteignent en pointe libre à la périphérie de la moelle.

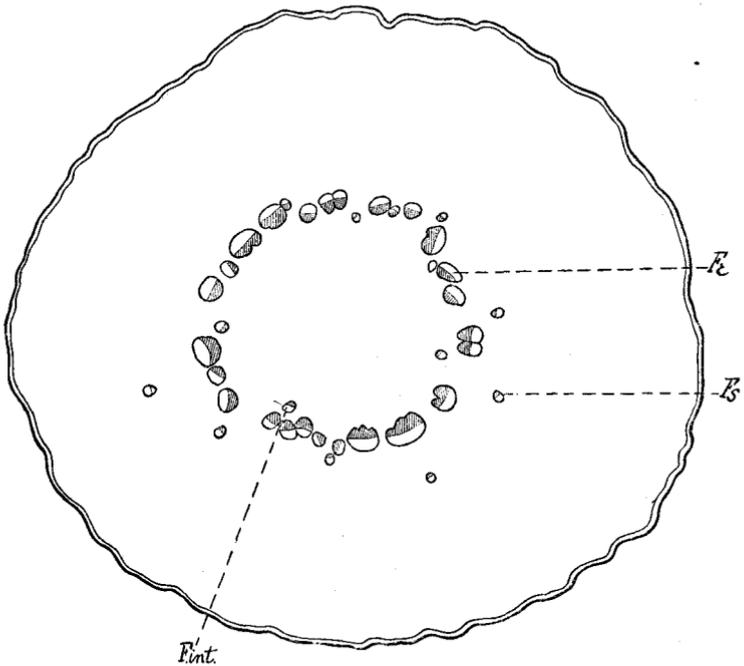


FIG. 6. — Pédoncule floral de *Ceratozamia mexicana*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$. *Fint*, faisceau intérieur.

ÉTAMINE.

Section transversale moyenne. — L'étamine offre une section transversale moyenne aplatie, dont l'épaisseur va en se réduisant vers les bords (Pl. II, fig. 5).

L'épiderme externe (1) et l'épiderme interne sont formés de cellules isodiamétriques bombées, légèrement épaissies sur leur face libre et sur leurs faces latérales. A la maturité, ces cellules sont remplies de tannin. L'épiderme externe porte de nombreux poils bicellulaires, identiques à ceux du pédoncule. Ces poils sont localisés à la base des groupes de sacs polliniques. L'épiderme interne est complètement dépourvu de poils. Les deux épidermes offrent quelques stomates disposés sans ordre.

Le tissu fondamental n'est pas différencié sur les deux faces de l'étamine. Il est constitué comme celui de l'axe, à cette différence près qu'on ne trouve, sur toute l'étendue de l'étamine, comme éléments de soutien, que de grosses fibres sclérifiées à tannin. Ces fibres forment, au voisinage de chaque épiderme, un revêtement hypodermique discontinu.

Les glandes gomme-résinifères, très nombreuses, de dimensions variables, sont distribuées dans toute l'épaisseur du parenchyme. Les plus volumineuses de ces glandes sont localisées dans la région moyenne de l'étamine où elles forment deux arcs irréguliers, l'un antérieur et l'autre postérieur, par rapport à l'arc principal de faisceaux. Sur les bords, elles alternent à peu près régulièrement avec les faisceaux (Pl. II, fig. 5).

A mesure que l'étamine avance en âge, les cellules du tissu fondamental deviennent pour la plupart le siège d'une sécrétion de tannin ou d'oxalate de chaux. Cette transformation s'effectue, comme pour l'axe floral, de la surface de l'organe vers l'intérieur; elle intéresse simultanément les deux faces de l'étamine, à l'exception toutefois des régions de la face inférieure qui correspondent à l'insertion des sacs polliniques. En ces points, en effet, les cellules

(1) A moins d'indication contraire, nous supposons toujours l'étamine redressée le long de l'axe qui la porte et vue du centre de cet axe. La face *interne* ou *antérieure* de l'étamine correspond donc à sa face *supérieure* ou *ventrale* et sa face *externe* ou *postérieure* à sa face *inférieure* ou *dorsale*.

conservent plus longtemps qu'ailleurs les caractères d'un tissu jeune et présentent des cloisonnements plus nombreux.

L'appareil libéro-ligneux comprend dix à quinze faisceaux, nettement séparés les uns des autres, distribués suivant deux arcs d'importance très inégale.

L'arc principal, avec huit à dix faisceaux, s'étend sur toute la largeur de l'étamine, à peu près à égale distance des deux faces, sauf au voisinage de la ligne de symétrie où cet arc se rapproche légèrement de la face supérieure. Les faisceaux diminuent de volume du milieu vers les bords; toutefois il n'existe pas de faisceau médian différencié des faisceaux voisins.

Le second arc est postérieur par rapport au premier. Il comprend deux à cinq faisceaux grêles localisés vers la face inférieure de l'étamine et dans sa partie moyenne.

Tous ces faisceaux présentent la même structure que ceux de l'axe, mais avec un moindre développement des productions secondaires (Fig. 7). Les faisceaux les plus volumineux sont généralement ac-

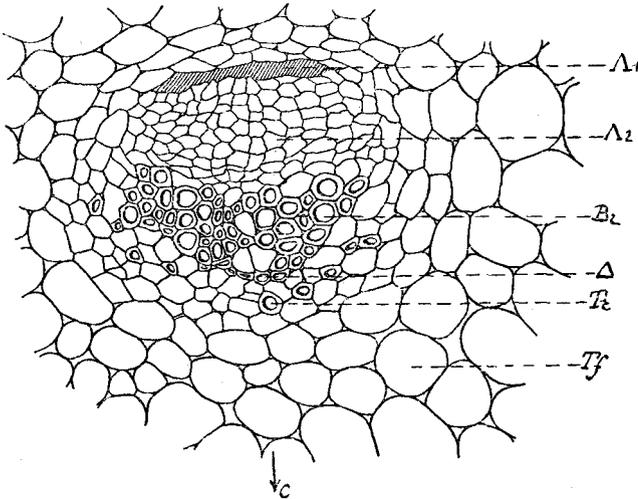


FIG. 7. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de l'un des faisceaux principaux de l'arc antérieur. Gr. $\frac{290}{1}$.

compagnés de trachéides annexes dont le nombre ne dépasse pas d'ordinaire deux ou trois, mais peut s'élever quelquefois jusqu'à dix.

Les faisceaux de l'arc principal sont normale-

ment orientés par rapport au centre de l'axe; au contraire les faisceaux de l'arc postérieur tournent leur bois vers la face inférieure de l'étamine et leur liber vers la face supérieure, c'est-à-dire vers

le liber des faisceaux principaux (Pl. II, fig. 11). Nous verrons bientôt, en examinant le parcours des faisceaux, la cause de cette différence d'orientation.

Indépendamment des deux arcs de faisceaux dont il vient d'être question, on rencontre, au voisinage de la face inférieure, un certain nombre de petits cordons vasculaires qui se rendent des faisceaux de l'un ou de l'autre arc vers les groupes de sacs polliniques (Pl. II, fig. 5, *Fsp*).

Variations de structure dans l'étendue de l'étamine. — En passant de la région fertile dans l'écusson, on relève des modifications assez importantes dans la structure de l'épiderme et du parenchyme.

Toute la portion renflée de l'écusson est couverte de poils bicellulaires dont la cellule terminale tannifère affecte une forme globuleuse sensiblement différente de la forme allongée des poils de la région fertile (Pl. II, fig. 7). Sur les pointes qui terminent l'écusson, l'épiderme est complètement dépourvu de poils et de stomates; ses éléments se montrent fortement épaissis sur toutes leurs faces.

Les fibres sclérifiées du tissu fondamental font défaut dans la portion basilaire de l'étamine. Elles apparaissent à peu près au tiers de la région fertile et deviennent de plus en plus abondantes en approchant du sommet de l'étamine. Dans les cornes mêmes, les fibres sont beaucoup plus nombreuses que les éléments à parois minces (Pl. II, fig. 6).

Parcours des faisceaux. — L'étamine présente, au niveau de son insertion sur l'axe, deux faisceaux de même valeur (*Fg* et *Fd*, Pl. II, fig. 8) disposés symétriquement de part et d'autre du plan médian de l'étamine.

En pénétrant dans l'étamine, ces deux faisceaux s'écartent rapidement l'un de l'autre et en même temps se divisent plusieurs fois radialement, en donnant trois à cinq branches égales qui se disposent suivant un arc à convexité supérieure (Pl. II, fig. 9).

Un peu plus haut, les deux faisceaux situés aux extrémités de l'arc (*F'g* et *F'd*, Pl. II, fig. 10) émettent chacun une branche latérale. Les deux faisceaux ainsi formés (*Fpg* et *Fpd*) se dirigent vers la face inférieure de l'étamine et en même temps se rapprochent l'un de l'autre en tournant sur eux-mêmes. Ils arrivent ainsi à se

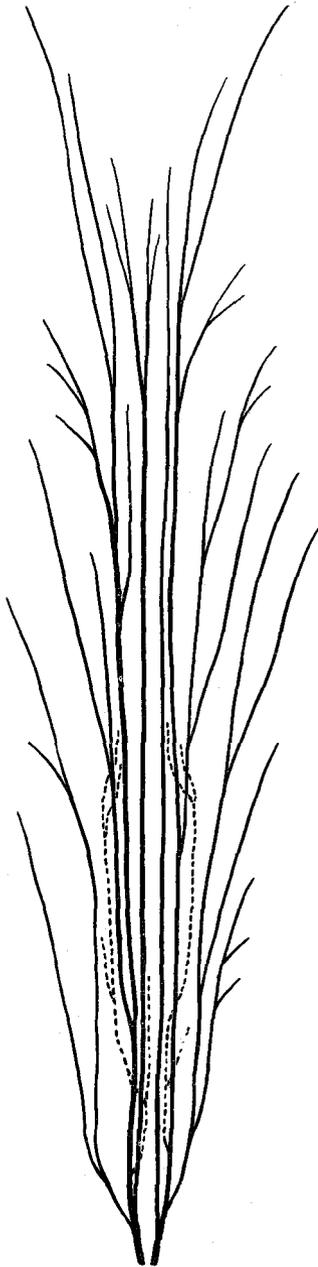


FIG. 8. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. Diagramme du parcours des faisceaux. Les traits pleins correspondent aux faisceaux de l'arc antérieur ; les lignes pointillées, à ceux de l'arc postérieur.

trouver orientés inversement par rapport aux faisceaux précédents. Les faisceaux *Fpg* et *Fpd* constituent l'arc vasculaire postérieur. Suivant les cas, ils restent simples ou bien se partagent chacun en un très petit nombre de lobes (Pl. II, fig. 11).

Les faisceaux *F1g* et *F1d* continuent à se diviser ; ils fournissent vers la droite et vers la gauche de nouveaux faisceaux qui conservent leur orientation normale et se placent de chaque côté dans le prolongement de l'arc primitif (Pl. II, fig. 11).

Ces diverses modifications s'effectuent dans le court espace qui correspond à la longueur du pédicelle. Dès leur entrée dans la région fertile, les faisceaux offrent la disposition qu'ils conserveront jusqu'au sommet de l'étamine.

Les faisceaux latéraux de l'arc principal et les faisceaux postérieurs fournissent des branches vasculaires aux sacs polliniques. Chaque groupe de sacs reçoit un seul rameau composé d'un petit nombre de trachées et d'éléments libériens sans ponctuations. Ce rameau naît sur le côté d'un faisceau, par division radiale ; il se renfle légèrement à son extrémité et se termine dans le parenchyme qui constitue la base commune des sacs polliniques du même groupe (Pl. II, fig. 12). A mesure que les faisceaux latéraux s'épuisent, ils sont remplacés par d'autres, émanant des

faisceaux *F1g* et *F1d*. Quant aux faisceaux postérieurs, ils s'éteignent très rapidement et ne sont pas remplacés.

Les faisceaux médians de l'arc principal, c'est-à-dire ceux qui sont compris entre F1g et F1d (Pl. II, fig. 11) n'ont aucun rapport avec les sacs. Arrivés dans l'écusson ils se partagent en un nombre variable de branches qui s'éteignent successivement en pointe libre au sein du parenchyme. Chaque pointe de l'étamine reçoit un seul faisceau.

Déformations et conorescence des étamines. — Quand on examine de près la surface d'un cône mâle de *Ceratozamia*, on rencontre très généralement, à côté d'étamines normalement développées, d'autres étamines plus ou moins profondément modifiées dans leur forme.

Ces déformations sont dues aux pressions que les étamines exercent les unes sur les autres, par suite de déplacements qui ont pour effet de rapprocher les uns des autres les points d'insertion de certaines de ces étamines (1).

Comme les pressions s'exercent principalement dans le sens latéral, les étamines qui les subissent se montrent habituellement plus épaisses et plus étroites que les étamines normales. Leur région inférieure fertile se développe beaucoup, en prenant une forme bombée, et se partage en deux faces juxtaposées, qui se coupent suivant un angle variable. Lorsque la pression est considérable, celle de ces faces, qui se trouve en contact avec la face correspondante d'une étamine voisine, demeure stérile, de sorte que chaque étamine ne porte de sacs polliniques que sur une moitié de sa face inférieure.

Enfin il peut arriver, si les points d'insertion sont suffisamment rapprochés, que deux ou plusieurs étamines voisines soient frappées de conorescence et se développent en une pièce unique.

On trouve des exemples de déformation et de conorescence des étamines à tous les niveaux du cône, mais surtout : 1°, au sommet, ce qui s'explique par la brusque réduction du diamètre en cet endroit ; 2°, dans les régions qui correspondent aux changements de disposition dans l'ordre des étamines.

(1) On peut s'en rendre compte aisément en tranchant les étamines vers leur base et en examinant la disposition des cicatrices qui restent sur l'axe.

Un échantillon de fleur mâle de *Ceratozamia*, recueilli au Jardin botanique de Lille, nous a fourni un bel exemple de ce second cas.

Ce cône a été coupé au moment où il arrivait à maturité; il présente des dimensions moyennes (longueur totale 44 cent.; longueur de la portion fertile 37 cent.; diamètre moyen 5 cent.).

Les étamines offrent la série des dispositions suivantes, de la base au sommet du cône :

1° Verticillation par 11.

2° Disposition hélicoïde suivant $\frac{2}{21}$ à gauche.

3° Verticillation par 10.

4° Disposition hélicoïde suivant $\frac{2}{19}$ à gauche.

5° Verticillation par 9.

6° Disposition hélicoïde suivant $\frac{2}{17}$ à gauche.

7° Verticillation par 8.

8° Disposition hélicoïde suivant $\frac{2}{15}$ à gauche.

Examinons la région de passage de la disposition verticillée par 10 à la disposition hélicoïde $\frac{2}{19}$.

Nous trouvons d'abord, au niveau de la verticillation par 10, des étamines normalement développées et distribuées très régulièrement de manière à dessiner dix hélices secondaires dextres et dix hélices senestres, également inclinées les unes sur les autres.

Un peu plus haut, nous remarquons que deux hélices dextres contiguës commencent à se rapprocher l'une de l'autre, tandis que les huit autres hélices de même sens continuent à s'élever sans changement. En même temps que ces deux hélices se rapprochent, les étamines, qui composent chacune d'elles, diminuent peu à peu de volume en offrant les déformations caractéristiques dont nous avons parlé plus haut. Il en résulte que si nous considérons les verticilles successifs, en montant, à partir du début des déformations, nous trouvons à chaque niveau huit étamines normales et deux étamines anormales dont la forme diffère de plus en plus de celle des étamines normales. Les modifications se succèdent dans l'ordre suivant :

Au niveau des 1^{re} et 2^e verticilles : les deux étamines anormales sont un peu moins larges que les étamines voisines.

Au niveau des 3° et 4° verticilles : la réduction de largeur des deux étamines anormales s'accroît, en même temps que leur épaisseur augmente.

Au niveau du 4° verticille : la face inférieure de chaque étamine anormale offre une crête saillante médiane partageant cette face en deux autres faces secondaires qui se coupent suivant un angle très ouvert.

Au niveau du 5° verticille : les deux faces inférieures secondaires se coupent suivant un angle aigu ; chaque étamine anormale a la forme d'un coin à section triangulaire.

Au niveau du 6° verticille : les deux faces secondaires en contact, qui représentent chacune une moitié de la surface pollinifère d'une étamine ordinaire, demeurent stériles. A ce moment, l'ensemble, formé par les deux étamines anormales juxtaposées, figure assez bien une étamine large, unique, qui aurait été fendue selon sa ligne médiane (Pl. I, fig. 3, A.).

Au niveau du 7° verticille : à la place de deux étamines juxtaposées, nous trouvons une seule pièce qui résulte de la coalescence de deux étamines anormales suivant les faces en contact. La coalescence ne porte que sur la région fertile ; les deux écussons restent complètement séparés (Pl. I, fig. 3, B et C.).

Cette *étamine double* est le point de départ d'une nouvelle hélice dextre qui s'élève dans le prolongement des deux hélices précédentes et qui semble par suite résulter de la fusion de ces deux hélices en une seule. A partir de ce niveau il n'y a donc plus que neuf hélices dextres, tandis que le nombre des hélices senestres n'a pas changé. La disposition isolée $\frac{2}{19}$ se trouve ainsi réalisée.

Si nous suivons maintenant l'hélice dextre qui part de l'étamine double, nous trouvons une série de formes qui nous ramène insensiblement aux étamines ordinaires.

Ainsi la première étamine double porte deux écussons également développés et distincts sur toute leur hauteur.

Sur la pièce qui vient ensuite, les deux écussons sont partiellement coalescents ; les deux pointes intérieures se montrent sensiblement réduites relativement aux deux pointes extérieures.

La coalescence est poussée plus loin encore sur la pièce suivante. Cependant il n'y a pas à hésiter sur la valeur de cette pièce car l'écusson, en apparence unique, porte en son milieu une saillie qui

correspond évidemment à la réunion des pointes voisines de deux écussons soudés latéralement (Pl. I. fig. 3, D.).

Enfin la quatrième pièce et les pièces suivantes ne diffèrent en rien des étamines ordinaires et ne présentent aucun caractère qui permette de leur attribuer une origine double. Il n'y a donc pas de raison de refuser à ces pièces la valeur d'étamines normales.

Les mêmes faits se rencontrent au passage de la disposition $\frac{2}{19}$ à la verticillation par 9, puis à la disposition $\frac{2}{17}$ et ainsi de suite. La transformation des étamines peut se faire d'une manière plus ou moins régulière et aussi plus ou moins rapide. Ce sont là des différences sans importance.

Nous nous contenterons de dire un mot des variations de structure qui correspondent aux différences de formes des étamines. Ces variations portent uniquement sur la disposition des faisceaux.

Étamines réduites. — Les faisceaux sont relativement peu nombreux. Les diverses branches libéro-ligneuses appartenant à chaque étamine s'unissent en un seul faisceau dans l'étamine même et non dans la région corticale de l'axe, comme c'est le cas général. On peut donc dire, inversement, ce qui revient au même, que chaque étamine anormale reçoit de l'axe un seul faisceau qui reste indivis jusqu'à son entrée dans l'étamine. Ce faisceau se met en rapport, dans l'axe, avec un des deux faisceaux réparateurs les plus voisins, suivant le mode qui a été signalé plus haut pour les étamines étroites.

Étamines doubles. — Les faisceaux, très nombreux, sont distribués comme dans une étamine ordinaire, avec cette différence que, dans la région stérile, ils forment deux systèmes plus ou moins distincts selon que les deux écussons sont eux-mêmes séparés d'une façon plus ou moins complète. A la base de l'étamine double, ces faisceaux se réunissent en deux masses libéro-ligneuses qui vont se jeter sur les deux faisceaux réparateurs les plus proches, suivant le mode signalé pour les étamines larges.

SAC POLLINIQUE.

La paroi du sac pollinique mûr (Pl. III, fig. 1, 2, 3) est constituée en majeure partie par une assise épidermique en prolongement direct avec l'épiderme de l'étamine. A sa face interne, cette assise épidermique est revêtue d'une couche de cellules à contenu granuleux et

à parois minces, aplaties, représentant les restes du tissu compris entre la masse pollinique et l'épiderme. Les parois de ces cellules sont écrasées, mais non détruites ; on les met facilement en évidence par un séjour prolongé dans la glycérine.

Les cellules épidermiques sont disposées en files parallèles qui partent de la base du sac pour aboutir à la crête apicale. Dans la région moyenne du sac les cellules se montrent extrêmement allongées et terminées à leurs deux extrémités par des cloisons très obliques ; leurs parois radiales sont fortement et uniformément épaissies, à l'exception de régions très restreintes où la membrane restée mince présente des pores étroits et profonds. Ces pores ne se correspondent pas d'une cellule à la cellule voisine. L'épiderme porte des poils articulés peu nombreux qui disparaissent vers le tiers de la hauteur du sac. — En approchant du sommet du sac les cellules épidermiques se raccourcissent progressivement et aboutissent, sur la crête même, à un massif d'éléments isodiamétriques, à parois très épaisses, qui marquent la terminaison supérieure de la ligne de déhiscence (Pl. V, fig. 1). Sur toute la hauteur du sac, cette ligne de déhiscence est indiquée d'avance par une double rangée de cellules épidermiques très étroites.

Si l'on pratique une section transversale du sac pollinique, on voit tout d'abord que la paroi est loin d'offrir partout la même épaisseur. Sur certains points disposés symétriquement, les cellules épidermiques, en forme de coins, sont beaucoup plus hautes que larges, tandis que sur le reste de la paroi elles se montrent sensiblement isodiamétriques. Les régions qui correspondent à la plus grande épaisseur de l'épiderme constituent autant d'arêtes légèrement saillantes à la surface du sac. Il existe deux de ces arêtes qui s'étendent d'une façon continue sur toute la hauteur du sac ; elles sont disposées de chaque côté et à une petite distance de la fente de déhiscence. Nous les appellerons *arêtes antérieures* (*ag* et *ad*, Pl. III, fig. 3) (1). L'épaisseur de la paroi, dans la région postérieure du sac, varie suivant le niveau. Près de l'insertion du sac la paroi postérieure est uniformément mince. Un peu plus haut on voit se dessiner deux arêtes (*arêtes postérieures*) (*pg* et *pd*, même fig.) semblables aux arêtes antérieures et disposées de la même manière. En s'élevant, ces deux arêtes postérieures s'étendent l'une

(1) En considérant comme face antérieure du sac celle qui porte la ligne d'ouverture.

vers l'autre et finissent par se rejoindre. Au sommet du sac toute la partie postérieure de la paroi se trouve constituée par une puissante assise épidermique reliée de chaque côté aux arêtes antérieures par des portions restées minces.

Mécanisme de la déhiscence. — La déhiscence des sacs polliniques s'effectue d'une manière très uniforme chez les divers genres de Cycadées, ce qui nous permettra d'examiner cette question ici une fois pour toutes. Nous n'aurons d'ailleurs que peu de chose à dire, d'abord parce que les procédés d'ouverture des sacs des Cycadées sont à peu près les mêmes que ceux qui ont été signalés chez les Angiospermes (1), et aussi parce que ce sujet spécial a été traité avec suffisamment de détails, d'abord par M. H. SCHINZ (2) et plus récemment par M. J. SCHRODT (3).

Les deux auteurs que nous venons de nommer s'accordent sur la cause principale de la déhiscence. A la maturité du sac, sa paroi se contracte par l'effet de la dessiccation des membranes cellulaires. La face externe de la paroi se raccourcit plus que sa face interne ; il en résulte une traction qui s'exerce surtout dans le sens tangentiel et qui finit par provoquer la rupture de la paroi suivant la ligne de faible résistance représentée par la double file de petites cellules. La fente ainsi produite s'élargit de plus en plus à mesure que la contraction augmente.

Ceci posé, voyons rapidement l'explication que chacun des auteurs a donné des détails du phénomène.

M. H. SCHINZ distingue, chez les Cycadées, deux types de structure de la paroi du sac pollinique, selon que les masses d'épaississement

(1) Voir notamment : LECLERC DU SABLON (*Structure et déhiscence des anthères*, Ann. des Sc. nat. 7^e série, I, 1885). Dans ce Mémoire il n'est pas donné de description spéciale du sac pollinique des Cycadées. On lit seulement : « *Les étamines des Gymnospermes portent un nombre variable de sacs polliniques, dont la structure, tout à fait comparable à celle d'une loge d'Angiosperme, chez l'If, se modifie peu à peu, jusqu'à ressembler tout à fait chez les Cycadées, à un sporange de fougère* ». Il est probable que, dans ce passage, M. LECLERC DU SABLON a voulu faire allusion aux formes de Filicinées, telles que les Marattiées ou les Ophioglossées, chez lesquelles le sporange est dépourvu d'anneau. Rien, en effet, dans le sac pollinique des Cycadées, ne rappelle la structure si particulière du sporange des vraies fougères.

(2) H. SCHINZ. *Untersuchungen über den Mechanismus des Aufspringens der Sporangien und Pollensacke*. Zurich, 1883.

(3) J. SCHRODT. *Beiträge zur Oeffnungs-Mechanik der Cycadeen-Antheren* (Flora, 1888, n^{os} 28 et 29).

sont localisées dans la portion interne des cellules épidermiques (type *Stangeria*) ou, au contraire, dans la partie externe de ces cellules (type *Encephalartos*).

A ces deux types correspondraient, suivant M. SCHINZ, deux modes de déhiscence différents :

Dans le premier cas (type *Stangeria*), les masses d'épaississement de chaque cellule, en se contractant, agiraient sur les cloisons radiales qu'elles forceraient à tourner autour de leur point d'attache avec la cloison interne et à se rapprocher l'une de l'autre vers leur région externe. La membrane superficielle jouerait un rôle passif ; elle céderait simplement à la pression des cloisons radiales.

Chez les formes du type *Encephalartos*, la contraction des masses d'épaississement agirait en sens inverse, c'est-à-dire que les cloisons radiales tendraient à se rapprocher l'une de l'autre vers l'intérieur. Mais ce mouvement se trouverait empêché par la résistance de l'assise cellulaire sous-épidermique qui maintiendrait l'écartement de la face interne des cellules de l'épiderme, de sorte que finalement, dans ce cas comme dans le précédent, la paroi du sac se raccourcirait plus sur sa face externe que sur sa face interne.

M. SCHRODT n'admet pas la distinction proposée par M. SCHINZ et pense au contraire que le mécanisme de la déhiscence est identique chez toutes les Cycadées. Pour M. SCHRODT, la cause de la courbure de la paroi réside dans l'inégalité de constitution des membranes des cellules épidermiques. Ces membranes offrent en effet deux zones distinctes : l'une *extérieure*, formée de cellulose pure, l'autre *intérieure*, formée de cellulose lignifiée. De la position relative de ces deux zones, M. SCHRODT conclut que l'assise épidermique doit toujours se courber vers l'extérieur, et cela, quel que soit le mode de localisation des couches d'épaississement. Quant aux assises sous-épidermiques, elles joueraient un rôle purement passif ; M. SCHRODT en donne pour preuve ce fait, que l'épiderme, isolé du reste de la paroi, se comporte exactement comme la paroi entière.

Un fait certain résulte des observations des auteurs : c'est que l'ouverture des sacs polliniques est due à la contraction des membranes cellulaires. Ce premier point admis, laissons pour un moment de côté la question particulière de la déhiscence et examinons rapidement le phénomène général de la contraction des membranes.

Nous avons à distinguer d'une part, la *contraction proprement dite*, c'est-à-dire le retrait provoqué par la dessiccation, et d'autre part, le *mouvement de courbure* qui se produit dans la plupart des cas et qui résulte, comme on sait, du raccourcissement inégal des diverses régions de la membrane.

Pour observer *directement* la contraction proprement dite, nous avons soumis à des alternatives d'hydratation et de dessiccation des portions de membrane de constitution déterminée et autant que possible homogène, en mesurant chaque fois l'allongement ou le raccourcissement produits. Ces observations, répétées sur un grand nombre d'échantillons, nous ont permis de reconnaître les faits suivants :

1° Les membranes formées de *cellulose pure* sont celles qui se contractent le plus par dessiccation ; en outre le retrait est d'autant plus fort que la quantité d'eau contenue dans la membrane est plus considérable.

2° Les membranes formées de *cellulose lignifiée* se contractent moins que les membranes purement cellulosiques.

3° Les membranes formées de *cellulose cutinisée ou subérifiée* se contractent moins encore que les précédentes. Le retrait devient presque nul quand la cellulose est complètement transformée en cutine (cuticule) ou en subérine (vieux liège).

Connaissant la faculté relative de contraction de la cellulose pure et de ses principales modifications, nous pouvons, à l'examen d'une membrane donnée — ou, ce qui revient au même, d'un ensemble de membranes adhérentes entre elles — déterminer à l'avance le sens de la courbure qui résultera de la dessiccation. Nous nous bornerons ici à examiner un petit nombre d'exemples relativement simples :

1° *Membranes formées en partie de cellulose pure et en partie de cellulose cutinisée.* — Nous observons ce dispositif sur la plupart des épidermes. La cuticule et les couches cuticulaires, qui représentent la zone la moins contractile de la membrane, occupent la face externe des cellules épidermiques. Par suite, si l'on isole un épiderme et que l'on provoque sa dessiccation, on doit s'attendre à le voir se courber *vers sa face interne*. C'est en effet ce qui se produit, toutes les fois du moins que la cloison interne des éléments épidermiques demeure à l'état de cellulose pure.

2° *Membranes formées à la fois de cellulose pure, de cellulose cutinisée et de cellulose lignifiée.* — Chez un grand nombre de feuilles, comme l'on sait, l'épiderme se montre revêtu intérieurement d'une assise continue d'éléments lignifiés. Prenons une de ces feuilles et détachons l'épiderme de manière à enlever en même temps l'hypoderme sous-jacent (1), nous aurons un système de membranes répondant à la condition indiquée. On peut, en effet, considérer cet ensemble de membranes comme une membrane unique différenciée en trois zones, savoir : une zone externe *cutinisée* (cuticule et couches cuticulaires); une zone moyenne purement *cellulosique* (région profonde de l'épiderme) et une zone interne *lignifiée* (hypoderme). Si nous soumettons un pareil système à la dessiccation, nous voyons que la courbure se produit tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant l'épaisseur de la couche cutinisée.

Quand cette couche est très développée, la courbure se fait *vers l'intérieur*, ce qui ne doit aucunement nous surprendre, puisque nous savons que la cellulose cutinisée se contracte moins que la cellulose pure ou lignifiée. C'est le cas d'un très grand nombre de feuilles; nous l'avons observé notamment chez toutes les Cycadées.

Quand, au contraire, la zone cutinisée est réduite relativement aux deux autres, il y a courbure *vers l'extérieur*. C'est qu'ici intervient une autre propriété de la membrane, qui est l'élasticité. On sait en effet que, d'une manière générale, les membranes cutinisées se montrent éminemment *élastiques*, tandis que les membranes lignifiées sont caractérisées par leur *rigidité*. Dans le cas actuel, comme dans le précédent, la zone cutinisée se contracte en valeur absolue, moins que la zone lignifiée, mais, par suite de sa faible épaisseur et de sa grande élasticité, elle résiste moins énergiquement que cette dernière à l'effort exercé par la zone moyenne qui est la plus contractile. Il y a, en quelque sorte, suppression de la zone de résistance externe, d'où courbure vers cette face. Ce qui montre bien d'ailleurs qu'ici le sens de la courbure ne résulte pas de la contraction propre des membranes cutinisées, c'est que ces membranes conservent leur forme convexe, même après dessiccation.

(1) Cette préparation se réussit assez facilement, surtout si l'on a soin d'opérer sur des feuilles préalablement desséchées.

Le meilleur exemple que nous puissions citer de cette dernière manière d'être, nous est fournie par diverses Broméliacées. Dans les genres *Pholidophyllum* (1) et *Ananassa* notamment, l'épiderme foliaire offre ce caractère très remarquable que les membranes sont surtout épaissies sur la face interne des cellules, de sorte que les portions purement cellulosiques l'emportent de beaucoup en épaisseur sur les portions cutinisées. Au-dessous de l'épiderme se trouvent un ou plusieurs rangs de fibres lignifiées. Si l'on enlève à la surface de la feuille, comme il a été dit plus haut, une lame de tissu comprenant à la fois l'assise épidermique et l'hypoderme sous-jacent, on constate que cette lame, en se desséchant, se courbe toujours vers l'extérieur.

Enfin il peut arriver que les trois zones de la membrane — c'est-à-dire la couche cutinisée, la couche lignifiée et la couche de cellulose pure — au lieu d'être réparties sur plusieurs assises cellulaires distinctes, comme dans les exemples précédents, se trouvent réunies sur une seule et même assise. Il suffit, pour cela, que des cellules épidermiques lignifient en partie leur cloison interne. Ce fait se produit rarement sur les organes végétatifs; pourtant nous l'avons observé d'une façon très nette dans la feuille du *Torreya myristica* Hook. Ici l'épiderme offre des membranes d'épaisseur à peu près uniforme. La portion cutinisée de la cloison externe de chaque cellule est peu développée; quant à la cloison interne, elle se montre différenciée en deux zones: l'une, purement cellulosique, qui borde la cavité cellulaire; l'autre, lignifiée, en contact avec les éléments sous-jacents. Cet épiderme, isolé et soumis à la dessiccation, se courbe vers l'extérieur ainsi qu'on peut le prévoir.

Ces faits généraux étant connus, il est facile de se rendre compte du mécanisme de la déhiscence chez les Cycadées.

Nous prendrons comme exemple le *Ceratozamia mexicana*.

Le sac pollinique, considéré d'abord à l'état jeune, présente une paroi formée d'un épiderme et de six à huit rangées de cellules de tissu fondamental. A ce moment, l'épiderme du sac ne diffère pas de celui du reste de l'étamine, non plus que de l'épiderme des feuilles jeunes. Ses membranes sont formées de cellulose pure, sauf dans leur région superficielle où elles sont différenciées en une mince cuticule et en

(1) V. DE BARY. *Vergleichende Anatomie*.

couches cuticulaires également peu épaisses. Tout le tissu fondamental est purement cellulosique. Si l'on provoque la dessiccation de la paroi à cet état, les parties cutinisées jouent le rôle de zone de résistance et la paroi se courbe *vers l'intérieur*. A mesure que la masse pollinique se développe, la paroi du sac s'amincit par suite de l'écrasement des éléments du tissu fondamental. Toutefois le sens de la courbure ne change pas, tant que la membrane interne des cellules épidermiques demeure à l'état de cellulose pure. Finalement cette membrane s'épaissit et se charge de lignine (1); le sac pollinique se trouve alors arrivé à complète maturité.

La figure 9 ci-contre représente, en coupe transversale, la paroi d'un sac pollinique *mûr* de *Ceratozamia mexicana*, telle qu'elle se présente sous l'action des divers réactifs de la membrane. La cuticule (*Cu*) et les couches cuticulaires (*Ccu*) restent à peu près ce qu'elles étaient sur le sac jeune et forment une mince lame à la surface de l'épiderme. D'autre part, la région moyenne des cloisons latérales et la région profonde des

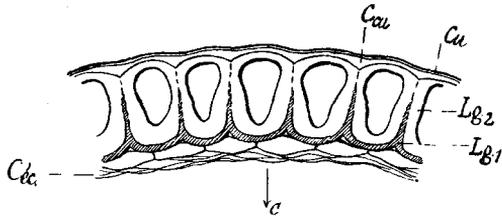


FIG. 9. — Sac pollinique de *Ceratozamia mexicana*.
Section transversale de la paroi montrant la structure de l'épiderme. Gr. $\frac{200}{1}$
Cu, cuticule; *Ccu*, couches cuticulaires; *Lg*¹, zone fortement lignifiée; *Lg*², zone faiblement lignifiée et seulement dans sa portion externe; *Céc*, couche de cellules écrasées.

cloisons internes se montrent fortement chargées de lignine. Sur la coupe, ces parties lignifiées affectent la forme d'arcs ouverts vers l'extérieur (Même fig., *Lg*₁). Enfin le reste de la membrane, correspondant aux masses d'épaississement des auteurs, n'offrent que de très légères traces de lignification qui disparaissent vers l'intérieur de chaque cellules (*Lg*₂).

Ainsi nous retrouvons dans l'épiderme du sac mûr les trois zones dont il a été question plus haut. Sous l'influence de la dessiccation la zone moyenne de la membrane, représentée par les portions les

(1) La lignification de l'épiderme coïncide à peu près avec l'apparition des cellules stériles à l'intérieur des grains de pollen.

moins chargées de lignine, se contracte fortement en entraînant avec elle la zone externe (cuticule et couches cuticulaires). La zone interne lignifiée constitue ici la couche de résistance principale, absolument comme dans l'exemple des Broméliacées et du *Torreya*. de sorte que, finalement, la paroi du sac tend à se renverser *vers l'extérieur*.

Toutefois il est à remarquer que ce mouvement de renversement ne se produit en réalité que sur les régions minces de la paroi, c'est-à-dire là où les cellules de l'épiderme sont sensiblement isodiamétriques (Pl. III, fig. 1). Au niveau des arêtes, au contraire, la paroi, tout en se raccourcissant considérablement sur sa face externe, conserve sa courbure primitive, ce qui s'explique aisément, étant donnée la forme *en coin* des cellules de cette région. La présence des arêtes d'épaississement a donc pour effet d'empêcher la paroi de s'enrouler extérieurement, après qu'elle s'est rompue sous l'effort de la contraction superficielle; par suite le sac, complètement ouvert, prend la forme d'un cornet, ainsi qu'il a été dit précédemment. Si l'on examine de très près la surface d'un sac, à ce moment, on remarque que cette surface est devenue *concave* au niveau des régions minces de la paroi, tandis qu'elle est restée *convexe* le long des arêtes d'épaississement.

La structure du sac pollinique chez *Dioon*, *Zamia*, *Stangeria* et *Cycas* est exactement la même que chez *Ceratozamia*.

Chez *Encephalartos* et *Macrozamia*, par contre, nous avons à relever quelques particularités. Ainsi, la membrane des cellules épidermiques s'épaissit surtout dans sa région superficielle, comme l'a observé M. SCHINZ. D'autre part la cuticule et les couches cuticulaires se montrent un peu plus développées que chez les autres Cycadées. Enfin l'assise sous-épidermique persiste d'ordinaire sur le sac mûr; dans certaines espèces, les cellules de cette assise épaississent et lignifient leurs membranes de manière à constituer un hypoderme continu (Pl. VIII, fig. 12 et 13).

Malgré ces légères différences, la contraction de la paroi s'effectue absolument comme dans le cas du *Ceratozamia*. Si l'on provoque la dessiccation de l'épiderme isolé, on constate qu'il tend à se courber vers l'extérieur, ce qui montre qu'ici encore la zone de résistance interne (lignifiée) l'emporte sur la zone de résistance externe (cutinisée). En opérant de même sur la paroi entière, on constate que la courbure se produit dans le même sens et en outre

qu'elle est beaucoup plus forte que dans le cas de l'épiderme isolé, parce qu'alors la zone de résistance interne se trouve renforcée par la présence des fibres hypodermiques.

En résumé, chez les Cycadées, l'épiderme qui constitue la couche *élastique* de la paroi du sac pollinique mûr ne diffère de l'épiderme *protecteur* des organes végétatifs que par la réduction de sa région superficielle cutinisée et par la lignification de sa région profonde. Ces légères modifications suffisent pour changer le sens de la contraction et provoquer par là l'ouverture du sac.

Ceratozamia Miqueliana H. WENDL.

Le cône mâle de *Ceratozamia Miqueliana* diffère surtout de celui de *C. mexicana* par la forme des étamines. Bien que ces différences soient d'importance minime, elles suffisent pour permettre de distinguer immédiatement les fleurs mâles de ces deux espèces.

L'étamine de *C. Miqueliana*, comparée à celle de *C. Mexicana*, présente les particularités suivantes :

Le pédicelle est sensiblement plus développé ;

La division de la face inférieure en deux aires fertiles contiguës est beaucoup plus nette. En enlevant les sacs polliniques, on voit que ces deux aires ne se confondent que sur une région très restreinte au milieu de l'étamine.

L'écusson offre une épaisseur plus grande et forme nettement saillie vers le haut et vers le bas, sur le reste de l'étamine. Les deux pointes qui terminent l'écusson chez *C. mexicana* sont à peine représentées ici ; elles se montrent comme deux légères éminences situées de part et d'autre d'une dépression médiane qui occupe le sommet de l'écusson.

Au niveau de l'insertion de l'étamine sur l'axe, on rencontre deux faisceaux contigus, de même valeur. Aussitôt entrés dans le pédicelle, ces deux faisceaux s'écartent en donnant successivement l'un vers l'autre 1, 2, 3... branches libéro-ligneuses, comme chez *Ceratozamia mexicana*. Mais tandis que, chez *C. mexicana*, chacune des branches ainsi émises s'élève dans l'étamine sans contracter de rapports avec les branches voisines, très généralement, chez *C. Miqueliana*, les deux branches nées de la première division des faisceaux primitifs s'unissent latéralement en un seul faisceau



(Pl. II, fig. 13). Il y a donc ici constitution d'un faisceau médian, lequel, d'ailleurs, surpasse à peine en volume les faisceaux voisins. Ce faisceau médian s'élève sans se ramifier jusqu'à la base de l'écusson ; là il se divise de nouveau en deux branches qui se divisent à leur tour, de manière à fournir la majeure partie de l'appareil vasculaire de l'écusson.

Le parcours des autres faisceaux est le même que dans l'étamine du *C. mexicana*.

Ceratozamia sp.

Nous avons rencontré dans une des serres de la Ville de Paris, à La Muette, un spécimen indéterminé de *Ceratozamia* particulièrement intéressant au point de vue de la forme des étamines.

Par suite d'un accident fréquent chez les Cycadées, la plante présentait son sommet partagé en trois têtes distinctes portant chacune une couronne de grandes feuilles. Au milieu de chaque couronne se trouvait un cône mâle.

Ces trois cônes — qu'il nous a été permis de recueillir, grâce à l'obligeance de M. CLERC, directeur de l'Etablissement — se sont développés à peu près simultanément ; ils ont été coupés très peu de temps avant leur complète maturité. Leurs dimensions sont à peu de chose près les mêmes (1) ; elles se montrent un peu inférieures à celles de la majorité des autres cônes de *Ceratozamia* que nous avons rencontrés.

Chaque étamine offre, dans sa région inférieure (pédicelle et partie fertile), les caractères d'une étamine ordinaire de *C. mexicana*. Les différences portent uniquement sur la forme de l'écusson. Les deux pointes sont moins développées que chez *C.*

(1) Voici ces dimensions exactes :

1 ^{er} cône :	Longueur totale.....	30 cent.
	» de la région fertile	23 »
	Diamètre moyen d°	4 »
2 ^e cône :	Longueur totale.....	24 »
	» de la région fertile	19 »
	Diamètre moyen d°	4,5 »
3 ^e cône :	Longueur totale.....	23 »
	» de la région fertile	15 »
	Diamètre moyen d°	4 »

mexicana ; de plus ces pointes présentent une tendance à se rapprocher l'une de l'autre vers le sommet de l'écusson. D'une étamine à une autre ce dispositif se trouve plus ou moins accusé. Nous avons représenté (Pl. I, fig. 4) un certain nombre d'étamines empruntées à un même cône. Comme on le voit par ce tableau, il existe tous les intermédiaires entre les deux formes extrêmes figurées, l'une par l'étamine n° 1 à pointes nettement divergentes et l'autre par l'étamine n° 8 à pointe médiane unique. Les étamines qui répondent à la première forme sont de beaucoup les moins nombreuses ; la plupart offrent les dispositifs représentés par les étamines de la rangée inférieure de notre tableau.

Les mêmes variations dans la disposition de l'écusson se rencontrent également caractérisées sur chacun des trois cônes fournis par la plante en question.

On peut en conclure que la présence de deux pointes divergentes à l'étamine n'est pas absolument constante chez *Ceratozamia*, bien qu'on l'invoque souvent comme caractéristique principale de ce genre. De plus, ainsi qu'on le verra plus loin, le dispositif des étamines à une seule pointe médiane nous conduit directement à la forme de l'étamine de *Dioon*. A ce titre, les cônes recueillis à La Muette nous fournissent un terme de transition intéressant entre ces deux genres.

DIOON Lindley.

Le genre *Dioon* ne comprend qu'une espèce, le *D. edule* Lindley, dont l'appareil mâle offre de grandes analogies avec celui du *Ceratozamia*.

EXTÉRIEUR.

Les dimensions moyenne du cône de *Dioon* arrivé à maturité sont les suivantes :

Longueur totale.....	32 cent.
Longueur de la région fertile....	29 cent.
Diamètre moyen fertile.....	7 cent.

La disposition des étamines est celle que nous avons signalée plus haut chez *Ceratozamia mexicana* ; dans la portion moyenne de la fleur les étamines sont ordinairement verticillées par 12 ou 13.

Chaque étamine a la forme d'un triangle étroit et allongé (Pl. I, fig. 5 et 6) (1). Il n'y a pas de pédicelle distinct ; l'insertion des sacs polliniques s'étend jusqu'au point d'attache de l'étamine sur l'axe. La face supérieure est concave et la face inférieure convexe ; au moment de la maturité l'étamine recourbe fortement ses bords qui viennent se rabattre de chaque côté sur la face supérieure. Les sacs polliniques sont distribués suivant deux larges plages qui restent distinctes sur la plus grande partie de la région fertile et ne se réunissent que vers sa base (Pl. I, fig. 7).

L'écusson représente environ le quart de la longueur totale de l'étamine ; il est relativement peu épais, même à sa base et s'amincit encore davantage vers son sommet. Il se termine en une pointe médiane, acuminée. A la différence de ce qu'on observe chez *Ceratozamia*, où l'écusson est situé dans le prolongement du reste de l'étamine, chez *Dioon* l'écusson présente une courbure très accusée et se montre redressé verticalement à son extrémité. Il en résulte que les étamines se recouvrent partiellement les unes les autres, au lieu d'être complètement à découvert, comme chez *Ceratozamia*.

Les sacs polliniques ont la même forme et les mêmes dimensions que ceux du *Ceratozamia mexicana*. Dans chaque sore, la région d'attache commune aux divers sacs fait légèrement saillie à la surface de l'étamine et constitue un pédicelle qui reste toujours très court.

STRUCTURE.

L'axe floral et l'étamine offrent, d'une façon générale, la même structure que chez *Ceratozamia mexicana*.

Les faisceaux staminaux sont disposés suivant un arc unique (Pl. V, fig. 2). En se rapprochant du sommet de l'étamine ces faisceaux s'éteignent successivement, en commençant par ceux des bords. Les deux faisceaux médians se terminent les derniers, dans la pointe de l'écusson, le plus souvent en se jetant l'un sur l'autre.

Le sac pollinique possède une paroi formée presque exclusivement par une assise épidermique ; tout le tissu contigu à cet épiderme est écrasé à la maturité du sac. Les épaisissements des cellules épidermiques sont disposés comme chez *Ceratozamia* et relativement peu développés.

(1) Longueur : 25 mill. ; largeur maxima : 12 mill.

ZAMIA Linné.

Les cônes mâles des *Zamia* peuvent se développer isolément, comme chez les autres Cycadées ; d'autres fois on les trouve réunis au nombre de deux ou trois sur une même plante, sans qu'il y ait de division apparente du sommet de cette plante. Nous avons trouvé ce dernier cas fréquemment réalisé, notamment sur les petites espèces cultivées au Muséum (*Z. integrifolia*, *Z. ottonis*, *Z. muricata*).

Nous prendrons comme exemple, dans cette description de l'appareil mâle, celui du *Z. integrifolia*.

Zamia integrifolia Aiton.

EXTÉRIEUR.

Le cône mâle de *Z. integrifolia* mesure de 10 à 13 cent. de longueur. Le pédoncule, remarquablement, long représente la moitié de la longueur du cône. Le diamètre moyen de la région fertile est de 2 à 2,5 cent.

Les étamines montrent une tendance à se distribuer en verticilles alternes de sept ou six termes chacun. Le plus ordinairement cette disposition est réalisée dans la partie moyenne du cône, tandis qu'au sommet on trouve la disposition isolée $\frac{2}{11}$ ou $\frac{2}{13}$.

L'étamine s'insère à angle droit sur l'axe. Elle est portée par un long pédicelle cylindrique qui s'élargit à son sommet en une région fertile extrêmement réduite à laquelle faite suite un écusson bien développé (Pl. I, fig. 8). Les sacs polliniques sont localisés sur les bords de l'étamine où ils forment deux plages séparées par toute la largeur du pédicelle. Chaque plage comprend douze à quatorze sacs disposés par groupes de deux ou trois (Pl. III, fig. 4 et 5). Les sacs qui composent chaque sore sont réunis par leurs bases de manière à pouvoir être enlevés de l'étamine sans se séparer les uns des autres (Pl. V, fig. 3).

Les sacs polliniques sont un peu plus petits et plus arrondis que ceux de *Ceratozamia* et de *Dioon* ; ils s'ouvrent comme ceux-ci vers le centre de chaque sore.

L'écusson, court et épais, fait fortement saillie sur le reste de l'étamine, surtout vers le bas, de manière à présenter la forme en tête de clou qui caractérise les étamines dites peltées. Vu de l'extérieur sur une étamine en place, cet écusson montre sept faces irrégulières, soit une face terminale hexagonale et six faces obliques correspondant respectivement à chacun des côtés de la première face. Toute la portion libre de l'écusson est revêtue de poils bruns.

STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 10). — L'épiderme est constitué par de petites cellules isodiamétriques à membrane épaissie et cutinisée (Pl. V,

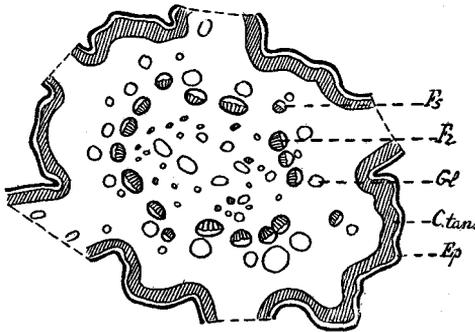


FIG. 10. — *Zamia integrifolia*. — Section transversale moyenne de l'axe floral. Gr. $\frac{13}{1}$. Fr, faisceau réparateur ; Fs, faisceau sortant ; Gl, glande résinifère ; Ctan., couche de cellules à tannin ; Ep, épiderme.

fig. 5). Il n'y a pas de stomates. Sur toute la longueur du pédicelle l'épiderme porte de nombreux poils bicellulaires, articulés, dont la grande cellule terminale se montre ramifiée en un nombre variable de branches irrégulières (Pl. V, fig. 4). Ce dernier caractère permet de distinguer immédiatement les poils de *Zamia* de ceux de *Ceratozamia* ou de *Dioon*.

Les cellules tannifères diffèrent des autres éléments du parenchyme par leur volume beaucoup plus considérable ; elles forment une assise continue au contact de l'épiderme (Pl. V, fig. 5). Des cellules glanduleuses semblables se rencontrent isolément dans l'écorce et dans la moelle, principalement auprès des faisceaux.

Il n'y a pas de sclérites.

Les faisceaux offrent la même structure que chez *Ceratozamia*. Comme dans ce dernier genre, ils peuvent être creusés d'une lacune antérieure ou bien en être dépourvus (Fig. 11). Ils peuvent également être accompagnés d'un petit nombre de trachéides annexes, toutefois ces productions sont relativement rares.

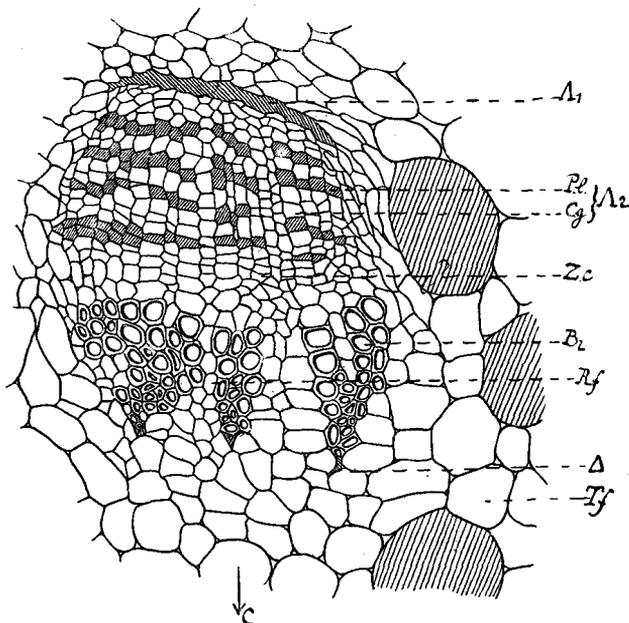


FIG. 11. — Axe floral de *Zamia integrifolia*. Section transversale d'un faisceau réparateur. Gr. $\frac{165}{1}$. Pl, parenchyme libérien; Cg, cellules grillagées; Zc, zone cambiale; Rf, rayon de faisceau.

Parcours des faisceaux (Fig. 12). — Prenons pour exemple le cas où les étamines sont verticillées par sept et suivons la marche des faisceaux en descendant.

L'axe présente quatorze faisceaux réparateurs disposés sur un cercle. Ces réparateurs cheminent en oscillant alternativement vers la droite et vers la gauche de manière à constituer un réseau à mailles en forme de losanges. Si nous numérotions les réparateurs de I à XIV et que nous coupions par une série de plans

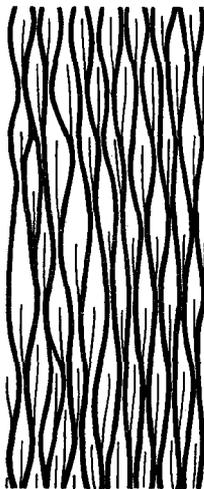


FIG. 12. — Axe floral de *Zamia integrifolia*. Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe d'une fleur à étamines verticillées par sept. La partie inférieure du diagramme montre le passage de la disposition isolée $\frac{2}{15}$ à la verticillation des termes par sept.

transversaux les régions suivant lesquelles s'opèrent les contacts entre faisceaux voisins, nous trouvons à chaque niveau sept contacts alternant régulièrement dans l'ordre suivant :

1^{er} niveau : $\overbrace{I \ \& \ II} \quad \overbrace{III \ \& \ IV} \quad \overbrace{V \ \& \ VI} \dots\dots \overbrace{XIII \ \& \ XIV}.$
 2^e niveau : $\overbrace{II \ \& \ III} \quad \overbrace{IV \ \& \ V} \quad \overbrace{VI \ \& \ VII} \dots\dots \overbrace{XIV \ \& \ I}.$
 3^e niveau : $\overbrace{I \ \& \ II} \quad \overbrace{III \ \& \ IV} \quad \overbrace{V \ \& \ VI} \dots\dots \overbrace{XIII \ \& \ XIV}.$
 et ainsi de suite.

La mise en rapport des faisceaux staminaux avec les réparateurs se fait au niveau des régions de contact de ces derniers. A cet effet les deux (quelquefois trois) branches libéro-ligneuses, provenant d'une même étamine, commencent par se réunir en une seule masse, dans leur parcours à travers l'écorce de l'axe. Ce faisceau staminal unique entre dans la couronne vasculaire de l'axe, en se jetant sur l'un des deux réparateurs les plus proches, tantôt sur celui de droite et tantôt sur celui de gauche, *sans qu'il existe aucune règle fixe à cet égard.*

Étamine (Pl. V , fig. 6). — L'épiderme offre des stomates peu nombreux. On ne trouve pas de poils, non seulement sur le pédicelle, mais même dans la région d'insertion des sacs polliniques, ce qui constitue une exception remarquable relativement aux autres Cycadées. Les poils qui revêtent l'écusson sont analogues à ceux de l'axe.

Les faisceaux sont semblables comme structure à ceux de l'étamine de *Ceratozamia*, mais plus grêles. On trouve fréquemment au voisinage de quelques-uns d'entre eux une ou deux trachéides annexes disposées en avant des premières trachéides.

L'étamine peut présenter ou non un faisceau médian. Dans le premier cas (Fig. 13, A.) on trouve ordinairement trois faisceaux au niveau de l'insertion de l'étamine sur l'axe. De ces trois faisceaux, les deux latéraux s'épuisent en fournissant des branches aux divers groupes de sacs polliniques, à raison d'une branche par groupe. Le faisceau médian demeure sans rapports avec les sacs. En entrant dans l'écusson, il se divise en un certain nombre de cordons grêles qui se terminent vers le sommet de l'étamine.

Dans le second cas (Fig. 13, B) (pas de faisceau médian) l'étamine présente deux faisceaux à sa base. Chacun d'eux commence par se diviser en deux branches; on a ainsi quatre faisceaux qui s'élèvent côte à côte dans le pédicelle. Comme précédemment les deux faisceaux latéraux alimentent les sacs polliniques, tandis que les deux médians fournissent la nervation de l'écusson.

Quelquefois la réunion des divers faisceaux de l'étamine en un seul s'effectue avant leur entrée dans l'axe floral.

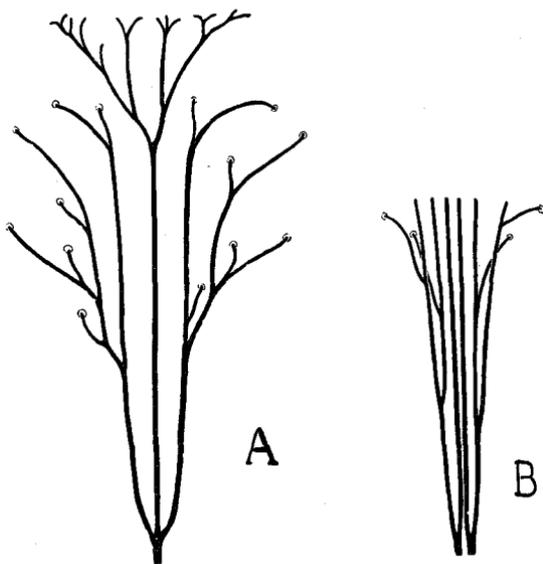


Fig. 13. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'étamine de *Zamia integrifolia*.

- A. — Etamine à un seul faisceau médian; parcours complet.
 B. — Etamine à deux faisceaux médians; parcours des faisceaux jusqu'aux deux tiers environ de la région fertile.

STANGERIA Th. Moore.

Le genre *Stangeria* ne comprend qu'une espèce, le *S. paradoxa* Th. Moore.

Nos recherches ont porté sur deux cônes mâles qui ont été fournis successivement par un même exemplaire de *Stangeria* cultivé au Jardin botanique de Lille.

Le premier de ces cônes s'est développé pendant l'été 1890; il a été coupé un peu avant sa complète maturité.

Le second cône a été recueilli, à peu près au même degré de développement, au mois d'octobre 1891 (1).

Ces deux cônes diffèrent beaucoup extérieurement. Tandis que le cône de 1890 (Pl. IV, fig. 1) affecte la forme cylindrique habituelle chez les Cycadées, celui de 1891 (Pl. IV, fig. 3) se montre abondamment ramifié au sommet. Nous reviendrons plus loin sur cette anomalie, quand nous aurons fait connaître le cône normal.

Stangeria paradoxa Th. Moore.

EXTÉRIEUR.

Le cône présente les dimensions suivantes :

Longueur totale.....	21 cent.
Longueur de la région fertile	13,5 cent.
Diamètre moyen de la région fertile.....	4 cent.
Diamètre moyen du pédoncule.....	1,5 cent.

De la base aux deux tiers de la fleur, les étamines sont régulièrement verticillées par 5; dans le tiers supérieur du cône elles sont distribuées suivant une hélice dextre $\frac{2}{9}$.

Les étamines sont caractérisées par leur forme courte et épaisse et en même temps par l'étendue relativement considérable de leur

(1) Depuis cette époque, le même pied de *Stangeria* a fourni plusieurs fleurs.

Un premier cône, recueilli en janvier 1892, offrait à son sommet la trace d'une bifurcation analogue à celle du cône de 1891, mais beaucoup moins accentuée que chez ce dernier. Ce cône a été coupé, un peu avant d'avoir atteint son complet développement; il mesurait 28 cent. de longueur.

Un deuxième cône a été recueilli, en pleine maturité, au mois de décembre 1892; celui-ci ne différait en rien du cône normal de 1890; il mesurait 32 cent.

En août 1893, la plante a donné *simultanément* deux cônes de forme normale, mais de taille un peu inférieure aux deux cônes précédents. Ces deux cônes se sont développés exactement au sommet de la tige, au centre de la couronne de feuilles. A la suite de cette floraison, le sommet de la tige est resté bifurqué; au lieu d'un seul bourgeon terminal, la tige présente actuellement deux bourgeons distincts, entourés chacun d'une couronne d'écailles. A la base de ces deux bourgeons, on voit encore nettement la cicatrice de chacun des cônes de 1893. Cette bifurcation de la tige, consécutive à l'apparition simultanée de deux cônes, vient confirmer l'hypothèse émise par Karsten et reprise par M. Warming et M. de Solms-Laubach, de la situation terminale du cône des Cycadées.

Depuis lors, la plante a recommencé à fleurir. En août 1894, il s'est développé sur l'une des têtes de la tige un cône de forme normale qui a atteint 30 cent. environ. Enfin, au moment où nous écrivons, il vient d'apparaître sur l'autre tête deux nouveaux cônes, qui se développent simultanément comme ceux de 1893 et semblent présager une nouvelle division de ce sommet.

région d'insertion. Il n'y a pas de pédicelle différencié (Pl. IV, fig. 2).

Chaque étamine porte des sacs polliniques nombreux, insérés sur toute la largeur de sa face inférieure, sans qu'il y ait d'indication de localisation des sacs suivant deux plages distinctes (1). Contrairement à ce qu'on observe chez les Zamiales, *il ne se développe pas de sacs sur les bords mêmes de l'étamine*, comme on peut s'en assurer en enlevant les sacs de chaque côté. On constate ainsi que les points d'insertion de ces sacs *sont séparés par une marge étroite qui demeure stérile* (Pl. V, fig. 7).

Les sacs polliniques sont réunis par groupes de deux à huit; chacun d'eux offre la forme et les dimensions d'un sac de *Ceratozamia*.

L'écusson constitue une petite lame triangulaire, amincie au sommet. Cette lame se redresse verticalement à son extrémité, comme chez le *Dioon*, et recouvre de même une partie des étamines voisines (Pl. IV, fig. 2).

STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 14). — L'axe présente, dans sa portion moyenne, dix faisceaux réparateurs disposés sur un cercle unique. La masse ligneuse de chacun de ces faisceaux est constituée tout entière par des vaisseaux spiralés. Les éléments du bois primaire sont des trachées grêles, à une seule hélice lâche; les vaisseaux du bois secondaire, plus volumineux que

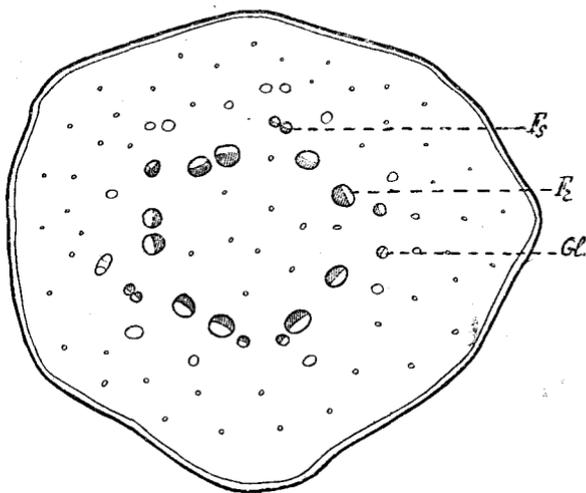


FIG. 14. — Axe floral de *Stangeria paradoxa*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$.

(1) Au moins sur les étamines moyennes. Au contraire un certain nombre de petites étamines rudimentaires, de la base et du sommet de la fleur, montrent deux aires fertiles bien distinctes. Nous retrouverons le même fait très accusé dans le genre *Encephalartos*.

les précédents, portent trois à cinq hélices parallèles qui s'enroulent en tours serrés. On trouve, d'une façon à peu près constante, sur le bord antérieur de chaque faisceau, quelques trachéides annexes (de une à six) analogues aux éléments ligneux secondaires. Le liber est formé de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses qui alternent assez régulièrement. La différence de volume de ces deux sortes d'éléments est extrêmement accentuée (Fig. 15).

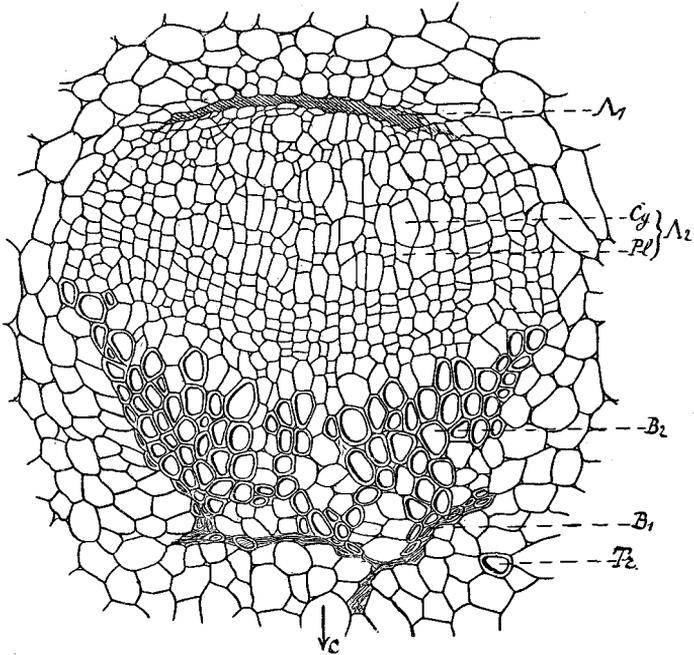


FIG. 15. — Axe floral de *Stangeria paradoxa*. Section transversale d'un faisceau réparateur. Gr. $\frac{120}{1}$. Cg, cellule grillagée ; Pl, parenchyme libérien.

L'épiderme, l'écorce et la moelle offrent les caractères que nous avons signalés chez *Ceratozamia mexicana*. Au niveau du pédoncule, l'épiderme porte de nombreux poils bicellulaires à cellule terminale grande, non ramifiée (Pl. V, fig. 9).

Le parcours des faisceaux est le même que chez les Zamiées. Chaque faisceau réparateur s'élève en oscillant alternativement à droite et à gauche, sans toucher toutefois les faisceaux voisins. La mise en rapport des faisceaux staminaux avec les réparateurs se fait suivant l'un des trois modes que nous avons observés chez *Ceratozamia*. Le cas le plus fréquent est celui où les deux faisceaux d'une même étamine s'unissent en un seul, en traversant l'écorce (Fig. 16).

Étamine. — L'épiderme est constitué par de petites cellules plates légèrement épaissies vers l'extérieur ; il porte des stomates peu nombreux dispersés sur les deux faces de l'étamine. La région fertile présente des poils, semblables à ceux de l'axe, disposés en groupes autour des insertions de groupes de sacs polliniques. On trouve également des poils sur la face externe libre de l'écusson dont la face interne reste glabre.

Le tissu fondamental est formé en majeure partie de cellules polygonales à parois minces. Il présente, comme éléments de soutien, de grosses fibres sclérifiées à tannin, rares à la base de l'étamine, beaucoup plus abondantes au contraire dans l'écusson où elles forment une couche hypodermique continue.

Les faisceaux de l'étamine ne diffèrent de ceux de l'axe que par leur calibre plus réduit (Pl. V, fig. 14).

Les deux faisceaux, qu'on rencontre à la base de l'étamine, se divisent rapidement un certain nombre de fois, comme chez *Ceratozamia*, de manière à constituer deux arcs vasculaires : l'un, *antérieur*, normalement orienté, l'autre, *postérieur*, inverse

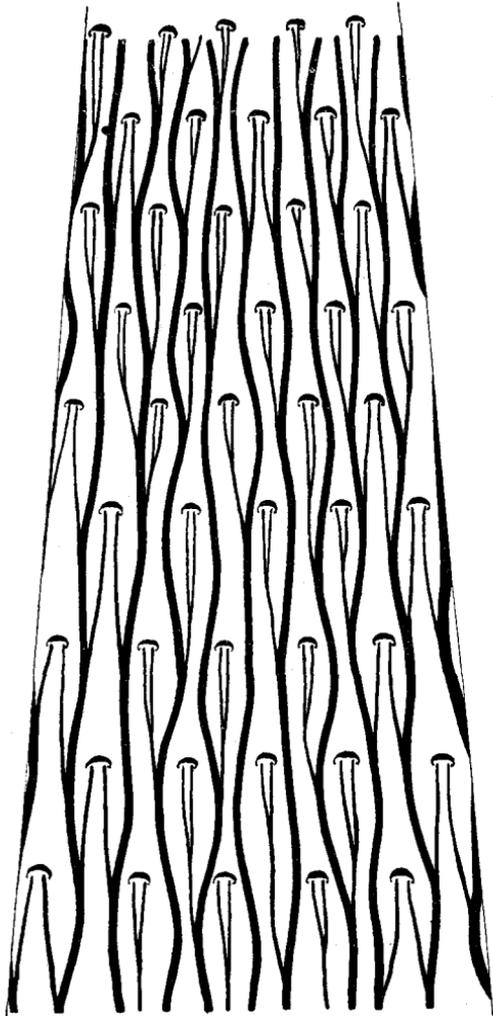


FIG. 16. — *Stangeria paradoxa*. Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe d'une fleur à étamines verticillées par cinq.

(Pl. V, fig. 10). Chaque groupe de sacs polliniques reçoit un cordon libéro-ligneux émanant du faisceau le plus proche ; c'est-à-dire que les sacs médians sont alimentés par les faisceaux de l'arc postérieur et les sacs latéraux par les faisceaux latéraux de l'arc antérieur. Les faisceaux antérieurs médians pénètrent seuls dans l'écusson où ils se divisent à leur tour ; ils s'éteignent successivement en commençant par ceux des bords.

Sac pollinique. — La paroi du sac mûr est formée d'un épiderme et d'une lame de cellules écrasées représentant les restes du tissu fondamental. Les cellules épidermiques offrent des membranes fortement épaissies sur leur face interne et sur leurs faces latérales. Il n'y a pas d'hypoderme (1).

CONE MÂLE ANORMAL

EXTÉRIEUR.

Les dimensions de ce cône sont les suivantes :

Longueur totale.....	26 cent.
Longueur du pédoncule.....	8 »
Diamètre moyen du pédoncule.....	2 »
Diamètre moyen de la région fertile.....	4,5 »

L'anomalie porte, comme on l'a dit plus haut, sur la disposition ramifiée du sommet. On constate, en effet, que, vers le milieu de sa hauteur, le cône se partage en deux branches (Pl. IV, fig. 3). L'une de ces branches forme la continuation directe de la portion basilaire du cône : nous l'appellerons *branche principale* ; l'autre branche, au contraire, semble constituer un second cône inséré latéralement sur le premier : nous l'appellerons *branche latérale*.

La branche principale ne se divise pas ; elle offre la terminaison en pointe mousse habituelle chez les cônes de Cycadées (*SP*).

(1) La figure 13, Pl. V, représente la paroi d'un sac, au début de la formation des épaississements. Ceux-ci apparaissent d'abord sur les cloisons latérales et s'étendent ensuite vers la cloison profonde de chaque cellule épidermique. Au stade représenté sur notre figure, les épaississements constituent de petites protubérances inégales qui donnent à la membrane une apparence ondulée. Ces inégalités disparaissent à mesure que les épaississements se développent et finalement la membrane offre une surface lisse.

La figure 12 de la même planche représente la paroi d'un sac à un état plus avancé. Les épaississements de l'épiderme ont à peu près acquis leur volume définitif. Le tissu fondamental, déjà réduit relativement à la figure précédente, est encore représenté par trois assises de cellules.

Quant à la branche latérale, au lieu de se terminer en pointe, comme la précédente, elle s'élargit beaucoup et finalement se partage en plusieurs têtes distinctes. Si nous plaçons le cône horizontalement, la branche latérale tournée vers le bas, et que nous regardions le sommet de cette branche, nous distinguons huit pointes divergentes d'importance inégale. Ces pointes sont disposées en deux groupes, l'un de trois pointes et l'autre de cinq, séparés par un profond sillon ; elles se répartissent de la manière suivante :

A gauche du sillon et immédiatement au voisinage de la branche principale, une pointe bien développée (*Sa*) ;

Au-dessous deux petites pointes à peine indiquées (*Se* et *Sf*) qui correspondent à la bifurcation d'une pointe unique, semblable à la pointe *Sa* ;

A droite du sillon, une pointe bien développée (*Sb*) ; au-dessous une pointe un peu moins saillante (*Sc*) ; enfin au-dessous de cette dernière, trois pointes encore plus réduites (*Sd*, *Sg*, *Sh*).

Les étamines sont sensiblement plus petites et plus nombreuses sur la branche latérale que sur la branche principale.

Au-dessous du niveau de jonction de ces deux branches nous retrouvons l'aspect ordinaire du cône normal, avec cette légère différence que la distribution des étamines s'écarte davantage de l'ordre verticillé régulier. Nous relevons en effet huit hélices secondaires senestres et seulement six hélices dextres. Plus bas le nombre des hélices senestres s'abaisse à sept.

Structure. — Le parcours des faisceaux dans l'axe offre des particularités intéressantes, en rapport avec la forme anormale du cône. Pour la clarté de l'exposition, nous suivrons ce parcours en montant.

Une section transversale prise dans la portion moyenne de l'axe, au-dessous et à une distance suffisante de la région de bifurcation, présente quatorze faisceaux réparateurs disposés en cercle (Pl. VI, fig. 1). Ces faisceaux reçoivent à la manière ordinaire l'insertion des faisceaux staminaux.

A mesure qu'on s'élève, on remarque que le nombre des réparateurs va en augmentant, par suite de divisions radiales répétées. En même temps la couronne libéro-ligneuse s'élargit et prend une forme ovale irrégulière (Pl. VI, fig. 2).

Un peu au-dessous du niveau de la bifurcation, on voit apparaître à l'intérieur de la couronne, un certain nombre d'éléments ligneux courts, répartis par petits groupes suivant une plage (P_1 , fig. 3, Pl. VI) disposée au centre de la moelle *et sans rapport avec les faisceaux*. Cette première plage s'étend rapidement; en même temps les cellules qui la constituent prennent une forme de plus en plus allongée de manière à se caractériser peu à peu comme vaisseaux ligneux.

A ce moment, une seconde plage d'éléments ligneux commence à se montrer, également à l'intérieur de la moelle (P_2 , fig. 4, Pl. VI). *Cette seconde plage reste bien distincte de la première*. Elle se comporte d'ailleurs comme celle-ci, avec cette seule différence que, tandis que la plage P_1 demeure simple, la page P_2 se partage bientôt en deux autres petites plages (P_3 et P_4) placées côte à côte.

Plus haut, chacun des massifs qui constituent la plage P_1 se transforme en faisceau par l'adjonction de trachées et de cellules libériennes. A partir de ce moment, à la place de la plage primitive, on trouve une masse de faisceaux d'inégal volume (Pl. VI, fig. 6). Les faisceaux les plus importants sont situés vers l'extérieur; ils forment une couronne irrégulière (K_1) et sont orientés de manière à tourner leur région libérienne vers le centre de cette couronne. Les petits faisceaux intérieurs (*fa*) n'offrent pas d'orientation constante. On a donc à ce niveau deux couronnes de faisceaux: l'une *intérieure* (K_1) dont nous venons de parler, l'autre *extérieure* qui n'est autre que la couronne normale primitive.

A un moment donné, chacune de ces deux couronnes se divise en deux portions suivant un plan qui coupe la couronne K_1 dans sa région médiane. Les deux moitiés de la couronne K_1 s'écartent l'une de l'autre et s'unissent à droite et à gauche aux parties correspondantes de la couronne primitive, de manière à former deux nouvelles couronnes (Pl. VI, fig. 7, C_1 et C_2). La couronne C_1 se rend dans la branche latérale et la couronne C_2 dans la branche principale du cône. Il est à remarquer que, dans chaque couronne, les faisceaux sont orientés normalement par rapport au centre de la couronne. Entre les deux couronnes se trouvent les petits faisceaux (*fa*) qui occupaient primitivement le centre de la couronne K_1 .

Les couronnes C_1 et C_2 s'éloignent l'une de l'autre à mesure qu'elles s'élèvent; puis elles se trouvent complètement séparées par suite de la scission de l'organe entier en deux branches (Pl. VII,

fig. 1). A ce moment on voit les petits faisceaux fa entrer directement dans les étamines qui occupent le fond de la fourche formée par la bifurcation.

La couronne C_2 est destinée, comme nous l'avons dit, à la branche principale du cône. Elle se comporte absolument comme la couronne vasculaire d'un axe normal. Il n'y a donc plus à s'en occuper.

Quant à la couronne C_1 , qui se rend dans la branche latérale, elle subit de nombreuses transformations.

En premier lieu, les plages intérieures P_3 et P_4 deviennent deux massifs libéro-ligneux qui ne tardent pas à s'unir de manière à former une couronne vasculaire (K_2) entourant un groupe de petits faisceaux fb (Pl. VII, fig. 2 et 3). Puis chacune des couronnes C_1 et K_2 se divise en deux parties, suivant le plan médian des deux branches du cône. La moitié inférieure de la couronne C_1 s'unit à la moitié correspondante de la couronne K_2 ; il en est de même des moitiés supérieures des deux couronnes. On a ainsi deux nouvelles couronnes fermées $C_{1.1}$ et $C_{1.2}$, l'une et l'autre fortement aplaties et à faisceaux normalement orientés (Pl. VII, fig. 4, 5 et 6).

Les petits faisceaux fb (Pl. VII, fig. 3) entrent dans les étamines insérées au fond du sillon médian de la branche latérale.

Si l'on continue à suivre les couronnes $C_{1.1}$ et $C_{1.2}$, on voit que chacune d'elles se partage, par des étranglements successifs, en un certain nombre de petites couronnes destinées chacune à l'une des ramifications terminales de l'axe.

Ainsi la couronne $C_{1.2}$, en se divisant une première fois, donne $C_{1.2.1}$ et $C_{1.2.2}$ (Pl. VII, fig. 7).

La couronne $C_{1.2.2}$ se rend dans la pointe Sb .

La couronne $C_{1.2.1}$ se divise, à son tour, en $C_{1.2.1.1}$ et $C_{1.2.1.2}$ (Pl. VIII, fig. 1). Cette dernière couronne est destinée à la pointe Sc ; elle ne se divise plus.

Quant à la couronne $C_{1.2.1.1}$, elle se divise, par deux bipartitions successives, en trois portions: $C_{1.2.1.1.1}$, $C_{1.2.1.1.2}$ et $C_{1.2.1.1.3}$ qui se rendent respectivement dans les pointes Sd , Sh et Sg (Pl. VIII, fig. 2).

D'autre part, la couronne $C_{1.1}$ commence par donner $C_{1.1.1}$ et $C_{1.1.2}$; cette dernière correspond à la pointe Sa .

Enfin $C_{1.1.1}$ se divise en $C_{1.1.1.1}$ et $C_{1.1.1.2}$, qui aboutissent la première à la pointe Se et la seconde à la pointe Sf (Pl. VIII, fig. 3).

En résumé, si nous laissons de côté les cordons vasculaires qui naissent directement au sein du tissu fondamental, nous voyons qu'au niveau de la première bifurcation du cône, la branche principale et la branche latérale emportent chacune la moitié du système libéro-ligneux de l'axe primitif. Les choses se passent de même au niveau de chacune des bifurcations successives de la branche latérale du cône. L'ensemble du parcours nous indique donc que nous avons affaire ici à un système ramifié par *dichotomie* et non à des rameaux d'ordres différents.

ENCEPHALARTOS Lehmann.

Nos recherches concernant l'appareil mâle d'*Encephalartos* ont porté sur les espèces suivantes :

- E. longifolius* (Lehmann).
- E. Lehmanni* (Lehmann).
- E. cycadifolius* (Lehmann).
- E. horridus* (Lehmann).
- E. Altensteinii* (Lehmann).

EXTÉRIEUR.

Les *Encephalartos* sont les Cycadées qui possèdent les fleurs mâles les plus volumineuses. Dans les grandes espèces, elles peuvent atteindre une longueur de 70 cent. sur un diamètre de 15 cent.

Les cônes d'*Encephalartos* se distinguent tout d'abord de ceux décrits précédemment, par leur forme moins effilée, ovoïde plutôt que cylindrique, ainsi que par le faible développement de leur portion pédonculaire (2 à 4 cent. en moyenne).

(1) Voici les dimensions moyennes du cône chez les espèces étudiées :

<i>E. longifolius.</i>	Longueur.....	50 à 60 cent.
	Diamètre.....	9 à 13 cent.
<i>E. Lehmanni.</i>	Longueur.....	35 à 40 cent.
	Diamètre.....	12 cent.
<i>E. cycadifolius.</i>	Longueur.....	25 à 30 cent.
	Diamètre.....	5 à 7 cent.
<i>E. horridus.</i>	Longueur.....	20 à 30 cent.
	Diamètre.....	4 à 6 cent.
<i>E. Altensteinii.</i>	Longueur.....	37 à 45 cent.
	Diamètre.....	8 à 18 cent.

Les étamines sont disposées en hélices, suivant une spire génératrice de la série normale $\frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13} \dots$ etc. (1). Les dispositifs réalisés le plus fréquemment sont $\frac{3}{8}$ et $\frac{5}{13}$, quelquefois $\frac{8}{21}$. La fraction de divergence est d'autant plus simple que le cône est plus petit et que les étamines sont moins nombreuses.

Le plus ordinairement, *l'ordre de distribution des étamines reste constant sur toute l'étendue d'une même fleur*, contrairement à ce qui a lieu chez les Zamées. Cette différence s'explique aisément par la disposition hélicoïde des étamines chez *Encephalartos*. Ici, en effet, les étamines ne sont plus juxtaposées bord à bord, comme dans le cas des Zamées, mais elles chevauchent les unes sur les autres, chacune d'elles recouvrant en partie une étamine voisine et étant elle-même recouverte partiellement par une autre étamine située du côté opposé à la première. A mesure que l'axe floral se rétrécit, les étamines glissent pour ainsi dire les unes sur les autres. D'autre part, les étamines se réduisent en largeur en même temps que l'axe diminue de diamètre ; on comprend donc qu'il puisse s'établir facilement entre ces deux phénomènes une sorte de balancement qui a pour effet de maintenir constants les rapports des étamines les unes avec les autres.

Quelquefois cependant il peut arriver qu'un même cône ait ses étamines distribuées suivant deux modes différents, à la base et au sommet. C'est ce qui se produit, surtout sur les cônes de grandes dimensions, quand les étamines supérieures se réduisent beaucoup. Dans ce cas, on constate que les fractions qui expriment les deux divergences sont deux termes consécutifs de la série normale et que la fraction la plus compliquée correspond aux étamines du sommet de la fleur. Ainsi nous avons trouvé, sur un cône d'*Encephalartos longifolius*, à la base la divergence $\frac{5}{13}$, au sommet la divergence $\frac{8}{21}$, et sur un cône d'*E. Altensteinii*, les divergences $\frac{3}{8}$ et $\frac{5}{13}$.

Cette question de la succession des divergences nous amène à traiter incidemment un problème général de Phyllotaxie. On sait que deux hypothèses ont été proposées pour expliquer les modifi-

(1) Nous n'avons rencontré qu'une exception à cette règle. Un cône d'*E. Lehmanni* nous a fourni 18 hélices dextres et 11 hélices senestres, soit une divergence senestre $\frac{8}{29}$.

cations qui peuvent se produire dans la distribution des appendices à la surface d'un même axe. Suivant quelques auteurs, ces modifications seraient dues à un léger *déplacement angulaire* des appendices, lequel aurait pour effet de multiplier ou de réduire le nombre des orthostiques. Ainsi s'expliquerait le passage fréquemment observé de la disposition $\frac{2}{5}$ à la disposition $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, etc. Pour d'autres botanistes, au contraire, la distance angulaire des appendices ne varierait pas pour toutes les divergences d'une même série (*théorie de l'angle unique*), mais seulement leur distance verticale, c'est-à-dire que, suivant le degré de condensation de l'axe, les hélices principales dextres et senestres seraient plus ou moins nombreuses et, par suite, la fraction de divergence plus ou moins compliquée (1). Voyons les indications que la fleur d'*Encephalartos* peut nous fournir à ce sujet.

Nous prendrons comme exemple le cône d'*E. longifolius* à divergences $\frac{5}{13}$ et $\frac{8}{21}$ (Fig. 16 bis).

A la base du cône, les hélices secondaires principales dextres sont au nombre de huit et les hélices senestres au nombre de cinq. Si nous numérotions successivement les étamines en suivant l'hélice génératrice, nous voyons qu'à ce niveau une étamine quelconque de rang m est en contact par sa face supérieure avec deux autres étamines : l'une, de rang $m + 8$ située à droite de la première, l'autre, de rang $m + 5$ située à gauche. De plus nous remarquons que le bord gauche de l'étamine $m + 8$ recouvre en partie le bord droit de l'étamine $m + 5$, comme il a été dit plus haut. Enfin, au-dessus de $m + 8$ et de $m + 5$ et en contact avec ces deux étamines, se trouve l'étamine $m + 13$ (Fig. 16 bis A).

Les rapports de position des étamines voisines ne changent pas jusqu'aux deux tiers environ de la hauteur du cône. Mais, à partir de ce niveau, toutes les étamines commencent à se réduire en largeur. Comme conséquence, nous voyons diminuer la région de contact de ces étamines. C'est ainsi que, vers les trois quarts de la hauteur de la fleur, deux étamines $n + 8$ et $n + 5$, superposées à

(1) La première hypothèse a été émise par C. F. SCHIMPER et A. BRAUN. La seconde est due aux frères L. et A. BRAVAIS, et a été reprise plus récemment par C. DE CANDOLLE (*Considérations sur l'étude de la Phyllotaxie*. Genève 1881). On trouvera, dans le Mémoire de DE CANDOLLE, l'historique complet de la question.

une même étamine n , ne se recouvrent plus l'une l'autre, mais sont simplement juxtaposées bord à bord (Fig. 16 bis *B*).

A mesure que la réduction des étamines s'accroît, les bords des étamines contiguës s'écartent de plus en plus. Il arrive ainsi un moment où, à travers l'intervalle qui sépare ces deux étamines, l'étamine située au-dessous vient se mettre en rapport avec l'étamine immédiatement supérieure. Considérons par exemple l'étamine de rang p , prise dans la portion terminale du cône (Fig. 16 bis, *C*). Par suite de la réduction des étamines $p + 8$ et $p + 5$, l'étamine p se trouve en contact avec l'étamine $p + 13$. Comme, d'autre part, $p + 13$ se trouve à gauche de la génératrice passant par p , le contact a lieu entre le côté gauche de p et le côté droit de $p + 13$. Ainsi l'hélice secondaire principale senestre correspondant à p , passe par $p + 13$ et non plus par $p + 5$ (1), c'est-à-dire que le nombre total des hélices senestres s'est élevé de 5 et 13. D'ailleurs le nombre des hélices dextres n'a pas varié ; il est toujours de 8. Ces deux nombres 8 et 13 nous fournissent la divergence $\frac{8}{21}$, laquelle se continue jusqu'au sommet du cône (2).

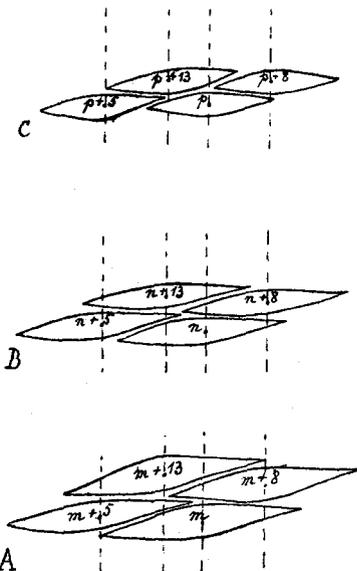


FIG. 16 bis. — Cône mâle d'*Encephalartos longifolius*. Schema du passage de la divergence $\frac{5}{13}$ à la divergence $\frac{8}{21}$

Comme on le voit, le passage de la divergence $\frac{5}{13}$ à la divergence $\frac{8}{21}$ s'explique naturellement par la réduction de la largeur des étamines, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'hypothèse d'un déplacement angulaire des points d'insertion de ces étamines. L'exemple que nous venons de citer s'accorde donc parfaitement avec la théorie de l'angle unique.

(1) Voir page 13, note, la définition des hélices secondaires principales.

(2) On peut remarquer que les deux divergences successives sont de même sens ; dans le cas actuel, elles sont dextres.

Les étamines d'*Encephalartos* sont remarquables par leurs grandes dimensions : elles peuvent atteindre 5 cent. de longueur sur 4 cent. de largeur maxima (1).

L'étamine est sessile ; elle s'insère sur l'axe floral par une région très étroite, puis se dilate brusquement en une lame large, de sorte que la région fertile, au lieu de se montrer nettement triangulaire, comme chez les Zamîées, affecte une forme sensiblement quadrangulaire (Pl. III, fig. 7 et Pl. IV, fig. 4).

Les sacs polliniques sont disposés sur toute l'étendue de la face inférieure de l'étamine, *sauf sur les bords où se trouve réservée une marge stérile très apparente* (Pl. IV, fig. 4). Il n'y a pas, en général, d'indication d'une répartition des sacs en deux aires distinctes (2). Cependant, si l'on met à nu la surface d'une étamine, on observe quelquefois qu'il ne se fait pas d'insertion sur la ligne médiane même, mais seulement à droite et à gauche de cette ligne. Dans ce cas, il y a en réalité deux plages fertiles distinctes, mais comme elles sont très rapprochées, elles se confondent en une seule sur l'étamine considérée avec ses sacs en place. Nous avons rencontré plusieurs exemples de ce dispositif chez l'*E. Altensteinii* (Pl. III, fig. 6). Au contraire chez *E. longifolius*, *E. Lehmanni*, les sacs se développent sur la ligne médiane comme sur le reste de l'étamine.

Les sacs sont groupés par deux à cinq, le plus ordinairement par quatre. En enlevant ces sacs, on voit que chacun d'eux est logé dans une dépression d'autant plus marquée que le sac est plus volumineux (Pl. VIII, fig. 4). Les points d'insertion des sacs d'un même groupe sont disposés au voisinage les uns des autres, *en demeurant néanmoins bien distincts*, à la différence de ce qui se passe chez les Zamîées, où les sacs appartenant à un même groupe se confondent en une insertion commune. La condensation des sacs est donc moins accentuée ici que chez les Zamîées.

(1) Leur nombre est relativement peu élevé. Nous avons compté 90 étamines sur un cône de 22 cent. d'*Encephalartos horridus*, tandis qu'un cône de 20 cent. de *Ceratozamia mexicana* nous en a présenté 390.

(2) Au moins sur les étamines qu'on peut considérer comme normales. Au contraire, les petites étamines rudimentaires de la base et du sommet de la fleur ont souvent leurs sacs disposés en deux groupes. Cette particularité a été signalée par MIQUEL (*Monographie des Cycadées*) et par A. DE CANDOLLE (*Prodrome*, art. Cycadées) pour *E. Altensteinii* ; nous l'avons observée également chez les autres espèces (Pl. IV, fig. 5).

Les sacs polliniques d'*Encephalartos* se font également remarquer par leur grande taille. En moyenne, leur hauteur représente une fois et demie la hauteur d'un sac de *Ceratozamia* ou de *Dioon*, et de 2 à 2,5 fois celle d'un sac de *Zamia*.

L'écusson se développe dans le prolongement de la région fertile. Il se montre fortement épaissi à sa base, surtout sur sa face inférieure, et s'atténue peu à peu vers son extrémité. Quelquefois l'écusson demeure court (*E. horridus*); dans ce cas, il se termine extérieurement par une large face plane en forme de parallélogramme, de manière à offrir quelque ressemblance avec l'écusson de certains *Zamia*. Mais, le plus souvent, l'écusson se prolonge en une forte corne, terminée en pointe mousse et recourbée à son sommet. Sa longueur varie d'ailleurs considérablement d'une étamine à une autre, sur un même cône. En général, elle croît de la base au sommet du cône, en même temps que décroît la largeur des étamines (Comp. Pl. III, fig. 7 et Pl. IV, fig. 4). Dans les cas où il est le plus développé, l'écusson représente environ la moitié de la longueur totale de l'étamine (*E. longifolius*, *E. Lehmanni*).

STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 17). — L'épiderme de l'axe floral est

formé de petites cellules isodiamétriques, épaissies sur leur face externe. Dans la région du pédoncule, un certain nombre des cellules épidermiques se prolongent en longs poils bicellulaires, non ramifiés. L'épiderme est dépourvu de stomates. Il n'y a pas d'hypoderme (Pl. VI, fig. 8).

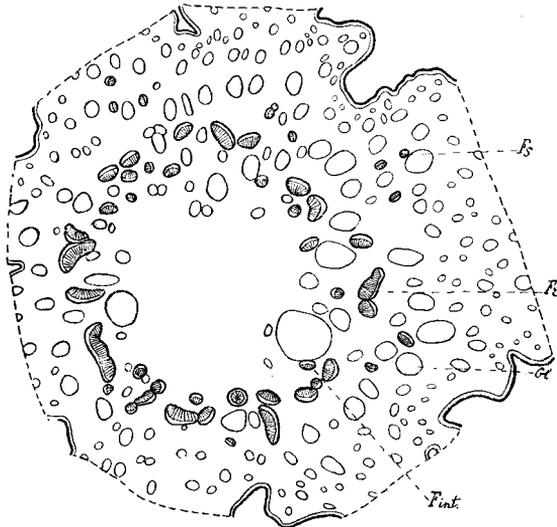


Fig. 17. — Axe floral d'*Encephalartos longifolius*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$.
Fint, faisceau intérieur.

Le tissu fondamental est constitué par des cellules parenchymateuses à parois minces. Il est dépourvu de sclérites. On trouve, dans l'écorce et dans la moelle, de nombreuses glandes tannigènes unicellulaires ainsi que des glandes à oxalate de chaux, ces dernières étant beaucoup moins nombreuses que les précédentes. Les canaux gomme-résinifères sont très abondants; les plus volumineux sont localisés au voisinage des faisceaux, les plus grêles occupent la périphérie de l'écorce.

Les faisceaux réparateurs sont distribués en cercle. Chacun d'eux présente une ou plusieurs pointes trachéennes disposées comme chez *Ceratozamia*. Ces trachées se détruisent de bonne heure et sont remplacées par une volumineuse lacune antérieure. Le bois secondaire est représenté par des éléments étroits, disposés en files rayonnantes. Les éléments les plus anciens portent de forts épaississements spiralés et les plus jeunes des ponctuations aréolées, allongées, également distribuées en hélices. Le liber secondaire offre l'alternance déjà signalée de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses. Toutefois la différenciation de ces deux sortes d'éléments est très peu accusée; leurs dimensions sont à peu près les mêmes, de sorte que, sur une coupe transversale, on ne peut guère les distinguer que par la nature différente de leur contenu (Pl. V, fig. 8).

Nous n'avons jamais rencontré, au voisinage des faisceaux, de productions analogues à celles que nous avons signalées dans les genres précédents sous le nom de trachéides annexes.

Indépendamment de la couronne vasculaire principale, l'axe présente un certain nombre de petits faisceaux intérieurs, localisés à la périphérie de la moelle (Fig. 17, p. 63, *Fint*). Ce fait offre un certain intérêt, car on sait que la tige des *Encephalartos* se distingue de celle des autres Cycadées précisément par la présence d'un système de faisceaux médullaires. Nous voyons que la même différence existe entre les axes floraux.

Parcours des faisceaux. — Au sommet de l'axe, le système libéro-ligneux offre la disposition que nous avons vue réalisée chez toutes les Cycadées étudiées jusqu'ici. Les faisceaux réparateurs, en nombre égal au dénominateur de la fraction qui représente la diver-

gence des étamines, forment une couronne simple. Il n'y a pas de faisceaux intérieurs (Fig. 18).

Ceux-ci n'apparaissent qu'à une certaine distance du sommet, laquelle varie beaucoup suivant les dimensions du cône. Dans les cônes de petite taille, par exemple chez *E. horridus*, on peut parcourir le quart ou même le tiers de l'axe sans rencontrer de faisceaux intérieurs, tandis que sur les grands cônes d'*E. longi-*

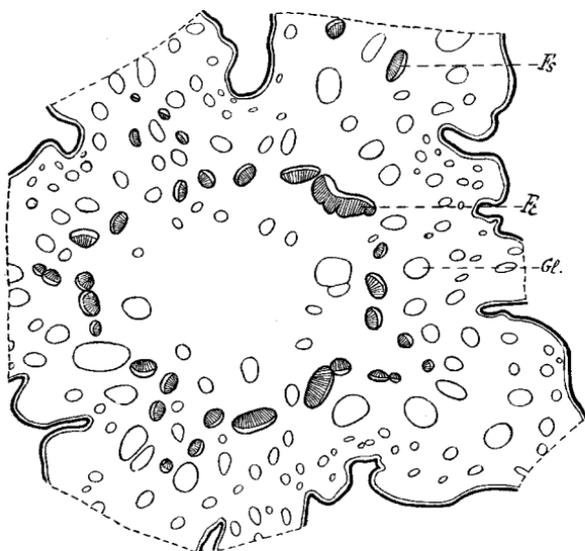


FIG. 18. — Axe floral d'*Encephalartos cycadifolius*. Section transversale d'ensemble au sommet de la région fertile. Gr. $\frac{4}{1}$.

folius et *Lehmanni* on en trouve très près du sommet. Dans l'un et l'autre cas, à partir du moment où les faisceaux intérieurs commencent à se montrer, ils se continuent sans interruption jusqu'à la base de l'axe.

Pour bien comprendre la disposition des faisceaux intérieurs il est nécessaire d'examiner le parcours en montant et en descendant.

1° *En montant.* — Chacun des faisceaux réparateurs s'élève en fournissant alternativement à droite et à gauche des branches qui sortent dans les étamines. Au niveau de chaque émission, on constate que le réparateur exécute deux mouvements distincts : d'une part, il tourne sur lui-même d'un certain angle, et d'autre part, il se déplace latéralement de manière à se rapprocher du réparateur voisin, du côté opposé à celui par lequel se fait l'émission. Il peut y avoir ou non contact entre ces deux réparateurs. S'ils n'arrivent pas à se toucher, ils s'éloignent simplement l'un de

l'autre, une fois l'émission achevée, en reprenant leur orientation primitive. Quand au contraire, le contact s'établit, les deux faisceaux, avant de se séparer, détachent chacun un lobe vers l'intérieur. La Fig. 19, qui représente quatre sections successives d'un même

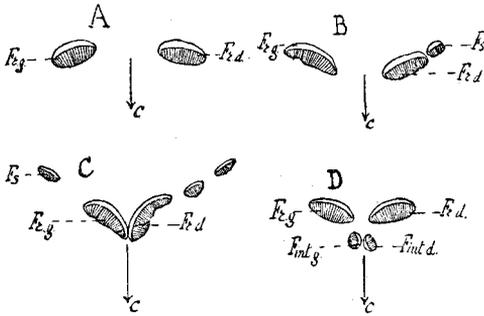


Fig. 19. — Axe floral d'*Encephalartos horridus*. Stades successifs de la division des faisceaux de la couronne principale. *Frg* et *Frd*, faisceaux réparateurs droit et gauche; *Fs*, faisceau sortant dans une étamine; *Fint.g* et *Fint.d*, faisceaux intérieurs gauche et droit.

groupe de réparateurs, nous permet de nous rendre compte de ce mode de division. Les faisceaux *Frg* et *Frd*, normalement orientés sur la partie A de la figure, subissent en B un commencement de torsion, en même temps qu'ils se rapprochent l'un de l'autre et émettent les branches sortantes *Fs*. En C, les deux faisceaux se trouvent en contact par leur

région interne. Enfin en D, ils se redressent pour reprendre leur première orientation, après avoir abandonné les deux lobes intérieurs *Fint.g* et *Fint.d* (1).

Le même phénomène de division se répétant à diverses reprises sur chacun des réparateurs, il se forme un ensemble de faisceaux intérieurs ou médullaires. Si nous suivons l'un de ces faisceaux à partir de son point d'origine, nous voyons qu'il peut se comporter de deux manières différentes : ou bien le faisceau intérieur va se jeter sur l'un des faisceaux voisins, ou bien il se termine librement dans le tissu fondamental médullaire.

(1) Dans l'exemple choisi, les lobes intérieurs *Fint.g* et *Fint.d* constituent deux faisceaux distincts. D'autres fois ces deux lobes restent unis et forment une petite masse libéro-ligneuse circulaire, à bois central et à liber périphérique (V. Fig. 17). Il peut arriver aussi que la division ne porte que sur l'un des réparateurs; il n'y a alors qu'un seul faisceau intérieur. Ce sont là des variantes peu importantes.

2° *En descendant.* — A une certaine distance du sommet, la couronne des réparateurs prend une allure irrégulière. Quelques-uns des faisceaux se rapprochent du centre de l'organe, tandis que d'autres ne changent pas de place. A mesure que l'on descend, on constate que l'insertion des branches staminales tend à se faire exclusivement sur les faisceaux extérieurs de la couronne. Il arrive ainsi un moment où les faisceaux les plus intérieurs cessent de jouer le rôle de réparateurs. Ces faisceaux intérieurs continuent à descendre, à la périphérie de la moelle, en se réduisant peu à peu ; finalement ils se réunissent aux autres faisceaux de cette région de l'axe, ou bien s'éteignent isolément dans le tissu fondamental (1).

En résumé, nous voyons que le système libéro-ligneux intérieur se compose de deux sortes de faisceaux qui cheminent en quelque sorte en sens inverse : les uns, *faisceaux ascendants*, provenant de la division des réparateurs, les autres *faisceaux descendants*, représentant des réparateurs de la portion supérieure de l'axe. Cette double origine des faisceaux intérieurs nous rend compte d'un fait qui autrement nous semble inexplicable, à savoir que ces faisceaux présentent des terminaisons libres tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

La mise en rapport des faisceaux staminiaux avec les faisceaux réparateurs se fait à la manière ordinaire. Chaque étamine présente, au niveau de son insertion sur l'axe, un arc libéro-ligneux étroit composé de trois à six faisceaux placés côte à côte. Ces faisceaux s'unissent latéralement aux deux réparateurs les plus voisins, soit isolément, soit après s'être groupés en deux ou trois branches principales, dans leur passage à travers l'écorce. Telle est du moins la règle générale chez *E. Lehmanni*, *longifolius*, *cycadifolius*, *horridus*.

Chez *E. Allensteinii*, le dispositif est un peu plus compliqué (Fig. 20). On trouve en effet, à la base de l'étamine, outre l'arc normal qui se compose ordinairement de quatre faisceaux, un petit faisceau médian antérieur (Fig. 20 et Pl. VIII, fig. 5, *fm*). Les faisceaux de l'arc normal se réunissent deux à deux et successivement aux deux

(1) Nous avons déjà rencontré, dans le cône anormal de *Stangeria*, un exemple analogue de terminaison inférieure libre des faisceaux (V. page 56.).

réparateurs voisins. Quant au faisceau médian, tantôt il se divise en deux branches qui se jettent à droite et à gauche sur les deux faisceaux supérieurs de l'arc principal (*fs*, Fig. 20. A); tantôt il

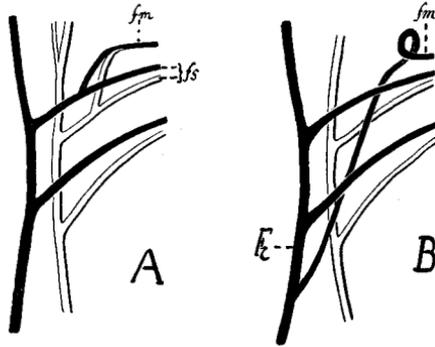


FIG. 20. — *Encephalartos Altensteinii*. Diagrammes montrant les deux types de mise en rapport des faisceaux staminaux avec les faisceaux de l'axe floral.

- A. — Le faisceau médian *fm* de l'étamine se divise en deux branches qui s'insèrent à droite et à gauche sur les faisceaux staminaux voisins *fs*.
- B. — Le faisceau médian *fm* de l'étamine, après avoir décrit une boucle, va s'insérer directement sur un réparateur *Fr* de l'axe.

reste simple et va s'insérer directement sur un réparateur, ordinairement après avoir décrit une boucle, à son entrée dans l'écorce (Fig. 20, B.).

Étamine (Pl. VIII, fig. 6). — Les cellules épidermiques sont isodiamétriques, à membrane externe bombée, fortement épaissie et cutinisée (Pl. VIII, fig. 7). On trouve des stomates en petit nombre dispersés sur toute la surface de l'étamine. La région fertile et l'écusson portent de nombreux poils bi-cellulaires non ramifiés. Au niveau de la région fertile les poils sont localisés en touffes autour des sacs; ils se montrent relativement courts et globuleux. Les poils de l'écusson sont, au contraire, longs et grêles. Les uns et les autres se détachent, au niveau de leur articulation, quand la fleur se dessèche.

Le tissu fondamental offre des éléments de soutien consistant en longues fibres sclérifiées, avec tannin. Ces fibres sont localisées dans l'écusson; elles se montrent d'autant plus abondantes que

l'écusson est plus développé (*E. longifolius*, *Lehmanni*). Dans l'*E. cycadifolius*, où l'écusson reste très court, les fibres sclérifiées font défaut.

Les faisceaux ont la même structure que les réparateurs de l'axe ; ils ne diffèrent de ceux-ci que par leur calibre plus réduit. Chaque groupe de sacs polliniques reçoit une branche vasculaire émanant du faisceau le plus rapproché. On constate que cette branche s'élargit à mesure qu'elle se rapproche de la face inférieure de l'étamine et qu'elle se termine par un massif de trachées courtes beaucoup plus volumineux que ceux qu'on rencontre à la même place chez les autres Cycadées. Ce mode de terminaison est évidemment en rapport avec la disposition des sacs de chaque groupe, lesquels s'insèrent, comme on l'a dit plus haut, en des points relativement éloignés.

Parcours des faisceaux. — A la base de l'étamine, on trouve, en général, trois à six faisceaux disposés en arc. Cet arc s'étend rapidement à droite et à gauche, au moyen de divisions radiales répétées. En même temps, les faisceaux médians émettent un certain nombre de branches qui, tout en conservant leur orientation normale (1), se déplacent radialement de manière à venir se mettre les unes en avant, les autres en arrière de l'arc primitif. A ce moment, l'ensemble des faisceaux représente un massif central plus ou moins important qui se prolonge de chaque côté par un arc de faisceaux grêles.

Tous les sacs polliniques, même ceux qui sont situés au voisinage de la ligne médiane de l'étamine, sont alimentés par les faisceaux des deux arcs latéraux (2). Les faisceaux médians continuent à se diviser, sans envoyer de branches vers les sacs, puis ils pénètrent dans l'écusson où chacun d'eux se termine en pointe effilée.

L'étamine d'*E. Altensteinii* offre cette particularité que les branches antérieures du massif médian, au lieu de se réunir aux faisceaux postérieurs à la base de l'étamine, forment un faisceau distinct qui conserve son autonomie jusque dans l'axe floral.

(1) Du moins dans la région inférieure de l'étamine.

(2) Chez *E. Lehmanni* et *E. longifolius*, il se constitue un arc postérieur de faisceaux inverses qui fournissent des cordons libéro-ligneux aux sacs médians, ainsi qu'on l'a vu chez *Ceratozamia*.

Sac pollinique. — Les masses d'épaississement des cellules épidermiques sont, en général, plus développées que chez les autres Cycadées, et en outre, à la différence de ce que nous avons vu jusqu'ici, localisées dans la portion externe de la membrane.

Les principales variantes qu'on peut observer d'une espèce à une autre portent sur l'état définitif de l'assise sous-épidermique.

Chez *E. Lehmanni* (Pl. VIII, fig. 8 et 9) et *E. Altensteinii* (Pl. VIII, fig. 10), cette assise est écrasée comme le reste du tissu fondamental dans les régions minces de la paroi, tandis qu'au niveau des arêtes, elle demeure à peu près intacte.

Chez *E. longifolius* (Pl. VIII, fig. 11), la même assise subsiste sur toute l'étendue de la paroi. Ses cellules conservent des cloisons minces, purement cellulosiques.

Enfin chez *E. horridus* (Pl. VIII, fig. 12) et *E. cycadifolius* (Pl. VIII, fig. 13), l'assise sous-épidermique épaissit et lignifie ses membranes, faiblement dans le cas d'*E. horridus*, très fortement au contraire chez *E. cycadifolius*. Il y a alors constitution d'un véritable hypoderme.

MACROZAMIA Miquel.

Macrozamia spiralis Miquel.

EXTÉRIEUR (1).

L'étamine, de forme triangulaire, mesure 30 mill. environ de longueur sur 15 à 18 mill. de largeur maxima. Elle se rétrécit brusquement à sa base et s'insère par une portion très étroite qui représente un très court pédicelle (Pl. III, fig. 8).

(1) En raison de la rareté des spécimens de *Macrozamia* cultivés dans les serres de nos pays, il nous a été impossible de nous procurer une fleur mâle entière. Nous avons dû nous contenter d'étudier un certain nombre d'étamines prises à différents niveaux sur un même cône de *M. spiralis*, ainsi que quelques portions d'axes provenant de divers cônes. Avec un matériel aussi restreint, nous n'avons pu déterminer exactement l'ordre de distribution des étamines. Tout ce que nous pouvons dire à cet égard, c'est que sur le cône que nous avons eu entre les mains, les étamines n'étaient pas disposées en verticilles. Comme on le voit par la figure 2, Pl. IX, qui représente une section transversale de la base de l'axe, les rapports des faisceaux réparateurs et staminaux indiqueraient une disposition en hélices.

Les sacs sont un peu moins volumineux que ceux de *Ceratozamia*. ils occupent deux plages contiguës, bien délimitées, qui se touchent dans leur portion médiane et s'arrêtent à une certaine distance des bords de l'étamine. Vers le bas, les plages fertiles s'arrêtent également à une courte distance du point d'insertion de l'étamine sur l'axe, sans qu'il y ait pourtant constitution d'un pédicelle différencié du reste de l'étamine, comme nous l'avons vu chez les Zamiales.

Les sacs d'un même groupe offrent des points d'insertion bien distincts, relativement éloignés les uns des autres (Pl. IX, fig. 1).

L'écusson se présente sous la forme d'une lame large, dont l'épaisseur dépasse à peine celle du reste de l'étamine, à la différence de ce qu'on observe chez les autres Cycadées. Cette lame est disposée horizontalement, c'est-à-dire dans le prolongement direct de la région fertile. Elle se redresse légèrement, et seulement à son extrémité, pour se terminer en une pointe acérée.

STRUCTURE.

Le cône mâle du *Macrozamia spiralis* est caractérisé par l'absence complète de poils. On n'en rencontre, en effet, ni sur le pédoncule de l'axe, ni sur l'écusson des étamines, ni même dans les régions d'insertion des sacs polliniques.

Axe floral. — Le tissu fondamental de l'axe floral contient de nombreuses fibres tannifères localisées dans l'écorce.

Les faisceaux principaux sont répartis en un cercle unique. Il n'y a pas de faisceaux intérieurs (Pl. IX, fig. 2).

La structure des faisceaux est celle que nous avons observée chez *Encephalartos*. Le bois est formé d'éléments spiralés et d'éléments aréolés; le liber présente des cellules grillagées et des cellules de parenchyme de même taille. Il n'y a pas de trachéides annexes.

Etamine. — On trouve, à la base de l'étamine, deux faisceaux de même valeur, normalement orientés et placés côte à côte. Ces faisceaux se divisent de manière à former un arc vasculaire qui s'étend sur toute la largeur de l'étamine. Il n'y a pas d'arc postérieur.

Chaque groupe de sacs polliniques reçoit une branche libéro-ligneuse qui aboutit à un volumineux massif d'éléments ligneux courts. Dans les régions d'insertion des sacs polliniques, le tissu fondamental se montre très riche en glandes cristalligènes. La plupart des cellules de ces régions contiennent une grosse macle sphérique de cristaux d'oxalate de chaux (Pl. VIII, fig. 14, *Cox*).

Le tissu fondamental renferme également des fibres sclérifiées tannifères, surtout abondantes dans l'écusson où elles forment une assise continue sous chaque épiderme.

Sac pollinique. — Les cellules épidermiques présentent de forts épaississements localisés sur la cloison externe et sur les cloisons latérales de chaque cellule (Pl. VII, fig. 8). Sous l'épiderme se trouve une assise hypodermique peu développée. Le reste du tissu fondamental se montre complètement écrasé sur le sac mûr.

CYCAS Linné.

Nos recherches ont porté sur le *Cycas circinalis* Linné et le *Cycas siamensis* Miquel. L'appareil mâle, très semblable dans ces deux espèces, diffère de celui des autres Cycadées par plusieurs caractères très nets, surtout au point de vue de sa structure. Nous commencerons par le *Cycas Siamensis*.

Cycas siamensis Miquel.

EXTÉRIEUR.

Le cône mâle (Pl. IV, fig. 6), relativement court et large, présente une forme ovoïde. Il mesure en moyenne 16 cent. de longueur sur 6 centimètres de diamètre maximum. La région pédonculaire, peu distincte du reste de la fleur, est recouverte de petites écailles qui représentent les premières étamines rudimentaires ; sa longueur est d'environ 2 centimètres.

Les étamines offrent la même disposition sur la plus grande partie de la hauteur du cône. Elles forment seize hélices secondaires principales dextres et vingt-six senestres, correspondant par conséquent à deux hélices génératrices parallèles de divergence $\frac{8}{21}$. Au sommet du cône, il n'y a plus que vingt-cinq hélices senestres avec seize hélices dextres, ce qui donne une seule hélice génératrice dextre de valeur $\frac{18}{41}$ (1).

L'étamine (Pl. III, fig. 9) a la forme d'une lame mince, triangulaire, de 20 mill. environ de longueur et de largeur variable (2).

(1) Ces nombres ont été relevés sur un cône qui s'est développé en 1891 sur un bel exemplaire du Jardin botanique de Lille et qui a été mis obligeamment à notre disposition par la Commission de cet Etablissement.

(2) 13 mill. environ pour les étamines moyennes ; au sommet du cône la largeur des étamines ne dépasse pas 6 ou 7 mill.

Les sacs polliniques sont répartis suivant deux larges plages irrégulières qui se confondent dans leur partie moyenne, mais seulement sur une espace très restreint. Les plages fertiles s'arrêtent inférieurement à une petite distance du point d'insertion de l'étamine, comme chez *Macrozamia*. Il ne se développe pas de sacs sur les bords mêmes de la lame staminale.

L'étamine se termine par un large écusson triangulaire légèrement renflé dans sa partie médiane. L'écusson est placé dans le prolongement de la région fertile ; il ne se recourbe pas.

Les sacs sont remarquablement réduits en volume. On ne peut les comparer sous ce rapport qu'à ceux des espèces les plus grêles du genre *Zamia*. Ces sacs sont réunis généralement par groupes de quatre, ou plus rarement de trois ou cinq.

La confluence des sacs est beaucoup plus accentuée que dans les deux genres précédents. En mettant à nu la surface de l'étamine, on constate que chacun des groupes de sacs laisse une cicatrice unique très étroite.

STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 21). — L'axe est très volumineux, relativement au diamètre total du cône.

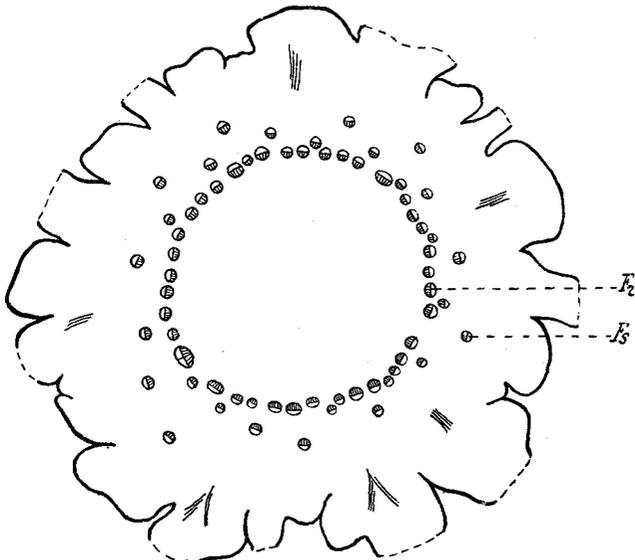


FIG. 21. — Axe floral de *Cycas siamensis*. Section transversale moyenne. Gr.

$\frac{3,5}{1}$

L'épiderme est formé de petites cellules isodiamétriques, fortement épaissies sur leur face externe. Dans la région du pédoncule, l'épiderme porte de nombreux poils bicellulaires dont la cellule terminale est tantôt simple, tantôt ramifiée. Il n'y a pas d'hypoderme.

Le tissu fondamental se compose de cellules polygonales, à parois minces, beaucoup plus grandes que les cellules épidermiques auxquelles elles se relient par deux ou trois assises d'éléments de taille intermédiaire. L'écorce et la moelle offre des glandes à tannin et à oxalate de chaux ainsi que des canaux gommo-résinifères disposés comme chez les autres Cycadées. On n'observe pas de sclérites.

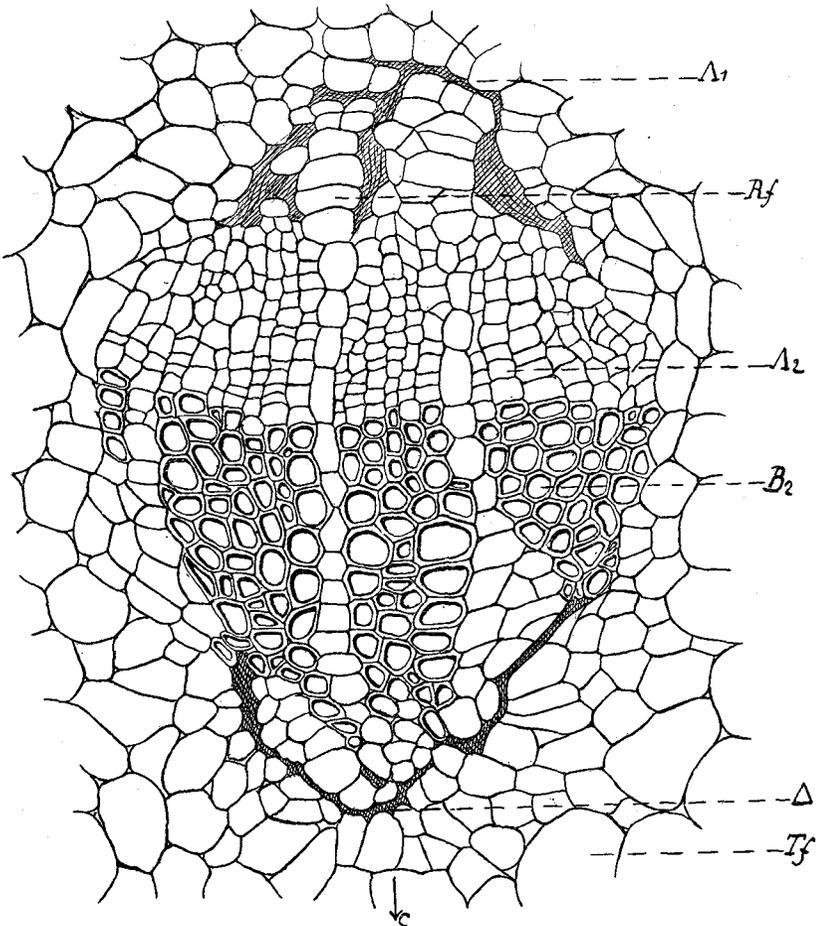


FIG. 22. — Axe floral de *Cycas siamensis*. Section transversale d'un faisceau réparateur. Gr. $\frac{190}{1}$. *Rf*, rayon du faisceau.

Le système libéro-ligneux est représenté, sur une section transversale moyenne, par quarante-deux faisceaux réparateurs orientés normalement et disposés en cercle. La masse ligneuse de chacun de ces faisceaux est constituée : intérieurement par des éléments spiralés et, extérieurement, par des éléments scalariformes dont les ornements sont d'autant plus fins et rapprochés que les éléments sont formés plus tardivement. Le liber secondaire offre une alternance de cellules grillagées et de cellules de parenchyme faiblement différenciées.

Chaque faisceau présente un, deux ou trois rayons. Les rayons du bois sont formés de cellules de même taille que les éléments ligneux voisins, dont elles se distinguent, comme à l'ordinaire, par leurs parois minces dépourvues d'ornementations. Les rayons du liber, composés de cellules de grandes dimensions et de forme arrondie, sont beaucoup plus apparents que chez toute autre Cycadée. Cette différence est assez accusée pour permettre de reconnaître immédiatement un faisceau de *Cycas* (Fig. 22 et 23).

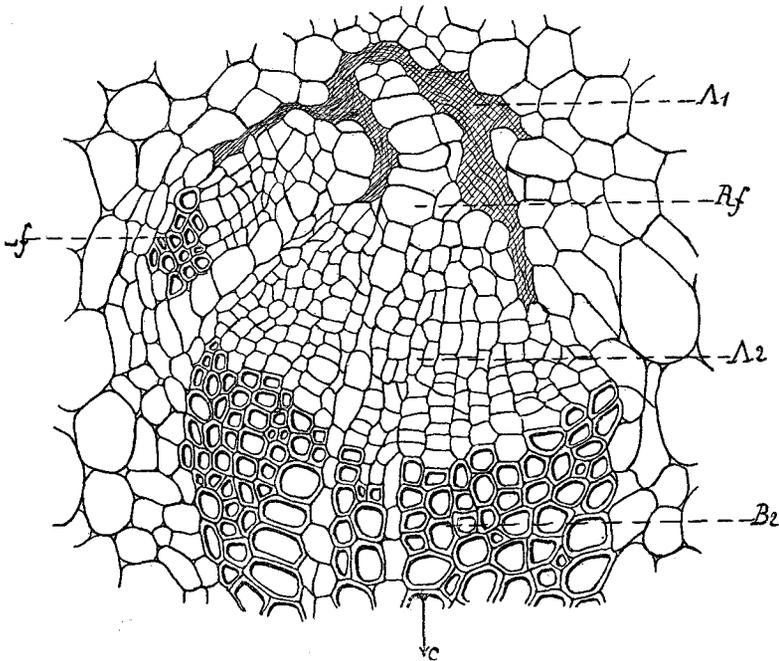


FIG. 23. — Pédoncule floral de *Cycas siamensis*. Section transversale d'un faisceau réparateur dans sa portion extérieure. Gr. $\frac{190}{1}$. Rf, rayon du faisceau ; Lf, lobe en voie d'isolement.

Nous n'avons jamais observé de trachéïdes annexes au voisinage de ces faisceaux.

Au niveau du pédoncule, on trouve, en plus de la couronne normale de faisceaux réparateurs, un système de petits faisceaux *extérieurs*, analogue au système de faisceaux corticaux qu'on rencontre dans la tige des mêmes plantes, mais beaucoup plus réduit. Dans la coupe, représentée sur la figure 24, le système cortical est représenté par trois faisceaux orientés inversement et placés chacun

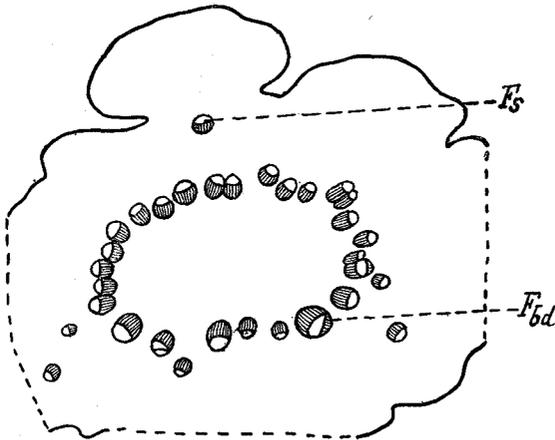


FIG. 24. — Pédoncule floral de *Cycas siamensis*. Section transversale d'ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$. *Fbd*, faisceau à bois double.

en face d'un réparateur avec lequel ils constituent un système à bois double (Fig. 24, *Fbd*).

Parcours des faisceaux. — Les faisceaux réparateurs cheminent à peu près verticalement sans contracter de rapports les uns avec les autres (1).

Chaque étamine fournit à l'axe un seul faisceau (2) qui traverse obliquement l'écorce et va se mettre en rapport avec l'un des deux réparateurs les plus voisins, le plus souvent avec celui de gauche (3), sans qu'il y ait pourtant de règle fixe à cet égard.

A mesure qu'on se rapproche de la base de l'axe, on remarque que chacun des faisceaux réparateurs subit une transformation notable. Le massif ligneux s'étend à droite et à gauche, en entourant partiellement le massif libérien, de sorte que la zone cambiale qui était d'abord à peu près rectiligne (Fig. 22) devient fortement convexe

(1) Au moins d'une façon normale et régulière. Quelquefois deux réparateurs voisins arrivent à se toucher ; mais ce fait est relativement rare.

(2) Ou quelquefois trois faisceaux qui s'unissent en un seul avant d'atteindre la couronne libéro-ligneuse de l'axe.

(3) Pour un observateur placé au centre de l'axe.

(Fig. 23). En même temps, les portions latérales du faisceau tendent à s'isoler du reste de la masse libéro-ligneuse pour constituer des faisceaux distincts, comme on le voit sur la figure 23 en *Lf*. Si l'on continue à suivre ce lobe *Lf*, on voit qu'il se déplace en tournant sur lui-même et autour du faisceau qui lui a donné naissance, de manière à venir se placer contre le bord externe de ce faisceau. Quelquefois un même faisceau détache à la fois deux lobes, l'un à droite, l'autre à gauche ; ces deux lobes se comportent comme il vient d'être dit pour le cas d'un lobe unique et finissent très ordinairement par se fusionner en un seul faisceau inverse. Les divers faisceaux ainsi émis par les réparateurs constituent le système libéro-ligneux cortical qui se continue jusqu'à l'extrémité inférieure du pédoncule.

Étamine. — L'épiderme de l'étamine est formé de petites cellules très fortement épaissies, surtout sur l'épiderme supérieur de la base de l'étamine (Pl. IX, fig. 4). En ce point, l'épaisseur de la membrane externe de chaque élément pour atteindre trois ou quatre fois la hauteur de la cavité cellulaire. Les cellules épidermiques de la face inférieure portent des poils groupés autour des sacs et des stomates peu nombreux. L'écusson offre des poils et des stomates sur ses deux faces.

Le tissu fondamental renferme des fibres sclérifiées tannifères, isolées ou réunies par petits groupes. Les fibres sont surtout abondantes au voisinage des deux épidermes, sans pourtant former une assise hypodermique continue. Contrairement à ce que nous avons vu jusqu'ici, les fibres ne sont pas plus nombreuses dans l'écusson que dans le reste de l'étamine, de sorte que l'écusson est relativement peu résistant.

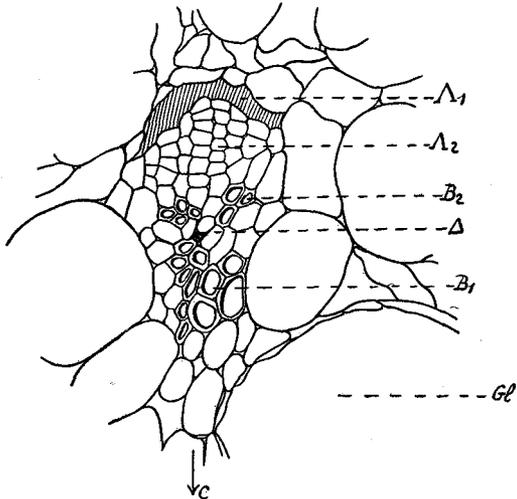


FIG. 25. — Etamine de *Cycas siamensis*. Section transversale d'un des faisceaux principaux. Gr. $\frac{190}{1}$. B1, bois primaire à développement centripète.

Les faisceaux sont normalement orientés; ils forment un arc unique, situé à peu près à égale distance des deux épidermes. Ces faisceaux offrent, d'une façon très nette, *la structure diploxyllée* qui caractérise les faisceaux foliaires des Cycadées en général (Fig. 25 et Pl. IX, fig. 5, 6, 7). Le bois primaire, à développement centripète, se compose d'un petit nombre de trachées écrasées de bonne heure et de huit à douze éléments scalariformes d'autant plus volumineux qu'ils sont plus éloignés du pôle trachéen. Les productions secondaires sont représentées : vers l'intérieur, par deux petits massifs ligneux disposés à droite et à gauche du pôle trachéen et formés chacun de deux à cinq éléments scalariformes grêles; vers l'extérieur, par six à huit files d'éléments libériens tous semblables entre eux. Sur le bord externe du faisceau, on trouve, comme à l'ordinaire, une mince couche de cellules libériennes primaires aplaties.

Parcours des faisceaux (Fig. 26). — On trouve en général à la base de l'étamine un seul faisceau qui ne tarde pas à se partager, par deux segmentations radiales, successives ou simultanées, en trois branches de même valeur. Les deux branches latérales se divisent à leur tour en émettant un certain nombre de faisceaux qui se disposent à droite et à gauche sur le prolongement de l'arc primitif. Il ne se forme pas d'arc postérieur. Les faisceaux latéraux fournissent des cordons libéro-ligneux aux divers groupes de sacs polliniques. A mesure que ces faisceaux s'épuisent, ils sont remplacés par de nouvelles branches émanées des faisceaux médians.

Les cordons vasculaires destinés aux sacs polliniques naissent des faisceaux staminaux suivant un mode très spécial représenté par les figures 5, 6 et 7 de la Planche IX. On voit d'abord apparaître, entre le liber primaire et le liber secondaire du faisceau qui va se diviser, un petit groupe d'éléments qui se distinguent des éléments libériens par leur forme arrondie et par leurs parois lignifiées (Pl. IX, fig. 5, *Fsp*). Ces éléments augmentent en nombre rapidement et en même temps l'arc libérien primaire s'étend à droite et à gauche de manière à les envelopper complètement (Pl. IX, fig. 6). Puis la portion du liber primaire comprise entre le liber secondaire et le massif ligneux postérieur se dédouble en deux lames, l'une interne et l'autre externe. La lame interne ne change pas de place; elle constitue l'arc libérien primaire du faisceau qui revient ainsi à son état primitif. La lame externe se sépare du faisceau en même temps

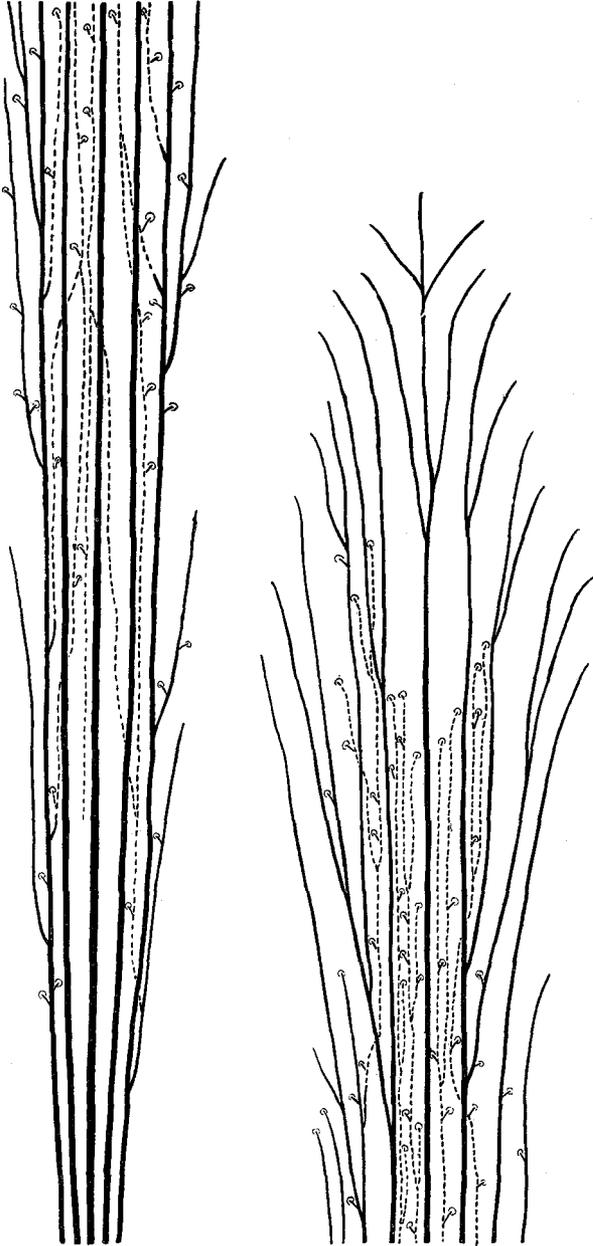


FIG. 26. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'étamine de *Cycas circinalis*. Les traits pleins représentent les faisceaux de l'arc antérieur ; les traits discontinus, les faisceaux de l'arc postérieur. On a représenté également les petits cordons vasculaires destinés aux groupes de sacs polliniques.

que le reste du liber primaire et forme avec le massif ligneux postérieur le nouveau faisceau *F_{sp}* (Pl. IX, fig. 7), qui va aboutir à un groupe de sacs. Il est à remarquer que pendant cette émission, la portion antérieure du faisceau staminal ne subit aucune modification (V. les fig. 5, 6, 7 de la même planche). Ce faisceau recommence bientôt à se diviser de la même manière en donnant une seconde branche qui vient se placer en avant de la première. On peut trouver ainsi jusqu'à trois petits faisceaux disposés en file derrière un même faisceau staminal.

Sac pollinique. — Les cellules de l'épiderme du sac pollinique offrent de forts épaisissements localisés sur la cloison interne et les cloisons latérales. Le tissu sous-épidermique est écrasé en totalité à la maturité de la fleur (Pl. IX, fig. 8).

Cycas circinalis Linné.

EXTÉRIEUR.

Le cône mâle du *C. circinalis* diffère tout d'abord du précédent par ses dimensions beaucoup plus considérables (40 à 50 cent.), ainsi que par sa forme *cylindrique* qui rappelle beaucoup celle du cône du *Ceratozamia*.

Les étamines sont distribuées en hélices. Sur un échantillon de 50 cent. de longueur et de 9 cent. de diamètre, nous avons compté treize hélices secondaires principales dextres et vingt et une senestres, soit une divergence semestre $\frac{13}{34}$.

L'étamine présente une forme triangulaire allongée. Sa longueur est de 5 cent. en moyenne; sa largeur varie entre 18 et 25 mill., suivant le niveau de la fleur (Pl. III, fig. 10). Les sacs polliniques sont distribués suivant deux larges plages qui se confondent sur la ligne médiane de l'étamine, et s'arrêtent à une petite distance de chaque bord. Ces sacs sont très petits et réunis par groupes de 2 à 5, comme chez le *Cycas siamensis*. Au lieu d'être serrés les uns contre les autres, comme c'est le cas le plus général, les divers groupes de sacs se montrent largement espacés. de sorte que le nombre total des sacs polliniques est peu élevé, eu égard à la grande taille de l'étamine (Pl. IX, fig. 9).

L'écusson est très court ; sa longueur ne représente que le $\frac{1}{4}$ ou le $\frac{1}{5}$ de la longueur totale de l'étamine. Vers le bas, l'écusson dépasse légèrement le niveau de la région fertile, puis il s'amincit rapidement et se termine en pointe en se redressant.

STRUCTURE.

L'étamine (Pl. IX, fig. 10) présente des faisceaux *diploxylés* volumineux, remarquables par le grand développement de leur massif ligneux centripète.

Le parcours de ces faisceaux diffère un peu de celui que nous avons observé chez le *Cycas Siamensis*. A la base de l'étamine, on trouve d'ordinaire cinq faisceaux placés côte à côte, dont un médian, un peu plus important. En descendant dans l'axe, ces cinq faisceaux s'unissent en un seul avant de se mettre en rapport avec la couronne libéro-ligneuse de l'axe. A cet effet, les deux branches latérales situées de chaque côté commencent par se jeter l'une sur l'autre ; puis les deux faisceaux ainsi formés s'unissent à leur tour au faisceau médian.

Le faisceau médian parcourt toute la région fertile de l'étamine, non seulement sans émettre de branches vers les sacs polliniques, ce qui est de règle chez les Cycadées, mais même sans se diviser. Il ne subit de segmentation qu'au moment où il entre dans l'écusson.

Les cordons vasculaires destinés aux sacs des bords des plages fertiles, naissent des faisceaux latéraux suivant le mode que nous avons observé chez *C. Siamensis*.

Si nous suivons les cordons qui correspondent aux sacs *médians*, en partant de la surface de l'étamine, c'est-à-dire en descendant, nous voyons qu'ils s'unissent les uns aux autres de manière à constituer un second arc de faisceaux disposé en arrière de l'arc principal. Les faisceaux postérieurs peuvent se terminer inférieurement de deux manières différentes : ou bien ils se jettent sur les rameaux latéraux de l'arc principal — c'est le mode de terminaison réalisé par la plupart de ces faisceaux — ou bien ils s'éteignent librement dans le tissu fondamental, comme on en voit un exemple sur la Fig. 26, p. 79.

CONCLUSIONS RELATIVES AUX CYCADÉES.

Les Cycadées ont une fleur mâle constituée exclusivement par des étamines, c'est-à-dire par des pièces fertiles ayant toutes la même valeur et remplissant les mêmes fonctions (1).

Les étamines sont insérées à la surface d'un axe central commun; elles sont disposées: en ordre *spirale* chez *Encephalartos*, *Macrozamia*, *Cycas*, en ordre *verticillé* chez *Ceratozamia*, *Dioon*, *Zamia*, *Stangeria*. Dans le premier cas, la disposition des étamines reste ordinairement la même sur toute la hauteur de la fleur; dans le second cas, au contraire, elle varie suivant le niveau.

L'étamine, *dans sa forme la plus simple*, consiste en une lame triangulaire, droite, sessile, d'épaisseur à peu près uniforme, portant à sa face inférieure des sacs polliniques nombreux répartis suivant deux larges plages contiguës. Dans ces plages, les sacs sont rapprochés par petits groupes, tout en conservant chacun une insertion indépendante.

Nous trouvons cette forme d'étamine réalisée chez *Macrozamia*.

Dans les autres genres, l'étamine subit diverses modifications qui portent :

- 1° Sur la région basilaire ;
- 2° Sur la région moyenne fertile ;
- 3° Sur la région terminale ou écusson.

Région basilaire. — Chez *Dioon*, *Stangeria*, *Encephalartos* et *Cycas* l'étamine est sessile, comme chez *Macrozamia*. Au contraire chez *Ceratozamia* et surtout chez *Zamia*, elle présente une portion pédicellaire cylindrique nettement différenciée du reste de la lame staminale.

Région fertile. — Le plus ordinairement les deux plages fertiles tendent à se rapprocher de la ligne médiane de l'étamine de manière à se fusionner plus ou moins complètement. Dans le seul genre *Zamia*, les deux plages s'écartent au contraire l'une de l'autre et restent séparées par toute la largeur du pédicelle.

(1) Les écailles stériles de la base des cônes représentent des étamines incomplètement développées, mais non des pièces différenciées dans un sens spécial, comme nous l'observerons chez les autres Gymnospermes.

Chez *Zamia* également, ainsi que chez *Dioon* et *Ceratozamia*, les plages fertiles s'étendent à droite et à gauche jusqu'au bord de la lame staminale. Partout ailleurs elles sont séparées des bords par une marge stérile.

L'étamine d'*Encephalartos* est la seule dont les sacs possèdent chacun un point d'insertion distinct, comme chez *Macrozamia*. Dans les autres genres, les régions d'insertion des sacs appartenant à un même sore se confondent en une insertion commune. Dans le cas particulier du *Zamia* les sores sont brièvement pédicellés.

Écusson. — L'écusson présente d'ordinaire à sa face inférieure une saillie constituant une sorte de talon qui dépasse plus ou moins le niveau d'insertion des sacs. Ce talon, à peine indiqué chez *Macrozamia* et *Cycas*, est très apparent chez les autres Cycadées, notamment chez *Zamia* et *Encephalartos*.

La forme de l'écusson varie, non seulement d'un genre à l'autre, mais même d'une espèce à l'autre dans un même genre. Ainsi l'étamine du *Cycas siamensis* possède un écusson triangulaire horizontal semblable à celui du *Macrozamia*, tandis que l'étamine du *Cycas circinalis* présente un écusson recourbé qui rappelle plutôt l'écusson dressé du *Dioon*. Chez les *Encephalartos*, l'écusson affecte tantôt la forme d'une courte pyramide tronquée, tantôt celle d'une longue baguette. Enfin, dans le seul genre *Ceratozamia*, nous avons observé toutes les transitions entre la forme de l'écusson à deux cornes divergentes, qui est la plus commune, et la forme à une seule pointe médiane.

Si nous tenons compte du rôle de protection que l'écusson remplit vis-à-vis des sacs polliniques, nous voyons que ses diverses formes peuvent être ramenées à deux principales, suivant que l'écusson est placé horizontalement dans le prolongement de la région fertile de l'étamine ou dressé verticalement. Dans le premier cas, les sacs ne sont abrités que par l'écusson de leur propre étamine (*Encephalartos*, *Macrozamia*, *Cycas siamensis*, *Ceratozamia*). Dans le second cas les étamines se recouvrent mutuellement, de sorte que les sacs de chacune d'elles se trouvent abrités par les écussons des étamines inférieures voisines. Nous avons là la première indication d'une tendance de l'appareil mâle à assurer la protection des sacs polliniques par des pièces différentes de celles qui les portent. Ce dispositif est réalisé d'une façon très nette chez *Stangeria*.

Les sacs polliniques s'ouvrent sur toute leur hauteur par une fente longitudinale. Dans chaque sore les lignes de déhiscence convergent toutes vers le centre du sore, aussi bien quand les insertions des sacs sont indépendantes que quand elles se confondent en une seule.

Chez toutes les Cycadées, le système libéro-ligneux de l'axe floral est représenté — au moins dans la portion supérieure de l'axe — par un cercle unique de faisceaux réparateurs en nombre égal à la somme des nombres d'hélices secondaires principales tant dextres que senestres figurées par les étamines au niveau considéré.

Cette disposition reste constante sur toute l'étendue de l'axe chez *Ceratozamia*, *Dioon*, *Zamia*, *Stangeria* et *Macrozamia*.

Chez *Encephalartos* et *Zamia*, la disposition se trouve compliquée, dans la portion inférieure de l'axe, par l'adjonction à la couronne vasculaire principale d'un système de petits faisceaux, médullaires (*Encephalartos*) ou corticaux (*Cycas*).

Les faisceaux sont constitués par un massif ligneux qui se développe dès le début en direction centrifuge et par un massif libérien composé de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses. La différenciation des deux sortes d'éléments libériens, très faible chez *Cycas*, *Encephalartos*, *Macrozamia* est déjà plus accusée chez *Dioon*, *Zamia* et *Ceratozamia*; elle atteint son maximum chez *Stangeria*.

Chez *Ceratozamia*, *Dioon*, *Zamia*, ainsi que chez *Stangeria*, les faisceaux sont souvent accompagnés vers l'intérieur par un certain nombre de *trachéïdes annexes*.

Les faisceaux de l'étamine possèdent une structure *diploxyllée* chez *Cycas*; partout ailleurs, ils sont constitués comme ceux de l'axe floral.

Ces faisceaux sont répartis suivant un arc qui s'étend sur toute la largeur de l'étamine. Chaque sore reçoit un rameau vasculaire qui se termine à la base du sore, sans pénétrer dans celui-ci. Les rameaux destinés aux sores sont fournis exclusivement par les faisceaux *latéraux* de l'arc staminal. Quand les deux plages fertiles sont largement fusionnées, il se forme d'ordinaire un petit arc postérieur de faisceaux inverses destinés à alimenter les sores de la région médiane de l'étamine (*Ceratozamia*, *Stangeria*, divers *Encephalartos*, *Cycas circinalis*).

Les faisceaux principaux de l'étamine se terminent en *pointe libre* tandis que les rameaux destinés aux sores se terminent en *ampoule*. Ceux-ci naissent des faisceaux principaux par division transversale chez le *Cycas*, par division radiale dans tous les autres genres.

Le plus ordinairement les faisceaux staminaux se réunissent inférieurement en *deux* faisceaux ou en deux groupes de faisceaux qui vont s'unir, dans l'axe floral, aux deux réparateurs situés à droite et à gauche du plan de symétrie de l'étamine. Le seul genre *Cycas* fait exception à cette règle ; son étamine possède un faisceau *médian* principal auquel aboutissent les autres faisceaux staminaux.

La paroi des sacs polliniques mûrs est constituée tantôt par une simple assise de cellules épidermiques, tantôt par un épiderme accompagné d'une couche de cellules hypodermiques. Comparé à l'épiderme du reste de l'étamine, l'épiderme des sacs présente deux caractères distinctifs qui suffisent à expliquer le phénomène de la déhiscence. Ce sont, d'une part, la lignification de la zone profonde des membranes et, d'autre part, la réduction de la zone externe cutinisée.

Chez *Ceratozamia*, *Dioon*, *Zamia*, *Stangeria* et *Cycas*, l'épiderme des sacs est caractérisé par la disposition des couches celluloses d'épaississement qui tendent à se localiser dans la portion *interne* de la membrane. Au contraire, chez *Encephalartos* et *Macrozamia*, les couches d'épaississement occupent surtout la portion *externe* des cellules épidermiques, c'est-à-dire qu'elles sont disposées comme dans les feuilles ordinaires. On peut en conclure que la différenciation de l'épiderme des sacs en tant qu'assise élastique est réalisée d'une façon moins complète chez *Encephalartos* et *Macrozamia* que chez les autres Cycadées.

Si nous essayons d'appliquer à la classification des Cycadées les données recueillies au cours de cette étude de l'appareil mâle, nous sommes conduits aux résultats suivants :

I. — Les *Cycas* se distinguent tout d'abord des autres Cycadées par la structure diploxylée de leurs faisceaux staminaux. Or on retrouve cette structure diploxylée des faisceaux dans la feuille chez toutes les Cycadées actuelles ; on la retrouve également dans la feuille et dans la tige chez diverses plantes fossiles dont dérivent selon toute apparence les Cycadées actuelles. La persistance de ce

caractère ancestral dans la fleur mâle des *Cycas*, à l'exclusion des autres *Cycadées*, nous indique que ce genre doit être placé à la base de la famille.

Les autres caractères distinctifs fournis par la fleur mâle des *Cycas* sont :

Le mode spécial d'émission des branches vasculaires en rapport avec les sacs polliniques ;

La présence d'un faisceau médian dans l'étamine.

II. — La parenté des *Encephalartos* et des *Macrozamia* est mise en évidence par deux caractères très nets empruntés à l'étamine, savoir :

L'insertion indépendante des sacs polliniques ;

L'analogie de structure de la paroi des sacs.

C'est dans ce petit groupe de Encéphalartées que l'appareil mâle se montre le moins différencié au point de vue physiologique.

III. — Les trois genres *Ceratozamia*, *Dioon* et *Zamia* se distinguent des *Cycadées* précédentes :

Par la disposition verticillée des étamines :

Par la suppression des marges stériles de l'étamine ;

Par la différenciation relativement élevée du liber ;

Par la présence de trachéides annexes au voisinage des faisceaux.

L'ensemble de ces caractères communs vient confirmer l'opinion de Miquel qui a proposé de réunir ces trois genres en un même groupe, celui des *Zamiées*.

IV. — La fleur mâle du *Stangeria* rappelle celle des *Zamiées* :

Par la disposition verticillée des étamines ;

Par la haute différenciation du liber et la présence de trachéides annexes au voisinage des faisceaux.

Par l'existence de marges stériles sur les bords de l'étamine, le *Stangeria* se rapproche au contraire des Encéphalartées.

DEUXIÈME PARTIE

CONIFÈRES.

HISTORIQUE.

L'appareil mâle des Conifères, comme celui des Cycadées, a été étudié tout d'abord par comparaison avec la fleur des Angiospermes. Comme pour les Cycadées également, les diverses opinions émises par les auteurs sur la valeur de cet appareil se laissent ramener à deux principales : l'hypothèse du cône-inflorescence et celle du cône-fleur.

LINNÉ (1) décrit le cône mâle de l'If et celui des Pins comme une fleur à étamine monadelphes et à périanthe simple. Chez les Cupressinées, au contraire, LINNÉ considère chaque pièce pollinifère du cône mâle comme une fleur distincte dans laquelle l'écaïlle terminale représente le calice, tandis que les loges polliniques figurent autant d'étamines réduites à leurs anthères.

Ainsi, pour LINNÉ, le cône mâle des Conifères serait tantôt une fleur, tantôt une inflorescence.

A.-L. DE JUSSIEU (2) adopte la même distinction, mais au lieu d'opposer, comme LINNÉ, les Cupressinées aux Pins, il rapproche ces deux groupes, en attribuant à leurs cônes mâles la valeur d'inflorescences, tandis qu'il fait du cône de l'If une fleur simple. D'après DE JUSSIEU, la fleur mâle de l'If posséderait un véritable calice représenté par les écailles de la base du cône et sur lequel viendraient s'insérer de nombreuses étamines à anthères libres et à filets soudés en colonne. Dans les cas de Cupressinées et des Abiétinées, la fleur, constituée par deux étamines, réduites chacune à une loge d'anthère, serait dépourvue de calice et disposée à la

(1) LINNÉ. *Genera plantarum*.

(2) A. L. DE JUSSIEU. *Genera plantarum*, 1791.

partie inférieure d'une écaille, de sorte qu'il y aurait sur le cône autant de fleurs distinctes que d'écailles fertiles. Le même auteur s'est basé sur cette différence d'organisation florale pour diviser les Conifères en deux sections qu'il définit de la manière suivante :

1^{re} SECTION : *Calix staminifer* (*Taxus*, avec *Ephedra* et *Casuarina*).

2^e SECTION : *Calix nullus, Squamæ staminiferæ* (Cupressinées, Araucariées, Abiétinées).

L'interprétation de A.-L. DE JUSSIEU est adoptée par la plupart des botanistes de la fin du siècle dernier et du commencement de celui-ci (1) jusqu'en 1826, année où paraît le Mémoire de L.-C. et A. RICHARD (2).

Les auteurs de cet important travail repoussent la distinction établie par LINNÉ et DE JUSSIEU entre l'If et les autres Conifères. Pour les RICHARD, les pièces qui portent le pollen représentent chez toutes les Conifères, autant de fleurs distinctes et le cône entier un chaton. Les différences qu'on relève entre les genres seraient dues simplement aux divers modes de disposition des fleurs. Les auteurs distinguent à cet égard trois types principaux. Dans le premier cas, la fleur mâle est placée à la face inférieure d'une écaille *dressée* ; c'est le dispositif le plus fréquent et celui que l'on observe chez les Araucariées, les Abiétinées et les Cupressinées. D'autre fois la fleur occupe la face interne d'une écaille *petlée* ; c'est le cas du *Taxus*. Enfin l'écaille peut manquer ; les fleurs sont alors insérées directement sur l'axe du cône ; ce dernier dispositif serait propre à quelques *Podocarpus*.

BARTLING (3), en 1830, et, plus récemment, M. PARLATORE (4) reproduisent l'interprétation des RICHARD.

LINDLEY (5) considère également le cône mâle comme une inflorescence, mais il se refuse à attribuer une valeur différente aux loges polliniques et à l'écaille qui les porte. Pour lui chaque pièce

(1) GERTNER. *De fruct. et sem. plant.*, 1791. — MIRBEL. *Ann. Museum T.* 15. — *Eléments de physiologie végét. et de bot.*, 1815.

(2) L. C. et A. RICHARD. *Mémoire sur les Conifères et les Cycadées*, 1826. — V. aussi : A. RICHARD. Article *Conifères* du *Dict. class. d'hist. nat.*, T. 5.

(3) BARTLING. *Ordin. natural. plant.*, Gœttingue, 1830.

(4) PARLATORE. *Bulletin de la Soc. bot. de France*, T. 8, 1861, et article *Conifères* (in *Prodrome D.C.*).

(5) LINDLEY. *A. nat. syst. of bot. veg. kingdom*, London, 1836.

pollinifère représente dans son ensemble une fleur monandre et la lame qui termine habituellement cette pièce « n'est qu'une portion inaltérée de l'écaille dont chaque étamine est formée ». L'étamine correspondrait, d'après LINDLEY, à l'écaille ovulifère du cône femelle.

ENDLICHER (1) partage la même manière de voir. On la retrouve également dans les descriptions de CARRIÈRE (2).

La théorie de l'inflorescence, formulée plus ou moins nettement par les auteurs que nous venons de citer, a été combattue par un certain nombre de botanistes.

Dès 1763, ADANSON (3) étend à l'ensemble des Conifères l'interprétation proposée par LINNÉ pour le seul genre *Taxus* et attribue à toutes les plantes qu'il réunit dans sa famille des Pins (4) : « une fleur mâle composée d'un calice et de 3 à 100 étamines réunies par leurs filets en une colonne qui porte les anthères ».

ROBERT BROWN (5), sans se prononcer d'une façon absolue, semble disposé à admettre que le cône entier n'est qu'une seule fleur, mais il hésite sur la question de savoir si les écailles du cône représentent seulement des anthères ou bien des étamines complètes.

En 1837, HUGO MOHL (6) reprend la discussion en se basant sur le principe de la métamorphose. Son argumentation peut se résumer ainsi : Etant donné que l'étamine est une feuille modifiée, on doit inversement considérer comme étamine toute pièce pourvue de sacs polliniques et ayant la valeur d'une feuille. Ce point établi, MOHL montre, par des exemples empruntés à des cônes hermaphrodites de Pins, que les écailles du cône mâle correspondent par leur position aux feuilles réduites qui accompagnent les écailles ovulifères du cône femelle ; il conclut de là à la nature foliaire des écailles mâles. Ces écailles, dit-il, sont bien des étamines, non pas soudées par leurs filets, mais disposées à la surface de l'axe comme les feuilles sur la

(1) ENDLICHER. *Genera plantarum*, 1836-50.

(2) CARRIÈRE. *Traité général des Conifères*, Paris, 1855 et 1867.

(3) ADANSON. *Familles des plantes*, Paris, 1763.

(4) Comprenant : *Pinus*, *Larix*, *Abies*, *Thuja*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Taxus*, avec *Ephedra*, *Casuarina* et *Equisetum*.

(5) ROB. BROWN. *Character of Kingia, with observations on its ovulum and the female flower of Cycadææ and Coniferæ* (London 1825).

(6) HUGO VON MOHL. *Über die männlichen Blüthen der Coniferen* (Verm. Schr. Tübingen, 1837).

tige (1) et le cône entier constitue une seule fleur. Dans la dernière partie de son travail, H. MOHL discute les objections qui peuvent être faites à sa manière de voir. Il montre notamment que les deux caractères par lesquels le cône mâle des Conifères semble s'écarter le plus du type habituel de la fleur, c'est-à-dire la forme allongée de l'axe et la multiplicité des loges de l'anthère, se rencontrent également chez un certain nombre d'Angiospermes.

L'interprétation de MOHL, adoptée plus tard par EICHLER (2), puis par AL. BRAUN (3), s'est trouvée pleinement confirmée par les recherches anatomiques de M. STRASBURGER. Dans son Mémoire célèbre sur les Conifères et les Gnétacées (4), le professeur de Bonn décrit en détail la structure et le mode de développement de l'appareil mâle chez le *Pinus Pumilio* et passe en revue par comparaison les principales variations qui se produisent dans le groupe, notamment au point de vue de la forme de l'étamine et du nombre des sacs polliniques. La fleur du *Taxus*, qui s'éloigne plus que toute autre de la forme prise comme type, est l'objet d'une description spéciale. En ce qui concerne le pollen, M. STRASBURGER étudie la segmentation de la masse interne des grains et le mode de formation du tube germinatif. Il montre que ce tube est toujours fourni par la plus grande cellule du grain de pollen et non pas, comme SCHACHT l'avait avancé (5), tantôt par cette grande cellule et tantôt par un des petits éléments de la masse cellulaire dorsale du grain.

En 1875, EICHLER (6) signale les divers modes de groupement affectés par les cônes mâles chez un certain nombre de Conifères. Il distingue à cet égard l'inflorescence en épi (*Podocarpus spicata* et *Cephalotaxus*), ombelliforme (*Podocarpus Sellowii*) et racémi-

(1) Déjà en 1810, MIRBEL avait émis la même hypothèse d'une manière très nette : « Les écailles qui portent les anthères des genévriers, des cyprès, des thuyas, des pins, des sapins, sont distribuées autour de leur axe, comme les feuilles autour des branches ; elles ont aussi la forme des feuilles, et l'on peut croire que ce sont des feuilles métamorphosées ». (*Obs. sur la fam. des végét. Conif.* Ann. du Museum, vol. 10).

(2) EICHLER. *Flora brasiliensis*, art. Conifères.

(3) AL. BRAUN. *Ueber eine Missbildung von Podocarpus Chinensis* (Monatsb. der Berl. Akad. 1869).

(4) ED. STRASBURGER. *Die Coniferen und die Gnetaceen* (Iena, 1872).

(5) SCHACHT. *Ueber den Bau einiger Pollenkörner* (Jahrbuch. für. wiss. Bot. II, 1860).

(6) EICHLER. *Blühendiagramme* (1875).

forme (*Taxodium*). L'ouvrage d'EICHLER offre, en outre, sous forme de diagrammes, les principales dispositions réalisées par les étamines à la surface de l'axe.

Dans ces dernières années, il n'a été publié, à notre connaissance, aucun travail original sur l'ensemble de l'appareil mâle des Conifères. Comme recherches de détail, nous ne voyons à signaler que les indications fournies par M. LECLERC DU SABLON (1) concernant le mécanisme de la déhiscence de l'étamine chez l'If et chez les Pins.

Nous aurons à revenir plus loin sur le travail de M. LECLERC DU SABLON, quand nous étudierons cette question.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE L'APPAREIL MÂLE DES CONIFÈRES.

Les Conifères possèdent une fleur mâle en forme de cône dont la longueur peut varier de quelques millimètres à 12 centimètres et au delà. Cette fleur se compose d'étamines fertiles et d'écailles stériles, disposées en ordre spiralé ou verticillé à la surface d'un axe commun, les écailles stériles étant situées au-dessous des étamines.

L'étamine affecte des formes extrêmement variées. Tantôt elle consiste en une écaille triangulaire pourvue de sacs polliniques sur sa face inférieure et rappelant tout à fait, avec de moindres dimensions, l'étamine des Cycadées ; tantôt, au contraire, elle se réduit à un simple groupe de sacs portés par un court pédicelle. Ces deux dispositifs extrêmes sont reliés l'un à l'autre par de nombreuses formes intermédiaires.

L'étamine des Araucariées est celle qui se rapproche le plus du type Cycadéen. Cette étamine, de forme peltée, se compose d'une portion pédicellaire horizontale à laquelle fait de suite un écusson dressé verticalement qui se prolonge au-dessous du pédicelle en une lame descendante analogue au talon de l'étamine des Cycadées. A la face interne de la lame descendante de l'écusson s'insèrent de trois à vingt sacs cylindriques, allongés, disposés horizontalement au-dessous du pédicelle.

(1) LECLERC DU SABLON. *Structure et déhiscence des anthères* (Ann. des Sc. nat., 7^e s., T. 1, 1885).

Chez les Taxodiées et les Séquoiées l'étamine perd sa forme peltée par suite de la disparition de la lame descendante de l'écusson. Les sacs, plus courts que ceux des Araucariées, sont suspendus verticalement au-dessous de l'écusson.

La forme peltée reparaît chez les Cupressinées, mais ici la lame descendante de l'écusson reste indépendante des sacs qu'elle ne fait que recouvrir plus ou moins complètement. Les sacs, globuleux comme chez les Taxodiées et les Séquoiées, sont fixés dans l'angle inférieur de l'écusson ou sous le pédicelle staminal.

L'étamine des Abiétinées porte deux sacs cylindriques disposés horizontalement et parallèlement au pédicelle (1). Sa forme générale rappelle celle de l'étamine des Araucariées, mais, tandis que chez les Araucariées les sacs restent libres sur toute leur longueur, chez les Abiétinées ils adhèrent latéralement l'un à l'autre ainsi qu'un pédicelle qui les réunit à la manière d'un connectif.

L'étamine des Podocarpées se distingue des précédentes par l'extrême brièveté de sa région pédicellaire. Les sacs polliniques, de forme globuleuse, ordinairement au nombre de deux, s'insèrent très près du point d'attache de l'étamine; ils adhèrent largement à la lame staminale et sont reliés l'autre par un connectif.

Chez les Podocarpées, de même que chez les Abiétinées, la lame descendante de l'écusson fait défaut; l'écusson n'est plus représenté que par sa portion dressée, laquelle peut elle-même se réduire à un simple bouton dépassant à peine le niveau des sacs. L'écusson staminal est également très réduit chez *Cephalotaxus* et *Ginkgo*, et finit par disparaître complètement chez *Taxus*. L'étamine de *Cephalotaxus* et celle de *Ginkgo* ont leurs sacs indépendants, tandis que chez *Taxus* ils sont unis les uns aux autres ainsi qu'au pédicelle; c'est une différence du même ordre que celle qu'on observe entre les étamines des Araucariées et des Abiétinées. Enfin, dans le cas du *Taxus*, les sacs polliniques, au lieu d'être localisés à la face inférieure de l'étamine, sont répartis également sur ses deux faces. Par ce dernier caractère, l'étamine du *Taxus* s'écarte plus que toute autre du type Cycadéen primitif et constitue une forme aberrante parmi les Conifères.

(1) Au moins dans la plupart des genres. Nous avons surtout en vue ici les grandes étamines des Pins et des Cèdres qui représentent manifestement la forme primitive de l'étamine des Abiétinées.

EXPOSÉ DES RECHERCHES.

SOMMAIRE.

Nous diviserons cette partie de notre travail en six chapitres :

Dans le *premier* chapitre, nous examinerons l'appareil mâle des Araucariées (*Araucaria* et *Dammara*);

Dans le *deuxième* chapitre, celui des Abiétinées.

Le *troisième* chapitre sera subdivisé en deux sections consacrées : la première, aux Conifères qui composent le groupe des Taxodiées de PARLATORE (1), la seconde, aux Cupressinées.

L'appareil mâle des *Podocarpus* et des genres voisins *Dacrydium*, *Saxe-Gothea*, *Phyllocladus* fera l'objet du *quatrième* chapitre.

Dans le *cinquième* chapitre, nous étudierons les Taxinées vraies (*Cephalotaxus*, *Torreya*, *Taxus*).

Enfin le *sixième* chapitre sera réservé au *Ginkgo*, seul représentant actuel du groupe des Salisburiées.

(1) *Sciadopitys*, *Sequoia*, *Cunninghamia*, *Arthrotaxis*, *Cryptomeria*, *Taxodium*. Nous avons dû laisser de côté, faute de matériaux, *Widdringtonia* et *Glyptostrobus*.

CHAPITRE PREMIER.

ARAUCARIÉES.

Les Araucariées rappellent les Cycadées par leurs fleurs mâles de grande taille composées presque uniquement de pièces fertiles, ainsi que par leurs étamines à portion végétative très développée et à sacs polliniques relativement nombreux. Par la structure de l'étamine et notamment la disposition de l'appareil libéro-ligneux, les Araucariées offrent également avec les Cycadées une ressemblance que nous ne verrons réalisée au même degré chez aucune autre Conifère. C'est donc par cette famille qu'il convient de commencer.

ARAUCARIA Jussieu.

Le genre *Araucaria* a été divisé par ENDLICHER, en deux sous-genres : les *Eutacta* et les *Colymbea*.

Les *Araucaria* de la section *Eutacta* possèdent deux sortes de rameaux : les uns à feuilles étroites et épaisses (rameaux stériles), les autres à feuilles relativement larges et minces (rameaux fertiles). Les écailles du cône femelle des *Eutacta* sont munies de deux expansions latérales aliformes. A la germination, les cotylédons sont épigés.

Les *Araucaria* du sous-genre *Colymbea* ont des rameaux tous semblables entre eux, à feuilles minces, allongées. Les écailles du cône femelle sont dépourvues d'ailes. A la germination, les cotylédons restent hypogés.

Nous prendrons comme exemple de la fleur mâle des *Araucaria* celle de l'*Araucaria Cookii*, espèce appartenant à la section *Eutacta*.

1^{re} Section. — EUTACTA.**Araucaria Cookii** R. Brown.

EXTÉRIEUR.

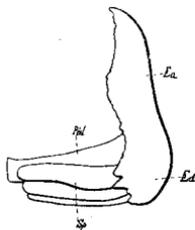
Les cônes mâles, de forme cylindrique, mesurent de 40 à 60 mill. de longueur sur 15 mill. de diamètre moyen. Ils naissent à l'extrémité des jeunes rameaux latéraux à feuilles larges (Pl. X, fig. 1). Ordinairement chaque rameau ne porte qu'un seul cône *terminal*; quelquefois pourtant, il se développe, à la base même du cône terminal, un second cône, latéral par rapport au premier.

Le rameau florifère présente, dans sa région inférieure, des feuilles disposées suivant une divergence dextre $\frac{3}{8}$. En approchant du sommet du rameau, les feuilles se réduisent peu à peu et se transforment en de petites écailles brunes, triangulaires, que nous désignerons sous le nom de *bractées florales*, en raison de la position qu'elles occupent à la base de la fleur. Les bractées, à leur tour, passent insensiblement aux étamines. Celles-ci sont très nombreuses, étroitement serrées les unes contre les autres; dans la région moyenne du cône, elles sont généralement distribuées suivant une spire dextre $\frac{8}{12}$ (1). On n'observe aucune solution de continuité entre les feuilles vertes et les bractées florales d'une part et les bractées et les étamines d'autre part.

L'étamine offre une forme peltée. Elle se compose d'un *pédicelle* long et étroit, disposé horizontalement, qui va en s'aplatissant et en s'amincissant à partir de son point d'insertion sur l'axe floral, et d'un *écusson* large, triangulaire, placé verticalement à l'extrémité du pédicelle (Fig. 27 et 28).

Fig. 27. — Etamine d'*Araucaria Cookii* vue de profil.

Gr. $\frac{5}{1}$. *Ped.*, pédicelle de l'étamine; *Sp*, sacs polliniques; *Ea*, lame ascendante de l'écusson; *Ed*, lame descendante de l'écusson.



(1) Désignons, comme nous l'avons fait pour les Cycadées, le nombre le plus élevé d'hélices secondaires principales par a et le plus petit par b . Ordinairement $a = 13$ et $b = 8$ (divergence $\frac{8}{21}$). Nous avons trouvé aussi $a = 13$, $b = 9$ (divergence $\frac{5}{22}$) et $a = 13$, $b = 10$ (divergence $\frac{7}{23}$).

L'écusson, vu de l'extérieur, affecte une forme bombée irrégulièrement triangulaire. Vu par sa face interne, il laisse reconnaître

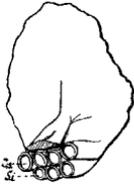


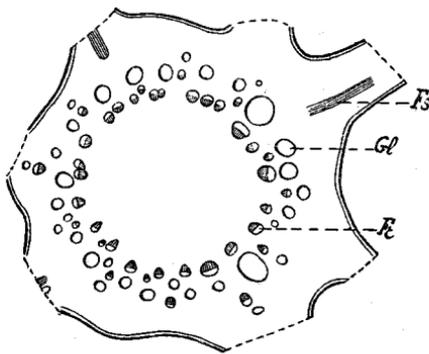
FIG. 28. — Etamine d'*Araucaria Cookii* vue par la face interne. Les sacs polliniques et le pédicelle ont été coupés transversalement vers le milieu de leur longueur. Gr. $\frac{5}{1}$. Ss, sacs du rang supérieur; Si, sacs du rang inférieur.

deux régions distinctes, l'une supérieure, l'autre inférieure au niveau d'insertion du pédicelle.

La région supérieure correspond à la *lame ascendante ou dressée* de l'écusson qui constitue la portion plus spécialement protectrice de l'étamine. La région inférieure correspond à la *lame descendante ou réfléchie* de l'écusson et représente la portion fertile de l'écaille staminale; elle est plus petite et plus épaisse que la précédente.

La lame descendante de l'écusson porte, sur sa face interne, de sept à neuf sacs polliniques, réparties en deux rangées superposées. Ces sacs présentent la forme de longs cylindres grêles, fixés par une extrémité, libres sur toute leur longueur. Ils s'étendent de l'écusson vers le point d'attache de l'étamine, parallèlement au pédicelle qui les recouvre en partie.

A la maturité de la fleur, chaque sac s'ouvre longitudinalement suivant une ligne qui s'étend de la base au sommet du sac. Les lignes de déhiscence sont disposées en sens inverse dans les deux rangées de sacs. Les sacs du rang inférieur s'ouvrent *vers le haut* et ceux du rang supérieur *vers le bas*, c'est-à-dire vers les sacs du rang opposé.



STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 29). — L'axe floral représente la terminaison du rameau qui porte le cône. Il offre une section transversale circulaire limitée par une assise de cellules épidermiques très petites, isodiamétriques, faiblement épaissies

FIG. 29. — Axe floral d'*Araucaria Cookii*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{10}{1}$.

sur leur face externe (Pl. X, fig. 3). L'épiderme est dépourvu de poils et de stomates.

Il n'y a pas d'hypoderme.

Le tissu fondamental (écorce et moelle) est constitué en majeure partie par de grandes cellules polygonales à parois minces. On trouve en outre dans tout ce tissu des glandes unicellulaires à tannin et des sclérites. Les cellules à tannin se distinguent immédiatement des éléments environnants par leur contour arrondi et leur coloration brune ; elles sont très nombreuses, on les rencontre surtout dans la portion périphérique de l'écorce et au voisinage des faisceaux. Les sclérites sont de grandes cellules fortement épaissies et irrégulièrement ramifiées ; ils sont dispersés sans ordre au sein du parenchyme ; leurs prolongements, dirigés dans tous les sens, restent assez courts (Pl. X, fig. 2 et 3). La présence de ces sclérites n'est pas spéciale à l'axe floral, toutefois on remarque qu'ils y sont beaucoup plus abondants que dans les rameaux ordinaires. Dans l'axe même, leur nombre va en augmentant à mesure qu'on se rapproche du sommet de la fleur.

L'écorce contient des glandes résinifères qui correspondent assez régulièrement aux faisceaux principaux (Fig. 29). Si l'on suit ces glandes sur des coupes successives, on voit qu'elles communiquent les unes avec les autres de manière à former un système continu de canaux résinifères. Chaque faisceau sortant est accompagné extérieurement d'une glande résinifère émise par l'une des deux grosses glandes voisines. Il n'y a pas de glandes résinifères dans la moelle.

Le tissu libéro-ligneux est représenté par une couronne de faisceaux réparateurs normalement orientés, séparés par des bandes de tissu fondamental. Chaque faisceau présente, de l'intérieur vers l'extérieur (Pl. X, fig. 4):

Un petit massif trachéen dont les éléments les plus anciens se montrent ordinairement dissociés à la maturité de la fleur et remplacés par une lacune ;

Du bois secondaire composé de deux à cinq assises de fibres portant sur leurs faces radiales une seule rangée de ponctuations aréolées ;

Un massif de liber secondaire dont les éléments, tous semblables entre eux, sont munis de fines ponctuations distribuées en plages irrégulières ;

Une lame de petites cellules écrasées représentant le liber primaire. Il n'y a pas de gaine différenciée autour des faisceaux.

Les faisceaux réparateurs cheminent à peu près verticalement en émettant de distance en distance des cordons libéro-ligneux destinés aux étamines (Fig. 30). Les branches sortantes ne se distinguent des

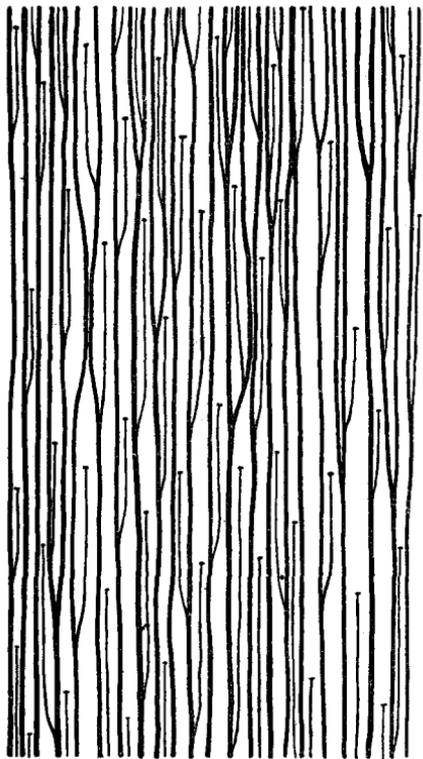


FIG. 30. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe floral d'*Araucaria Cookii*.

faisceaux principaux que par leur plus petit volume et la réduction des développements secondaires. Chacune d'elles naît de l'un des deux réparateurs voisins du point d'insertion de l'étamine, tantôt de celui de droite, tantôt de celui de gauche, sans qu'il y ait de règle fixe à cet égard.

Le nombre des faisceaux réparateurs qu'on rencontre à un niveau donné est en rapport avec la disposition des étamines. Dans la partie moyenne du cône où les étamines sont généralement disposées suivant $\frac{8}{21}$, le nombre des faisceaux est ordinairement de 21, c'est-à-dire égal au dénominateur de la fraction de divergence. Nous avons déjà eu occasion de signaler cette relation à propos des Cycadées.

Étamine. — *Pédicelle* (Pl. X, fig. 8 et 10). — La section transversale du pédicelle est irrégulièrement triangulaire. Le sommet de ce triangle répond à la face supérieure de l'organe. Sa surface est revêtue par une assise épidermique mince, sans poils ni stomates. Au-dessous, se trouve une masse de tissu fondamental constitué par de grandes cellules de parenchyme auxquelles se mêlent un petit nombre d'éléments sclérifiés. Contrairement à ce qu'on observe sur l'axe floral, les sclérites du pédicelle staminal ne sont pas ramifiés, mais simplement allongés en fibres cylindriques.

Le pédicelle possède un faisceau unique, médian, normalement orienté. Ce faisceau est accompagné extérieurement tantôt de deux, tantôt de trois glandes résinifères provenant de la ramification de la glande unique fournie par l'axe.

Écusson. — Le faisceau staminal parcourt toute la longueur du pédicelle sans se diviser. En entrant dans l'écusson, il se partage en quatre branches sensiblement égales, dont trois se rendent dans la lame dressée de l'écusson tandis que la quatrième descend vers la portion réfléchie (Pl. X, fig. 6 et 7, *Fa* et *Fd*). On observe, d'une étamine à une autre, quelques différences dans le mode d'émission de ces branches :

Tantôt le faisceau staminal émet simultanément trois branches, dont une médiane et deux latérales, destinées à la lame dressée de l'écusson. Puis, de la branche ascendante médiane et un peu au-dessus de son point d'origine se détache une quatrième branche qui descend vers la lame réfléchie (Pl. X, fig. 6).

D'autres fois, le faisceau principal fournit à la fois deux branches ascendantes et une branche descendante. L'une des branches ascendantes reste simple, tandis que l'autre se bifurque ; on retrouve ainsi dans la lame dressée de l'écusson trois branches distinctes, comme dans le cas précédent (Pl. X, fig. 7).

Il peut arriver enfin que la branche descendante naisse isolément du faisceau principal, au-dessous de l'origine des branches ascendantes.

Ce sont là de légères variantes d'un même dispositif. D'autres différences plus importantes résident dans la structure et le mode de terminaison des faisceaux ascendants comparés au faisceau descendant.

Les faisceaux ascendants se comportent à tous les égards comme les faisceaux foliaires de la même plante. Ils sont formés d'un petit nombre d'éléments ligneux et libériens normalement orientés. Au voisinage de chaque faisceau on trouve deux groupes latéraux de cellules annexes, à parois lignifiées, ou *trachéïdes annexes* (1),

(1) Nous conservons, comme nous l'avons dit à propos des Cycadées, à ces productions le nom général de *trachéïdes* déjà employé par DE BARY. Le même tissu a été décrit également sous les noms de : *tissu de transfusion* (H. MOHL), *tissu aréolé et réticulé* (M. BERTRAND), *sclérenchyme péricyclique* (M. DAGUILLON). Ces éléments font partie des productions que M. VAN TIEGHEM a désignées sous le nom de *métaxylème* ; dans le cas particulier des Conifères, M. VAN TIEGHEM leur donne le nom de *vaisseaux périodesmiques*, en raison de leur situation.

dont le nombre va en augmentant, du pédicelle vers le sommet de l'écusson, à mesure que le nombre des éléments propres du faisceau diminue. Les trachéides annexes, présentent les mêmes ornements que les vaisseaux du bois secondaire (1). Celles-ci consistent en de nombreuses punctuations aréolées disposées en rangées très régulières.

Les faisceaux ascendants se terminent librement, en pointe, au sein du tissu fondamental, en commençant par les branches latérales.

Le faisceau descendant est dépourvu de trachéides. A son origine, ce faisceau est normalement orienté, mais il prend bientôt une allure indéterminée et se présente alors sous la forme d'une petite masse ligneuse entourée d'une couronne mince de liber. Le faisceau chemine ainsi dans la lame réfléchie de l'écusson en se rapprochant de la face interne de cette lame, puis va se terminer, dans la portion du tissu fondamental située sous les sacs polliniques, en s'épanouissant en un large massif de cellules courtes et globuleuses.

Comme on le voit, nous retrouvons dans l'étamine de l'*Araucaria* les deux sortes de faisceaux déjà observés chez les Cycadées: les uns, à terminaison en pointe, destinés à la portion végétative de l'étamine, les autres, à terminaison en ampoule, en rapport avec les sacs polliniques.

Lame dressée de l'écusson. — Les deux faces de cette lame sont tapissées par un épiderme formé de très petites cellules disposées en files parallèles. L'épiderme externe a des éléments fortement épaissis sur leur face libre; il présente des stomates peu nombreux localisés dans le voisinage de la ligne médiane de l'organe. L'épiderme interne est dépourvu de stomates. Sur les bords et au sommet de l'écusson, les deux épidermes se confondent en une assise unique dont les cellules marginales se prolongent latéralement en petites dents peu saillantes.

Au-dessous de l'épiderme interne, se trouve une assise discontinue de fibres cylindriques allongées (Pl. X, fig. 9). Des fibres semblables se rencontrent çà et là dans toute l'épaisseur du parenchyme fondamental, ainsi que des sclérites rameux, semblables à ceux de l'axe floral. On retrouve également dans l'écusson les grandes cellules

(1) C'est une règle générale chez les Conifères.

cylindriques à tannin déjà observées dans l'axe floral ; elles forment une couche épaisse continue sous l'épiderme externe et une couche mince sous l'épiderme interne ; elles sont moins abondantes dans la portion moyenne du parenchyme.

Lame réfléchie de l'écusson. — La lame réfléchie porte, comme on l'a dit plus haut, des sacs polliniques qui occupent toute l'étendue de sa face interne. Cette face ne possède donc pas d'assise épidermique propre. Sur sa face externe la lame réfléchie de l'écusson présente un épiderme bien développé qui se continue directement avec l'épiderme externe de la lame dressée et offre les mêmes caractères que celui-ci. Entre cet épiderme et la région d'insertion des sacs polliniques se trouve une masse importante de tissu fondamental semblable à celui de la lame dressée et parcouru par la branche descendante du faisceau staminal.

Bractée florale. — Les bractées florales représentent par leur structure, comme par la place qu'elles occupent à la surface du rameau florifère, la transition entre les feuilles ordinaires et les étamines.

Chaque bractée, vue en section transversale, offre, suivant le niveau, cinq à neuf faisceaux disposés en arc et provenant de la ramification d'un même faisceau primitif. La ramification commence à la base de l'organe (1). A cet effet, le faisceau provenant de l'axe floral commence par émettre deux branches latérales, puis continue à s'élever dans le plan médian de la bractée et se termine, après avoir fourni deux nouvelles branches à droite et à gauche. Les branches latérales inférieures se divisent, presque dès leur origine, chacune en deux nouvelles branches qui peuvent se bifurquer à leur tour. D'ordinaire les branches latérales supérieures ne se divisent pas.

La disposition de l'appareil résinifère correspond à celle de l'appareil libéro-ligneux ; on trouve en effet sous chaque faisceau un canal résinifère provenant de la ramification d'un canal primitivement simple.

L'épiderme et le tissu fondamental présentent les mêmes caractères que sur la lame dressée de l'écusson staminal. L'épiderme se distingue de celui des feuilles ordinaires par l'épaisseur beaucoup

(1) Dans les feuilles ordinaires, le faisceau commence à se diviser avant de quitter la tige, de sorte que la feuille reçoit *en apparence* plusieurs faisceaux.

moindre des couches cuticulaires ainsi que par la disposition différente des stomates; tandis que dans la feuille les cellules stomatiques sont enchâssées dans des antichambres très profondes, on n'observe dans la bractée florale et dans l'écusson staminal qu'une dépression peu marquée de la surface au niveau de chaque stomate. Enfin on ne retrouve ni dans la bractée ni dans l'étamine la différenciation du tissu fondamental en parenchyme en palissade et en parenchyme rameux qui caractérise les feuilles ordinaires.

Sac pollinique. — La paroi du sac complètement développé comprend trois couches distinctes (Pl. X, fig. 12):

- 1° Un épiderme;
- 2° Une assise moyenne sous-épidermique;
- 3° Une assise interne.

Epiderme. — Les éléments épidermiques sont huit à dix fois plus longs que larges et orientés suivant la plus grande dimension du sac. Les cloisons cellulaires, normales à la surface, portent de distance en distance des épaissements qui se présentent, sur les cellules vues de face, sous la forme de demi-cercles brillants. Ces ornements font fortement saillie dans l'intérieur de chaque cellule; ils alternent à peu près régulièrement d'une cellule à la cellule voisine, de part et d'autre de la cloison commune.

Les mêmes éléments, examinés en section transversale, offrent des différences de calibre analogues à celles que nous avons rencontrées dans le sac pollinique des Cycadées. Les régions où les cellules atteignent leur plus grande hauteur constituent quatre arêtes à la surface de la paroi.

Chaque cellule présente une membrane superficielle uniformément mince, généralement concave vers l'extérieur. Les ornements des faces latérales vont en augmentant d'épaisseur de la surface vers le fond de la cellule; toutefois ils ne se réunissent pas d'une face à l'autre et restent séparés par une portion de membrane mince (Pl. X, fig. 13 et 14). Vus en section longitudinale, ils affectent la forme de triangles dont la base repose sur la membrane interne.

L'emploi des réactifs ordinaires fournit les indications suivantes sur la constitution des cellules épidermiques:

La portion superficielle de la membrane externe est légèrement *cutinisée*;

Les portions minces des cloisons radiales et la cloison interne sont faiblement *lignifiées* ;

Les ornements des cloisons latérales sont formés de *cellulose pure*, de même que la portion interne de la cloison externe.

L'épiderme, soumis à la dessiccation, se raccourcit à la fois suivant la largeur et *suivant la longueur* de ses cellules, contrairement à ce qu'on observe chez les Cycadées, où la contraction longitudinale est extrêmement faible, relativement à la contraction transversale. Cette différence résulte, selon toute apparence, de la disposition variable des masses d'épaississement qui, dans le cas des Cycadées, sont réparties uniformément sur toute la longueur des éléments épidermiques, tandis que, chez l'*Araucaria*, elles forment des bandes *transversales* distinctes. Etant donnée la direction de ces bandes, on conçoit que leur contraction ait surtout pour effet de réduire la longueur des cellules. Le retrait peut atteindre le quart ou même le tiers de la longueur primitive de ces éléments.

Assise moyenne. — L'assise sous-épidermique est composée de cellules volumineuses, allongées parallèlement aux cellules épidermiques et alternant assez régulièrement avec ces dernières. En section transversale, ces cellules offrent un contour à peu près circulaire ; elles sont limitées par une membrane cellulosique mince dépourvue d'ornementations.

Les éléments de l'assise moyenne sont remplis d'une matière semi-liquide, de couleur brune, riche en tannin. Si l'on pratique une coupe transversale un peu épaisse de la paroi du sac et que l'on provoque sa dessiccation rapide — par exemple en le plaçant dans la glycérine concentrée après l'avoir laissé séjourner quelques instants dans l'eau pure — on voit le contenu de cette cellule sous-épidermique se fendre sur toute la largeur de la cellule, ce qui indique qu'il se contracte inégalement. De plus on constate que les fentes sont toujours dirigées parallèlement à la surface de la paroi du sac (Pl. X, fig. 14), d'où l'on peut conclure que la faculté de contraction varie suivant une direction perpendiculaire à l'allongement des cellules.

La couche sous-épidermique comprend deux rangées de cellules dans les régions qui correspondent aux arêtes, et une seule rangée sur le reste de la paroi. Elle manque dans la région de la ligne de déhiscence (Pl. X, fig. 13).

Assise interne. — L'assise interne est constituée, sur le sac mûr, par une mince couche de cellules aplaties qui représentent les restes du tissu nourricier du pollen.

Déhiscence. — Le sac pollinique, soumis à la dessiccation, commence par se déchirer longitudinalement suivant la ligne de moindre résistance de la paroi ; puis les deux bords de la fente ainsi produite s'écartent rapidement de manière à mettre la masse pollinique en liberté. En même temps, le sac se raccourcit fortement et finit par s'enrouler sur lui-même vers l'intérieur (Pl. X, fig. 11, a, b, c).

Il se produit donc ici deux mouvements distincts de la paroi :

D'une part, dans le sens *transversal*, un mouvement de courbure *vers l'extérieur*, lequel a pour effet de provoquer la rupture de la paroi ;

D'autre part, dans le sens *longitudinal*, un mouvement de courbure *vers l'intérieur*, d'où résulte l'enroulement du sac.

La courbure *transversale* s'explique aisément. Elle est due, ici comme chez les Cycadées, à la contraction inégale des deux faces de l'épiderme, la face externe purement cellulosique (1) se contractant plus que la face interne lignifiée. Comme chez les Cycadées également, le mouvement de courbure se trouve limité par la présence des *arêtes*, de sorte que la paroi ne se renverse pas complètement. Quant à l'assise sous-épidermique constituée par les longues cellules à tannin, elle se contracte peu, du moins dans ce sens, et joue par conséquent un rôle passif, ainsi qu'on l'a vu pour l'hypoderme, dans le cas du *Macrozamia* ou de l'*Encephalartos*.

L'assise sous-épidermique intervient, au contraire, directement dans le phénomène de l'enroulement *longitudinal* de la paroi. Nous en avons pour preuve ce fait que chez d'autres espèces d'*Araucaria*, où cette assise manque, ou du moins n'est pas différenciée du reste du tissu fondamental, l'enroulement ne se produit pas. De plus, si nous provoquons, chez *A. Cookii*, la dessiccation de l'assise sous-épidermique prise isolément (2), nous constatons qu'elle tend à se courber *vers l'intérieur*, ce qui s'accorde bien avec le sens de l'enroulement général du sac.

(1) La zone cutinisée est plus réduite encore que chez les Cycadées. Elle ne paraît exercer aucune influence sur la courbure de l'épiderme.

(2) En dissociant sous le microscope des coupes longitudinales un peu épaisses de la paroi, on parvient assez facilement à isoler des portions plus ou moins considérables de l'assise moyenne.

Ceci posé, il nous reste à déterminer la cause de la courbure des éléments sous-épidermiques. Contrairement à ce qu'on a vu pour l'épiderme, la courbure ne saurait s'expliquer ici par la seule action des membranes cellulaires. En effet, ces membranes sont très minces, dépourvues d'ornementations et sont partout formées de cellulose pure; elles doivent, selon toute apparence, se raccourcir d'une manière uniforme sur tout le pourtour des cellules. D'autre part nous savons que la matière chargée de tannin qui remplit la cavité des mêmes cellules est susceptible de se contracter par dessiccation et en outre qu'elle se contracte d'une façon inégale dans chaque cellule, comme il a été dit précédemment. Il est donc probable que le contenu cellulaire joue ici le principal rôle, la membrane ne faisant que suivre le mouvement de la masse intérieure.

Pollen. — Le pollen est formé de grains relativement volumineux (50 à 55 μ de diamètre). Ces grains, examinés dans l'eau ou dans la glycérine, présentent une forme sphérique. Ils sont pourvus d'une enveloppe nettement différenciée en deux zones. La zone externe (exine) est mince, résistante, et marquée de fines et nombreuses granulations qui lui donnent une apparence chagrinée. La zone interne (intine), plus épaisse que la précédente, est formée de cellulose molle susceptible de se gonfler fortement dans les liquides. Ces deux zones s'étendent sans discontinuité sur toute la surface du grain.

Le contenu du pollen de l'*Araucaria* a été décrit et figuré par SCHACHT et par M. STRASBURGER. Il comprend deux cellules de taille très inégales : une grande cellule (cellule fertile de M. STRASBURGER) qui occupe presque toute la capacité du grain et une petite cellule (cellule stérile du même auteur) fixée à la face interne de l'intine et séparée de la première par une cloison courbe.

La grande cellule, examinée au moment de la dispersion du pollen, se montre constamment bourrée de grains d'amidon, contrairement à ce qu'on observe chez la plupart des Conifères. Dans les autres genres (1), en effet, l'amidon, abondant dans les grains de pollen jeunes, disparaît, au moins en partie, à mesure que se développent les cellules stériles, pour ne reparaitre que beaucoup

(1) A l'exception toutefois du *Dammara* qui se comporte à cet égard comme l'*Araucaria*.

plus tard, au moment de la formation du boyau pollinique. Il semble donc que le pollen de l'*Araucaria* quitte l'étamine à un état de développement relativement peu avancé.

Araucaria excelsa R. Brown.

L'*Araucaria excelsa* possède des cônes mâles terminaux, de même taille que ceux de l'*A. Cookii* et à étamines distribuées suivant $\frac{8}{21}$. La forme générale de l'étamine est la même dans les deux espèces; toutefois on remarque que chez *A. excelsa* la portion dressée de l'écusson est sensiblement réduite par rapport à la portion réfléchie qui porte les sacs polliniques (Pl. X, fig. 15). Cette différence est très accusée et permet de distinguer immédiatement une étamine d'*A. excelsa* d'une étamine d'*A. Cookii*.

Le sac pollinique, vu en coupe, offre une paroi différenciée en deux zones, savoir: une zone externe constituée par une assise épidermique semblable à celle que nous avons observée chez *A. Cookii* et une zone interne composée de plusieurs assises de cellules à parois minces, écrasées. La zone moyenne, représentée chez *A. Cookii* par l'assise de grandes cellules à tannin, fait défaut chez *A. excelsa*.

Pour le reste des caractères, tant extérieurs qu'anatomiques, fournis par l'appareil mâle, l'*A. excelsa* se montre très semblable à l'*A. Cookii*.

2^e Section. — COLYMBEA.

Parmi les *Araucaria* de cette section, nous avons étudié l'*A. imbricata* et l'*A. brasiliensis*. Les fleurs mâles, dans ces deux espèces, se distinguent extérieurement de celles des espèces étudiées précédemment par deux caractères très nets: d'une part elles sont *axillaires* et non plus terminales; d'autre part, les étamines, au lieu d'être disposées en spirales, sont distribuées en *verticilles*.

Au point de vue de la structure de l'appareil mâle, les *Colymbea* ne présentent que de légères différences, relativement à l'espèce qui nous a servi de type.

Araucaria imbricata Pavon.

Les cônes, de forme ovoïde, atteignent 10 à 12 cent. de longueur sur 8 à 9 cent. de diamètre. Ce sont les plus volumineux qui existent chez les Conifères. Ils se développent solitairement à l'aisselle des feuilles vertes, vers le sommet des rameaux.

Les étamines sont réparties en verticilles alternes de 20 à 25 termes chacun. Elles sont caractérisées par l'énorme développement que prend la lame dressée de l'écusson ; cette lame se termine en une pointe extrêmement aiguë, recourbée extérieurement en forme de crochet (Pl. X, fig. 17).

Les sacs polliniques sont au nombre de seize à vingt, disposés sur deux rangées, comme chez l'*A. Cookii*. Ordinairement ceux du rang inférieur sont un peu plus nombreux que ceux du rang supérieur. Les deux rangées de sacs s'ouvrent l'une vers l'autre.

L'étamine reçoit un seul faisceau qui se divise, dès la base du pédicelle, en trois branches, dont une médiane et deux latérales. Puis chacune de ces dernières se partage à son tour en deux nouvelles branches. Il se forme ainsi, cinq faisceaux qui s'élèvent dans la lame dressée de l'écusson. La lame descendante reçoit, soit une seule branche vasculaire émanant du faisceau médian, comme chez *A. Cookii*, soit deux ou trois branches fournies à la fois par le faisceau médian et par les deux faisceaux latéraux voisins.

Le sac pollinique, examiné à l'état jeune, présente une section transversale en forme de rectangle dont les angles marquent l'emplacement des arêtes futures. A ce moment, le tissu compris entre l'épiderme et la masse pollinique offre exactement la structure du tissu fondamental du reste de l'étamine. On y trouve, notamment, un certain nombre de canaux résinifères — dont un, plus important que les autres, situé dans la région opposée à la ligne de déhiscence — ainsi que des fibres sclérifiées disposées au voisinage de l'épiderme (Pl. X, fig. 16).

Tout ce tissu est écrasé dans le sac pollinique mûr, à l'exception toutefois des fibres hypodermiques, lesquelles font saillie à la face interne de la paroi. L'épiderme offre les caractères que nous avons observés chez *A. Cookii*. Quant à la zone moyenne, figurée chez *A. Cookii*, par les cellules à tannin, elle n'est pas représentée ici.

Araucaria brasiliensis A. Richard.

Les cônes ont une forme cylindrique; ils mesurent environ 12 cent. de longueur et 2 cent. de diamètre.

Les étamines sont verticillées par 12 à 15. Elles rappellent par leur forme générale, et notamment par la réduction de la partie ascendante de l'écusson, les étamines d'*A. excelsa*.

Le sac pollinique a la même structure que chez *A. imbricata*.

DAMMARA Rhumph.

Nous n'avons pu étudier qu'une seule espèce de *Dammara*, le *D. robusta* C. Moore.

Dammara robusta C. Moore.

L'appareil mâle du *Dammara* offre une étroite analogie avec celui des *Araucaria*; les différences qu'on observe à cet égard entre les deux genres dépassent à peine celles qu'on peut relever d'une espèce à une autre d'*Araucaria*.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles du *D. Robusta* sont disposées solitairement à l'aisselle des feuilles vertes (1). Elles sont tantôt sessiles, tantôt portées par un pédoncule qui peut atteindre un centimètre de longueur. Chaque fleur présente à sa base douze à quatorze petites écailles stériles dont les plus inférieures sont ordinairement disposées en paires décussées et les suivantes en verticilles de quatre termes. Immédiatement au-dessus de ces écailles stériles viennent les étamines, très nombreuses, également distribuées en verticilles. Le nombre des termes de chaque verticille, dans la fleur, varie du seize à vingt, suivant la grosseur du cône (2).

(1) La longueur du cône varie de 30 à 70 mill. et son diamètre de 6 à 10 mill.

(2) Ce nombre peut varier également sur une même fleur, suivant le niveau, surtout quand la fleur est volumineuse. Dans ce cas on observe, ainsi que nous l'avons vu chez les Cycadées, que les verticilles vont en se réduisant de la base au sommet de la fleur.

L'étamine (Pl. X, fig. 18) présente une région pédicellaire, de 3 mill. environ de longueur, qui s'insère à angle droit sur l'axe floral. A son extrémité, le pédicelle se renfle vers le haut en un petit bouton, faiblement saillant qui représente la portion dressée de l'écusson, ici très réduite (1). La portion descendante de l'écusson, bien développée, porte à sa face interne des sacs polliniques, normalement au nombre de trois, dont deux supérieurs et un inférieur. Ces sacs s'étendent horizontalement, parallèlement au pédicelle qu'ils égalent à peu près en longueur. Les deux sacs supérieurs sont disposés à droite et à gauche du plan médian de l'étamine ; ils sont recouverts par le pédicelle dont la face inférieure est creusée d'une dépression longitudinale. Le sac inférieur est situé dans le plan médian de l'étamine ; quelquefois il manque. Les trois sacs sont dépourvus d'adhérence, soit entre eux, soit avec le pédicelle.

La déhiscence s'opère comme chez les *Araucaria* ; les sacs supérieurs s'ouvrent vers le bas et le sac inférieur vers le haut. En s'ouvrant, les sacs se raccourcissent fortement (environ de la moitié de la longueur primitive) ; ils ne se recourbent que très peu transversalement et seulement vers leur sommet.

STRUCTURE.

Axe floral.—L'axe floral du *Dammara* offre la même organisation que celui de l'*Araucaria*, à de légères différences près (Fig. 31).

Les éléments de soutien sont ici moins nombreux et en même temps moins volumineux et moins abondamment ramifiés.

L'appareil résinifère est également moins développé que chez *Araucaria*. Les glandes sont localisées au voisinage des faisceaux sortants. Au moment où un faisceau va quitter l'axe, il naît, près de son bord externe, une petite glande qui sort en même temps que le faisceau. Les glandes résinifères ne communiquent pas entre elles.

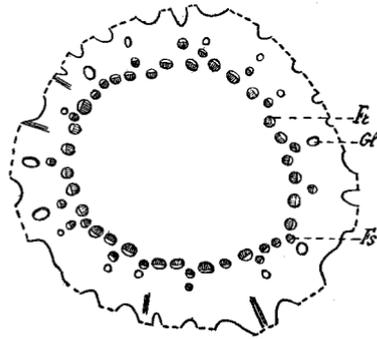


FIG. 31. — Axe floral de *Dammara robusta*. Section transversale moyenne d'ensemble.
Gr. $\frac{15}{1}$.

(1) Nous avons déjà observé plus haut l'indication d'une réduction de ce genre, en passant de l'*Araucaria Cooki* à l'*A. excelsa*.

Les faisceaux réparateurs et les faisceaux sortants diffèrent notablement de volume, au moins dans la portion moyenne de l'axe. La structure de ces faisceaux est la même que chez *Araucaria*.

Parcours des faisceaux (Fig. 32). — Le parcours des faisceaux de l'axe chez *Dammara* peut servir de type pour la plupart des Conifères à étamines verticillées.

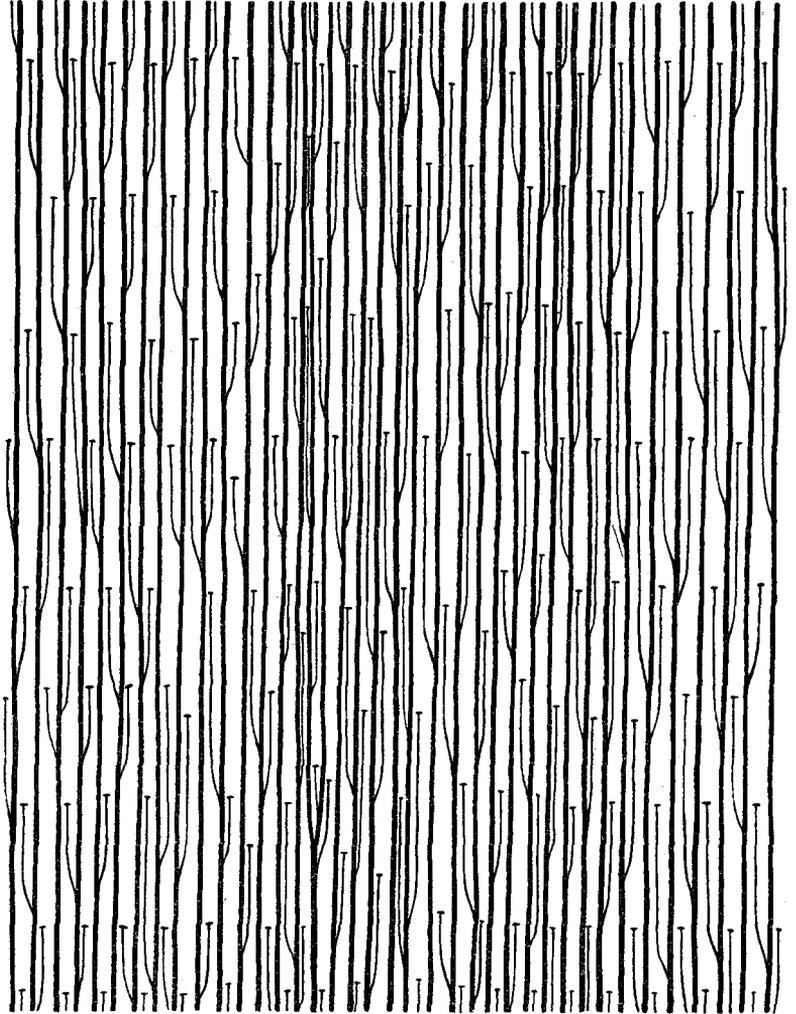


FIG. 32. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe floral de *Dammara robusta*.

Les faisceaux principaux, en nombre double du nombre des termes de chaque verticille, sont disposés sur un cercle unique.

Chaque faisceau staminal, en arrivant dans l'axe, va se mettre en rapport avec l'un des deux faisceaux réparateurs placés à droite et à gauche du plan de symétrie de l'étamine. En général, chaque réparateur reçoit les insertions successives des faisceaux staminaux alternativement sur son flanc droit et sur son flanc gauche. Ce dispositif est réalisé d'une façon très nette dans la partie de l'axe qui correspond à la face convexe du cône (1). Sur la face concave, au contraire, l'alternance des insertions est beaucoup moins régulière, ainsi d'ailleurs que la marche des réparateurs, ce qui s'explique aisément par les pressions qui s'exercent dans cette portion de l'axe. Dans le diagramme ci-contre, les bords de la figure correspondent à la partie convexe et le centre à la partie concave de l'axe.

Les faisceaux réparateurs se réunissent, vers la base de l'axe, pour former une couronne libéro-ligneuse continue.

Bractée florale. — Les bractées florales offrent l'aspect extérieur et la structure des écailles protectrices des bourgeons feuillés ordinaires.

Chacune d'elles reçoit un faisceau unique accompagné d'une glande résinifère sur sa face externe. Avant de quitter l'axe, le faisceau se partage en deux branches qui se divisent à leur tour, dès leur entrée dans la bractée, de manière à constituer un arc de quatre à six faisceaux grêles (Fig. 33). Ces faisceaux cheminent parallèlement, sans contracter de rapport les uns avec les autres, et s'éteignent isolément près du bord supérieur de la bractée.

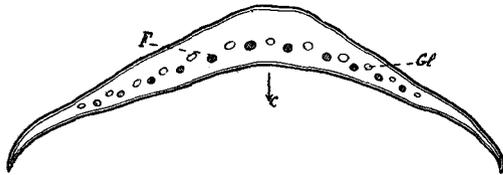


FIG. 33.— Bractée florale de *Dammara robusta*. Section transversale moyenne. Gr. $\frac{15}{1}$.

La glande résinifère se ramifie en autant de lobes distincts qu'il y a de faisceaux ; sur une section transversale de la bractée on voit ces lobes disposés un peu en arrière des nervures et alternant avec celles-ci.

(1) Quand la fleur atteint un certain volume, chez les Conifères, elle prend très ordinairement une forme arquée, ainsi qu'on l'a vu chez les Cycadées.

La bractée florale possède de nombreuses fibres sclérifiées, irrégulièrement ramifiées, semblables à celles de l'axe. Ces fibres forment une couche épaisse au contact de l'épiderme supérieur. L'épiderme de la face inférieure est pourvu d'un petit nombre de stomates.

Étamine (Pl. X, fig. 19). — L'épiderme de l'étamine est formé, dans la région du pédicelle, par de très petites cellules à parois minces. Dans la région de l'écusson, au contraire, aussi bien sur sa portion descendante que sur sa portion dressée, les cellules épidermiques, grandes et fortement épaissies et cutinisées sur leur face libre, constituent un revêtement protecteur puissant.

Sur toute l'étendue de l'étamine le tissu fondamental est constitué en majeure partie par des éléments minces, isodiamétriques. Au voisinage des deux épidermes on rencontre une assise discontinue de fibres hypodermiques. On trouve également quelques fibres isolées, dispersées çà et là dans toute l'épaisseur du parenchyme.

Le faisceau staminal reste indivis jusqu'au sommet du pédicelle; là il se partage en deux branches inégales qui se comportent comme les faisceaux correspondants de l'étamine d'*Araucaria*. La plus forte branche descend vers la région d'insertion des sacs où elle se termine en un massif de cellules globuleuses. La branche la plus grêle se termine, presque immédiatement, dans la partie supérieure de l'écusson. Cette dernière branche est accompagnée latéralement d'un petit nombre de trachéides annexes à ponctuations aréolées.

La glande résinifère unique de la base de l'étamine se bifurque dans le pédicelle en deux lobes qui s'écartent l'un de l'autre et s'étendent jusque dans la partie dressée de l'écusson.

Sac pollinique. — La paroi du sac pollinique offre, en section transversale :

Une couche épidermique externe ;

Une couche interne d'éléments minces aplatis.

Il n'y a pas de zone moyenne différenciée.

Les cellules épidermiques portent, sur leurs faces radiales, des ornements formés de cellulose pure, semblables comme forme et comme disposition, à ceux des *Araucaria*.

Pollen. — Le pollen du *Dammara* est identique à celui des *Araucaria*.

CHAPITRE DEUXIÈME.

ABIÉTINÉES.

L'étamine, chez les Abiétinées, porte normalement deux sacs polliniques unis l'un à l'autre et unis au pédicelle sur toute leur longueur. La conorescence des sacs et du pédicelle constitue le caractère distinctif de l'étamine des Abiétinées; on l'observe en effet chez toutes les plantes de cette famille, bien que, d'un genre à l'autre, l'étamine subisse des variations notables dans sa forme générale, comme on le verra tout à l'heure.

A ce premier caractère commun s'en joignent deux autres qui contribuent à faire des Abiétinées un groupe très homogène; ceux-ci consistent d'une part dans une disposition particulière de la paroi des sacs polliniques et d'autre part dans une différenciation toute spéciale de la portion stérile du pollen. Nous reviendrons sur ces caractères quand nous décrirons ces parties de la fleur.

Nous prendrons comme type de l'appareil mâle des Abiétinées celui des Pins, puis nous l'étudierons par comparaison chez *Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga* et *Pseudotsuga*.

PINUS Linné.

Le *Pinus austriaca* nous servira d'exemple pour le genre Pin.

Pinus austriaca Hooker.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles sont réunies par groupes à la base des pousses les plus nouvellement formées. Elles se développent chacune à

l'aisselle d'une écaille distincte (bractée mère) et représentent, par leur disposition, des bourgeons latéraux analogues à ceux qui fournissent les rameaux courts à feuilles aciculaires. Sur une même pousse, l'ensemble des fleurs mâles et des rameaux courts qui leur succèdent sans interruption offre ordinairement une distribution spiralee suivant un cycle senestre $\frac{5}{13}$. La maturité des fleurs et l'émission du pollen précèdent le complet développement des grandes feuilles.

La fleur mâle mesure de 12 à 15 mill. de longueur sur 6 à 7 mill. de diamètre. Elle est constituée par un axe central qui porte inférieurement quatre (ou cinq) écailles stériles (bractées florales) et, immédiatement au-dessus, des étamines nombreuses disposées suivant un cycle $\frac{5}{13}$, ou, plus rarement, suivant $\frac{3}{8}$. La masse des étamines se trouve recouverte, pendant la majeure partie du développement de la fleur, à la fois par les bractées florales et par la bractée mère. Les bractées florales sont persistantes. La bractée mère au contraire est caduque ; elle se coupe transversalement à une petite distance de sa base et tombe un peu avant la maturité de la fleur (Pl. X, fig. 23). A ce moment également, l'axe floral subit, dans sa portion basilaire, un allongement notable, qui a pour effet d'éloigner les bractées florales les unes des autres et de faire saillir la masse des étamines en dehors de l'involucre formé par ces bractées, de sorte que le pollen peut s'échapper librement.

L'étamine porte deux sacs polliniques, de forme cylindrique allongée, disposés horizontalement côte à côte et réunis sur toute leur longueur par un connectif formant une crête saillante à la partie supérieure de l'étamine (Pl. X, fig. 21). Par suite de la coalescence des sacs, le pédicelle staminal se montre divisé en deux portions distinctes, savoir : une portion basilaire, libre, qui représente le pédicelle apparent de l'étamine, et une portion terminale, de beaucoup la plus importante, unie aux sacs et constituant le connectif. Au connectif fait suite un grand écusson triangulaire dressé verticalement. L'écusson ne présente pas de lame descendante distincte des sacs.

La déhiscence s'opère par deux fentes longitudinales parallèles qui se produisent dans la région inférieure des sacs, à droite et à gauche de leur ligne de jonction (Pl. X, fig. 22). En même temps que les sacs s'ouvrent, le connectif se courbe fortement vers le bas, pendant que l'écusson tend à se renverser au dehors pour se placer dans le prolongement du connectif.

STRUCTURE.

Bractée mère (Pl. X, fig. 26). — La bractée mère de la fleur, vue en coupe transversale, présente deux assises épidermiques très inégalement développées.

L'épiderme *externe* est formé de grands éléments à parois latérales fortement ondulées et régulièrement épaissies (Pl. X, fig. 24). Il contient quelques stomates localisés dans la région médiane de la bractée. Sous cet épiderme, se trouve une assise continue de fibres hypodermiques de même diamètre à peu près que les éléments épidermiques. L'épiderme *interne*, beaucoup plus mince, offre des cellules très allongées, à parois rectilignes ; il est accompagné d'un hypoderme également mince. Les deux bords de la bractée offrent de petites dents, faiblement saillantes, dues à des prolongements des cellules épidermiques marginales.

Le tissu fondamental se compose de une à cinq assises de grands éléments parenchymateux de forme arrondie. Il est dépourvu de sclérites.

Le faisceau unique de la bractée, situé au voisinage de la face supérieure, est accompagné latéralement d'un petit nombre de trachéïdes à ponctuations *aréolées*. Ces ponctuations sont moins régulièrement disposées que chez les Araucariées et surtout beaucoup moins nombreuses. A droite et à gauche du faisceau et près de l'épiderme interne, se trouve une petite glande résinifère.

La section longitudinale de la bractée offre deux régions bien distinctes, savoir : une région basilaire, ou coussinet, relativement épaisse, qui ne dépasse pas le cinquième de la hauteur totale de l'organe, et une région terminale, ou limbe, beaucoup plus mince. Le limbe représente la portion caduque de la bractée. Sa chute se produit suivant le mécanisme ordinaire de la chute des feuilles. Elle est due à l'apparition, entre le coussinet et le limbe, d'une zone génératrice secondaire qui coupe transversalement tous les tissus de la bractée (Pl. X, fig. 23). Cette zone génératrice fournit deux à quatre assises de petits éléments à parois minces qui se dissocient rapidement.

Bractée florale. — Chacune des bractées florales consiste en une lame irrégulièrement triangulaire, à bords finement dentés, rétrécie à sa base et repliée en dedans suivant sa ligne longitudinale médiane (Pl. X, fig. 25).

Sa structure est la même que celle de la bractée mère, à cela près que la portion parenchymateuse est beaucoup moins développée.

Les bractées florales persistent tout entières, même après l'émission du pollen.

Axe floral. — L'axe de la fleur offre la structure d'un rameau jeune (Fig. 34).

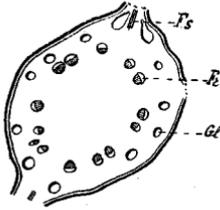


FIG. 34. — Axe floral de *Pinus austriaca*. Section transversale d'ensemble vers le sommet de la fleur. Gr. $\frac{14}{1}$.

Les cellules épidermiques sont petites, faiblement épaissies extérieurement (Pl. X, fig. 27); elles ne portent ni poils, ni stomates.

Le tissu fondamental est complètement dépourvu d'éléments de soutien; il est constitué par des cellules parenchymateuses arrondies, à parois minces. En section longitudinale, les cellules de l'écorce se montrent à peu près isodiamétriques, tandis que celles de la moelle sont notablement allongées dans le sens de la longueur de l'axe.

On trouve des glandes résinifères volumineuses localisées dans l'écorce et correspondant aux principaux faisceaux. Au moment où un faisceau staminal va quitter l'axe, chacune des deux glandes voisines émet une branche qui accompagne latéralement le faisceau sortant et passe avec lui dans l'étamine (1).

Les faisceaux principaux sont disposés en cercle et possèdent une structure très simple. Chacun d'eux offre, de l'intérieur vers l'extérieur :

Un petit groupe de trachées ;

Trois à cinq rangées de fibres ligneuses aréolées grêles ;

Un massif d'éléments libériens secondaires munis de ponctuations simples ;

Une lame de cellules libériennes primaires aplaties.

(1) Chez les Pins, comme l'a observé M. BERTRAND (*Anatomie comparée de la tige et de la feuille chez les Gnétacées et chez les Conifères*, Paris, 1874, p. 76), les canaux résinifères de la tige se continuent directement dans les feuilles fasciculées (aiguilles) mais jamais dans les feuilles simples (écailles) dont l'appareil sécréteur reste indépendant de celui de la tige. Sous ce rapport, les étamines se comportent donc comme les aiguilles et non comme les écailles.

Il n'y a pas de gaine différenciée autour des faisceaux.

Les faisceaux réparateurs cheminent à peu près verticalement, en émettant des branches sortantes alternativement vers la droite et vers la gauche.

Étamine — L'étamine, considérée dans sa portion fertile, offre une section transversale de forme ovale marquée latéralement de deux crêtes (*Cr.*, Pl. X, fig. 28) qui correspondent aux bords de la lame staminale. Le connectif forme une légère saillie à la face supérieure de l'étamine tandis qu'il aboutit vers le bas à une dépression de la surface.

Région des sacs. — La paroi des sacs mûrs est constituée par l'épiderme, revêtu intérieurement des restes du tissu nourricier du pollen.

Les cellules épidermiques montrent des différences sensibles de forme, suivant qu'on les considère sur les *faces* ou sur les *bords* de la lame staminale.

A la face supérieure et à la face inférieure de l'étamine, les éléments de l'épiderme sont étroits, allongés et disposés en files parallèles très régulières. Ces éléments offrent leur plus grande hauteur dans la partie médiane de la face inférieure de l'étamine, c'est-à-dire dans la région comprise entre les lignes de déhiscence des deux sacs.

Sur les bords de la lame staminale, les cellules épidermiques, beaucoup plus courtes que sur les faces, sont réparties en petites plages contiguës comprenant chacune deux à dix éléments qui proviennent du recloisonnement d'une même cellule primitive. Dans chaque plage, les cloisons cellulaires sont dirigées parallèlement les unes aux autres, mais leur orientation varie d'une plage à une autre en restant indépendante de la direction générale de l'allongement des sacs (Pl. XI, fig. 2). Cette disposition très particulière de l'épiderme marginal est absolument caractéristique de l'étamine des Abiétinées ; on la voit en effet réalisée d'une façon identique chez toutes les plantes de cette famille.

Dans toute l'étendue des sacs, les cellules épidermiques portent, sur leurs faces latérales, des ornements saillants, en forme de baguettes parallèles, dirigées normalement à la surface (Pl. XI, fig. 3). Ces ornements sont beaucoup plus grêles et plus espacés que ceux des Araucariées ; en outre, contrairement à ce que nous avons vu jusqu'ici, ils sont plus fortement lignifiés que tout le reste de la

membrane. La cloison interne, d'une épaisseur uniforme, offre de légères traces de lignification qui disparaissent sur les portions minces des cloisons latérales et sur la cloison externe (1).

Région du connectif.— Le connectif, coupé transversalement dans sa partie moyenne, montre (Pl. XI, fig. 1) :

Extérieurement, une assise épidermique formée d'éléments aplatis, beaucoup plus petits que les éléments élastiques de la paroi des sacs, et dépourvus d'ornementation ;

Intérieurement, un massif de tissu fondamental de forme triangulaire qui se prolonge vers le bas pour constituer la cloison de séparation des sacs. Tout ce tissu est exclusivement parenchymateux. Il n'y a pas d'hypoderme. Le faisceau staminal occupe la région supérieure du connectif et n'est séparé de l'épiderme que par deux à quatre assises cellulaires. Il est accompagné latéralement de deux canaux résinifères grêles.

Écusson.— Le faisceau staminal, parvenu au sommet du connectif, se redresse pour entrer dans l'écusson où il se termine rapidement sans se diviser. Les canaux résinifères ne dépassent pas la région du connectif.

L'assise élastique des sacs s'étend, sur la face *externe* de l'écusson, jusqu'au tiers environ de la hauteur de cette lame. Plus haut, on retrouve l'épiderme à parois sinueuses déjà observé sur les bractées qui accompagnent la fleur. L'épiderme interne est mince et semblable à celui du connectif.

(1) Chez les Angiospermes, comme on sait, la zone élastique ou fibreuse de la paroi des sacs, caractérisée par la présence des épaissements ligneux, dérive le plus souvent de l'assise sous-épidermique. Suivant M. LECLERC DU SABLON, il en serait de même chez les Conifères. c'est-à-dire qu'ici l'assise superficielle représenterait, non pas l'épiderme, mais la couche sous-épidermique. Quant au véritable épiderme, il disparaîtrait, d'après le même auteur, à la maturité de l'étamine. (LECLERC DU SABLON. *Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères*. Ann. des sc. nat., 7^e s., T. 1, 1885. p. 101 et 118). Nos recherches sur ce sujet ne nous ont fourni aucune indication d'une semblable disparition. Nous avons constaté au contraire, à diverses reprises, en suivant la formation des ornements ligneux, que l'épiderme persiste sur les sacs mûrs dont il forme la zone élastique. D'ailleurs cette zone élastique a bien les caractères d'un épiderme et elle se relie de chaque côté à l'épiderme du connectif par des transitions insensibles (V. Pl XI, fig. 1).

Nous devons donc admettre que la zone élastique n'a pas une valeur morphologique constante, mais qu'elle peut dériver de l'épiderme aussi bien que de l'assise sous-épidermique. Sans sortir du groupe des Conifères, nous aurons à signaler des exemples de ces deux origines.

Déhiscence. — La déhiscence de l'étamine a été observée par M. LECLERC DU SABLON chez le *Pinus maritima* (1). Comme les résultats que nous avons obtenus de notre côté s'accordent avec ceux de cet observateur, nous nous bornerons à les exposer brièvement pour montrer les différences qui existent à cet égard entre les Pins et les plantes étudiées précédemment.

L'ouverture des sacs est due ici à deux causes distinctes.

La première est la faculté de contraction inégale des diverses régions de la membrane des cellules élastiques. Comme à l'ordinaire, la partie externe, purement cellulósique, de la membrane se contracte plus que la partie interne lignifiée et exerce une traction superficielle qui provoque la rupture de la paroi. Il y a toutefois cette particularité à noter que chez le Pin, par suite de la lignification des bandes d'épaississement, *la zone contractile de la membrane se trouve réduite à la cloison externe*, la zone de résistance étant représentée par la cloison interne et par les cloisons latérales. La différenciation des deux zones de la membrane est donc plus accusée ici que chez les Araucariées dont les épaissements restent à l'état de cellulose pure.

La seconde cause de la déhiscence tient aux différences de forme et d'orientation des cellules. C'est là un fait entièrement nouveau. Nous savons en effet que dans le voisinage des lignes de déhiscence, les éléments élastiques sont très allongés et dirigés parallèlement à ces lignes, tandis que dans la portion moyenne des sacs, c'est-à-dire sur les bords de la lame staminale, ils sont relativement courts et orientés de façon variable. Il en résulte, comme l'a justement fait remarquer M. LECLERC DU SABLON, que la contraction parallèlement aux lignes de déhiscence est plus forte sur le milieu des valves que sur leur bords. On conçoit que, sous l'effort de cette traction, les deux bords du sac, une fois séparés l'un de l'autre, doivent tendre à s'écarter de plus en plus. Nous appellerons cette seconde cause de la déhiscence, cause *indirecte*, pour la distinguer de la première ou cause *directe*.

Le mouvement général de courbure de l'étamine vers le bas s'explique facilement par la disposition de l'assise élastique qui tapisse la face inférieure du connectif et de l'écusson, tandis qu'elle manque sur la face supérieure.

(1) Loc. cit., p. 118.

Pollen. — Le pollen des Pins se présente sous la forme de grains ovoïdes munis de deux vésicules aërifères ou ballonnets. Chaque grain mesure en moyenne 95 μ dans sa plus grande dimension (y compris les ballonnets) et 50 μ dans le sens opposé (diamètre dorso-ventral) (Pl. XI, fig. 4).

Sur la plus grande partie du grain de pollen (région dorsale et ballonnets) la membrane d'enveloppe est nettement différenciée en exine et en intine. L'exine est mince, résistante, et pourvue de plis saillants, disposés en réseau, apparents surtout à la surface des ballonnets (1). L'intine, plus épaisse que la couche précédente, est formée de cellulose molle, susceptible de se gonfler fortement en présence de l'eau et de se rétracter de même par dessiccation.

Dans l'intervalle des deux ballonnets, c'est-à-dire dans la portion ventrale du grain, la différenciation de l'intine et de l'exine tend à disparaître. En ce point la membrane est entièrement formée de cellulose molle, ce qui explique les aspects différents que présentent les grains de pollen, selon le milieu où ils sont placés. Si l'on examine, en effet, du pollen dans l'eau et qu'on le laisse ensuite se dessécher, on observe que la membrane ventrale de chaque grain, d'abord distendue, se rétracte peu à peu, en forçant le grain entier à se courber sur lui-même, de sorte que les ballonnets, qui occupaient primitivement une position franchement latérale, se trouvent reportés sur la face ventrale du grain.

Chaque grain de pollen comprend une grande cellule fertile et une petite cellule stérile, séparées par une membrane mince, en forme de verre de montre. Au-dessous de cette cellule stérile, il en existe une seconde, beaucoup moins apparente que la première, et qui se présente, sur un grain de pollen intact, comme une simple fente de la zone interne de l'enveloppe. Cette apparence est due à ce que la membrane qui sépare les deux cellules stériles est relativement épaisse, et en outre qu'elle possède, dans sa région moyenne, la même constitution que l'intine, de sorte qu'elle semble se confondre avec celle-ci, lorsqu'on examine le pollen dans un milieu liquide.

(1) On sait que ces ballonnets se forment par décollement des deux zones de la membrane (V. SCHACHT, *Über den Bau einiger Pollenkörner*; Jahrb. f. wiss. Bot. II. — STRASBURGER, *Die Coniferen und die Gnetaceen*).

Pour mettre la cellule stérile inférieure en évidence, il est nécessaire de dépouiller les grains de leur enveloppe externe. On y parvient en plaçant un peu de pollen sec dans de l'eau, pure, ou mieux acidulée, préalablement chauffée. Dans ces conditions l'intine subit une brusque dilatation qui provoque souvent la rupture de l'exine. Sur tous les grains ainsi mis à nu, la cellule en question apparaît comme une cavité de forme ovale. On reconnaît que cette cavité représente bien une formation cellulaire, en faisant agir une solution alcoolique faible de vert de méthyle. Tout l'intérieur de la cavité prend alors une coloration très nette qui met hors de doute la présence d'un contenu protoplasmique.

Ce dispositif très spécial de la portion stérile des corpuscules polliniques se trouve réalisé d'une façon identique chez toutes les Abiétinées, à l'exclusion des autres Conifères. C'est là un fait d'autant plus digne de remarque que les Abiétinées sont précisément les Conifères chez lesquelles le pollen offre les plus grandes variations de forme extérieure.

Les nombreuses espèces du genre Pin ne fournissent, au point de vue de l'organisation de l'appareil mâle, que des variations de peu d'importance qui portent principalement :

1° Sur le volume total de la fleur dont la longueur peut varier de 5 mill. (*P. sylvestris* Linn.) jusqu'à 25 mill. (*P. pinaster* Soland.).

2° Sur les dimensions de l'écusson et celles du pédicelle de l'étamine. L'écusson se présente tantôt sous la forme d'un petit bouton renflé, tantôt sous celle d'une grande lame mince. Cette dernière forme s'observe surtout chez les Pins de la section *Pinaster* et la première chez ceux de la section *Strobus*; toutefois ce caractère est loin d'être constant. Chez *P. excelsa* Wal. la portion libre du pédicelle atteint environ le quart de la longueur totale de l'étamine, tandis que dans d'autres espèces elle est à peine indiquée.

3° Sur la forme de la bractée mère de la fleur et des bractées florales. Chez *P. austriaca*, comme on l'a dit plus haut, ces bractées sont simplement dentées sur les bords; dans d'autres espèces les prolongements marginaux de l'épiderme forment de véritables poils qui peuvent atteindre une grande longueur, notamment chez *P. rigida* Mill. Quelle que soit d'ailleurs la dimension de ces poils, ceux-ci sont toujours formés d'une seule cellule.

CEDRUS Link.

Nous prendrons comme exemple l'espèce la plus répandue dans les jardins de nos pays, le *Cedrus Libani*.

Cedrus Libani Barrelier.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles mesurent, au moment de leur complet développement, 3 à 4 cent. de longueur sur 8 à 12 mill. de diamètre. Elles terminent les rameaux courts et sont toujours solitaires.

Le rameau florifère débute par une couronne de petites écailles brunes à laquelle font suite un nombre variable (2 à 8) de couronnes alternantes de feuilles ordinaires et d'écailles. Les écailles, formées les dernières, sont un peu plus grandes que celles qui alternent avec les feuilles ordinaires et peuvent être considérées comme des bractées florales. Immédiatement au-dessus de ces écailles, s'insèrent des étamines nombreuses, étroitement serrées les unes contre les autres.

La disposition des étamines est assez variable ; pourtant on peut reconnaître, dans la plupart des cas, une tendance manifeste à la verticillation (1).

L'étamine présente la même forme que celle des Pins, avec des dimensions un peu plus considérables. L'écusson est remarquable-

(1) D'un cône à un autre, les nombres a et b d'hélices secondaires principales dextres et senestres peuvent varier de 13 à 19. Les dispositifs réalisés le plus fréquemment sont les deux suivants :

1° $a = b$ (verticillation régulière). Le nombre des termes d'un même verticille varie de 14 à 18, selon le volume de la fleur.

2° $a = b + 1$ (divergence, $\frac{2}{a+b}$).

Nous avons rencontré aussi, mais plus rarement, comme dispositions spirales :

19 hélices dextres... }	divergence dextre	$\frac{7}{33}$.
14 — senestres .. }		
18 hélices dextres... }	divergence senestre	$\frac{12}{31}$.
13 — senestres .. }		

ment développé (Pl. XI, fig. 5). Les sacs polliniques s'ouvrent, comme chez les Pins, par deux fentes longitudinales parallèles. Ils sont normalement au nombre de deux. Toutefois il n'est pas rare de rencontrer à la base des fleurs, un certain nombre d'étamines pourvues de *trois* sacs, dont un médian et deux latéraux, adhérents sur toute leur longueur, comme dans l'étamine normale (Pl. XI, fig. 6). Dans ce cas, le sac médian s'ouvre parallèlement aux deux autres, suivant le plan de symétrie de l'étamine. Nous n'avons pas observé d'autre exemple d'une anomalie de ce genre, chez les Abiétinées.

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe du cône offre un diamètre sensiblement supérieur à celui des Pins; le nombre de ses faisceaux principaux est également plus élevé, comme on peut s'y attendre d'après la disposition des étamines (Fig. 35). A ces différences près, sa structure est la même que chez les Pins.

Étamine (Pl. XI, fig. 7). — La paroi des sacs polliniques, vue sur une section transversale de l'étamine adulte (Pl. XI, fig. 8), présente trois zones distinctes :

1° Une assise épidermique, dont les éléments portent, sur les faces latérales de

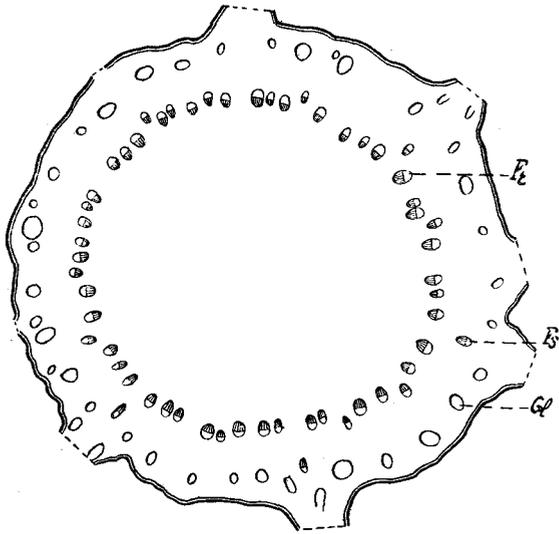


FIG. 35. — Axe floral de *Cedrus Libani*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{15}{1}$.

leur membrane, des épaissements lignifiés, en forme de baguettes, semblables à ceux des Pins.

2° Une zone moyenne, composée de deux à quatre assises de cellules allongées, moins longues toutefois que les cellules épider-

miques et dont la direction fait avec celle des cellules épidermiques un angle variable. Ces cellules sont munies d'épaississements lignifiés analogues, comme forme et comme disposition, aux ornements des cellules épidermiques.

3° Une lame interne de cellules écrasées, représentant le tissu nourricier du pollen.

Comme on le voit, la couche élastique acquiert ici une importance exceptionnelle, puisqu'elle est constituée à la fois par l'épiderme et par les assises sous-jacentes. Ce tissu élastique se continue sur toute la hauteur de la cloison de séparation des sacs ; il ne manque que dans la région du connectif.

Le faisceau staminal, normalement orienté, est formé d'un petit nombre d'éléments ligneux spiralés et de cellules libériennes très réduites. Ce faisceau se termine dans l'écusson, ordinairement après s'être partagé en trois branches égales, reliées les unes aux autres par des trachéides annexes à punctuations aréolées.

Dans la région du connectif, les cellules épidermiques, remarquables par leur exigüité, offrent des parois minces et lisses (Pl. XI, fig. 9). En s'écartant à droite et à gauche de cette région, elles augmentent de dimensions et acquièrent les baguettes d'épaississement caractéristiques de l'épiderme des sacs.

Entre l'épiderme du connectif et le faisceau on observe une masse importante de tissu fondamental formé exclusivement de fibres sclérifiées.

L'étamine reçoit de l'axe floral deux canaux résinifères qui cheminent à droite et à gauche, en arrière du faisceau et s'avancent jusqu'à la base de l'écusson.

Pollen.— Les grains de pollen des Cèdres ont le même volume que ceux des Pins ; mais ils diffèrent de ceux-ci par le nombre plus grand des cellules stériles. On trouve, en effet, dans chaque grain, trois cellules stériles superposées, dont deux bien développées et une troisième, inférieure, figurant sur le pollen mûr une simple fente de l'enveloppe du grain (Pl. XI, fig. 10).

La fleur mâle du *Cedrus atlantica* Manetti est semblable à celle du *C. Libani*. Celle du *C. deodara* London est plus volumineuse ; elle atteint jusqu'à 6 cent. de longueur. C'est la plus grande des fleurs mâles d'Abiétinées.

La structure des fleurs mâles du *C. atlantica* et du *C. deodara* est la même que celle du *C. Libani*.

LARIX Link.

Larix Europæa De Cand.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles des Mélèzes sont disposées comme celles des Cèdres. Elles se distinguent immédiatement de celles-ci par leurs dimensions beaucoup moins considérables ainsi que par leur courbure très accentuée ; leur longueur ne dépasse pas 6 à 8 mill. sur un diamètre moyen de 5 mill.

Les bractées florales sont grandes, arrondies au sommet et munies, sur les bords, de longs poils simples (Pl. XI, fig. 12). Ces bractées forment un involucre dans lequel la fleur se trouve complètement enfermée pendant la majeure partie de son développement. Un peu avant l'époque de l'émission du pollen, l'axe floral subit un allongement qui fait saillir la portion fertile de la fleur en dehors de l'involucre des bractées. C'est le dispositif que nous avons observé chez le Pin, avec cette différence qu'ici l'axe floral s'allonge plus fortement sur l'une de ses faces que sur la face opposée ; cette croissance inégale donne à la fleur même une forme arquée tout à fait caractéristique.

Chaque étamine porte deux sacs polliniques qui s'étendent jusqu'au point d'insertion de l'étamine sur l'axe. L'écusson, très réduit relativement aux sacs, se présente sous la forme d'un bouton court et épais (Pl. XI, fig. 11).

La déhiscence de l'étamine se fait, non plus par des fentes parallèles, comme chez les Pins et les Cèdres, mais suivant des lignes obliques. Les deux lignes d'ouverture partent de la région antérieure et supérieure des sacs, à droite et à gauche du connectif, descendent le long de la paroi de chaque sac en s'éloignant du point d'insertion de l'étamine et vont se terminer en un même point situé sur la ligne médiane inférieure de l'étamine (Pl. XI, fig. 13, a).

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe floral du *Larix* est remarquablement volumineux ; son diamètre représente environ le tiers du diamètre total du cône (Fig. 36).

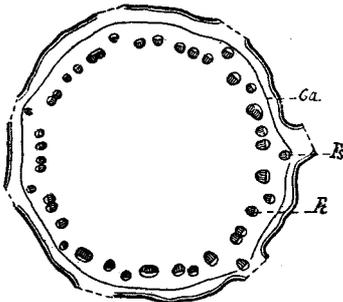


FIG. 36. — Axe floral de *Larix Europaea*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{15}{1}$. *Ga*, gaine corticale.

Au point de vue de la structure, l'axe floral du *Larix* se distingue de ceux des autres Abiétinées et en général de toutes les Conifères par la présence d'une gaine protectrice continue située dans le tissu fondamental externe. Cette gaine s'étend à peu près à égale distance de l'épiderme et de la couronne vasculaire. Elle est constituée par une ou deux assises de cellules sans méats dont la membrane — extrêmement mince sur la majeure partie de son contour — porte, de distance en distance,

des ornements saillants très localisés (Pl. XI, fig. 14). Sur la fleur encore jeune, la gaine est très apparente ; tandis que sur la fleur adulte elle se montre plus ou moins complètement écrasée, par suite du développement de la masse interne de l'axe (1).

Tout le reste du tissu fondamental (écorce et moelle) est composé d'éléments polygonaux à parois lisses. Dans la portion inférieure de l'axe, la moelle disparaît en grande partie et est remplacée par une vaste lacune centrale. Les glandes résinifères, très peu nombreuses, sont localisées dans l'écorce ; elles ne sortent pas dans les étamines.

L'axe possède quarante à cinquante faisceaux réparateurs, disposés sur une circonférence de grand rayon.

(1) Cette gaine corticale existe également dans les rameaux ordinaires des mêmes plantes, aussi bien dans les rameaux longs à écailles que dans les rameaux courts à feuilles vertes.

Bractée florale. — La bractée florale reçoit de l'axe un seul faisceau qui se termine à une faible distance du point d'insertion de la bractée. Le tissu fondamental est peu développé et dépourvu de glandes résinifères.

Les longs poils qui garnissent les bords de la bractée s'isolent de l'épiderme par une cloison basilaire et se coupent transversalement par deux à cinq cloisons parallèles équidistantes. Nous n'avons pas rencontré d'exemple d'une semblable segmentation des poils marginaux, en dehors des Mèlèzes. Même chez certains Pins, où ces poils atteignent un développement notable, ils restent formés d'une seule cellule.

Étamine (Fig. 37). — La paroi des sacs polliniques est constituée par l'assise épidermique dont les cellules portent des ornements lignifiés disposés comme chez les Abiétinées déjà étudiées, c'est-à-dire en forme de baguettes étroites localisées sur les faces latérales de la cellule.

Tout le tissu fondamental compris entre l'épiderme et les masses polliniques se montre écrasé à la maturité de l'étamine, de même que la majeure partie du tissu de la cloison médiane.

Le faisceau staminal est représenté par un petit nombre d'éléments ligneux et libériens ; il ne s'étend pas au delà de la région du connectif.

L'écusson offre des bords lisses. L'épiderme de la face externe diffère légèrement de l'épiderme interne par la taille supérieure des cellules et leurs parois un peu plus épaisses. Le tissu fondamental compris entre les deux épidermes est dépourvu d'éléments sclérifiés.

L'appareil résinifère est localisé à la base de l'écusson. Il est représenté par deux glandes volumineuses, en forme d'ampoules, situées à droite et à gauche et au-dessous de la terminaison du faisceau.

Déhiscence. — Le mécanisme de la déhiscence des sacs polliniques offre chez le *Larix* une particularité qui mérite d'être signalée.

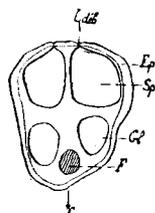


FIG. 37. — Etamine de *Larix Europæa*. Section transversale pratiquée vers le sommet de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$.

Tandis que chez les Pins, et aussi chez les Cèdres, les deux sacs d'une même étamine s'ouvrent indépendamment l'un de l'autre, en laissant intacte la cloison qui les sépare, chez le *Larix*, il se produit une rupture de la cloison médiane, laquelle a pour effet de mettre les cavités des deux sacs en communication directe.

Ce phénomène de rupture de la cloison s'explique aisément par la disposition spéciale des lignes de déhiscence qui se réunissent, comme il a été dit, sur la ligne médiane inférieure de l'étamine (Pl. XI, fig. 13). Sous l'influence de la dessiccation, la paroi des sacs se contracte et commence par se fendre, comme à l'ordinaire, suivant ses lignes de moindre résistance. A mesure que la dessiccation s'accroît, les bords des deux fentes tendent à s'écarter de plus en plus ; il se produit par suite, le long de la cloison médiane, un double effort de traction, d'une part suivant *ab* et d'autre part suivant *ac*. La cloison, ainsi tirillée en sens inverse, finit par céder ; elle se rompt au point *a* et continue à se déchirer transversalement de bas en haut.

Ainsi, il y a confluence des sacs chez *Larix*, et cette confluence — comparée à la déhiscence indépendante des deux loges de l'étamine chez les Pins — est due à un simple changement dans l'orientation des lignes de déhiscence. C'est là un fait intéressant à noter, car nous rencontrerons plus loin, chez les Taxinées, d'autres cas de confluence qui doivent être rapportés à une cause toute différente.

Pollen. — Le pollen du *Larix* est dépourvu de ballonnets. Les grains, examinés à sec, ont une forme sensiblement sphérique ; leur diamètre moyen est de 95 à 100 μ . Placés dans l'eau, ou dans tout autre liquide, ils prennent un contour ovoïde et finissent très ordinairement par éclater, ce qui permet d'observer facilement leur structure (Pl. XI, fig. 15).

Les cellules stériles sont au nombre de trois, dont une, supérieure, saillante dans la cavité du grain (1), et deux, inférieures, logées dans l'épaisseur de l'intine (2).

(1) Suivant SCHACHT (*Ueber den Bau einiger Pollenkorner*, loc. cit.), il peut arriver que la cellule supérieure se recloisonne, ce qui porterait à quatre le nombre total des cellules stériles. Nous n'avons pas rencontré d'exemple d'une division de ce genre, au moins chez le *L. Europæa* que nous avons étudié spécialement.

(2) Chez les Mélèzes, comme chez les Pins, les deux cellules stériles inférieures sont écrasées, mais non détruites. Leur contenu protoplasmique apparaît nettement sous l'action du vert de méthyle acétique. Nous avons même réussi, à plusieurs reprises, à mettre en évidence la présence du noyau. Nous ne saurions donc admettre, avec SCHACHT, que « ces cellules perdent leur contenu et se montrent comme deux fentes remplies d'air ».

La cellule fertile et les cellules stériles inférieures sont entourées chacune d'une mince couche de cellulose qui tranche par son aspect brillant sur le reste de l'enveloppe interne et qui a été décrite par SCHACHT comme une troisième membrane, distincte de l'intine.

PICEA Link.

Picea excelsa Lam.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles du *Picea excelsa* mesurent de 18 à 22 mill. de longueur sur 8 à 12 mill. de diamètre moyen. Elles naissent sur les plus jeunes rameaux latéraux. Tantôt l'axe de la fleur est muni dans sa partie inférieure de feuilles vertes ordinaires, tantôt il en est dépourvu ; la fleur peut être considérée comme *terminale* dans le premier cas, comme *axillaire* dans le second. Ces deux dispositifs se rencontrent d'ordinaire sur une seule et même plante.

Chaque fleur se compose, comme à l'ordinaire, de bractées florales disposées en involucre à sa base et d'un grand nombre d'étamines qui occupent sa partie supérieure. A la maturité, l'axe floral s'allonge entre les bractées et les étamines pour constituer un pédoncule dont la longueur atteint le quart ou même le tiers de la hauteur de la fleur. Ce pédoncule est rigide et la fleur demeure dressée, même après l'émission du pollen.

Les étamines sont ordinairement disposées en verticilles. Le nombre des termes de chaque verticille peut varier de huit à treize, suivant le volume de la fleur (1).

La forme générale de l'étamine est la même que chez les Pins, à cette différence près que les deux sacs polliniques sont sensiblement plus étroits et plus allongés (Fig. 38). Comme chez les Pins également, le pédicelle reste uni aux sacs sur toute la longueur de ceux-ci pour former le connectif ; la portion libre du pédicelle, qui constitue le pédicelle apparent de l'étamine, est relativement bien développée. L'écusson, en forme de lame triangulaire



Fig. 38. — Etamine de *Picea excelsa* vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.

(1) Nous avons observé quelquefois les dispositions $\frac{2}{25}$, $\frac{2}{23}$ qui diffèrent peu de la disposition verticillée.

mince, est finement denté sur ses bords ; il ne dépasse pas les sacs latéralement.

La déhiscence des sacs se fait par deux fentes longitudinales qui se produisent à droite et à gauche de la ligne médiane inférieure de l'étamine et parallèlement à cette ligne. Il n'y a pas confluence des deux loges.

STRUCTURE.

Axe floral (Fig. 39). — L'écorce et la moelle sont formées de cellules parenchymateuses polygonales, à parois minces, laissant de petits méats triangulaires sur leurs angles. Il n'y a pas d'éléments de soutien différenciés dans le tissu fondamental.

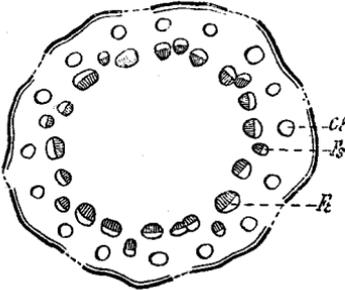


FIG. 39. — *Picea excelsa*. Section transversale moyenne de l'axe d'une fleur à étamines verticillées par huit. Gr. $\frac{30}{1}$.

On trouve, dans l'écorce, des canaux résinifères disposés assez régulièrement vis-à-vis des principaux faisceaux. Tantôt ces canaux cheminent sans se ramifier ; tantôt, au contraire, au niveau de l'émission d'un faisceau staminal, l'un des deux canaux voisins (ou tous les deux à la fois) détache une branche

qui accompagne le faisceau sortant jusqu'à la périphérie de l'écorce où elle se termine, *sans pénétrer dans l'étamine*. L'appareil résinifère ne s'étend pas inférieurement au delà de la région fertile ; l'on n'en trouve plus trace dans le pédoncule.

Les faisceaux principaux sont répartis sur un cercle de grand diamètre ; ils s'élèvent en décrivant des *oscillations* très marquées à droite et à gauche, sans *toutefois* contracter d'anastomoses entre eux (Fig. 40). Les branches sortantes naissent tantôt sur la droite et tantôt sur la gauche des faisceaux principaux, en alternant plus ou moins régulièrement d'une émission à la suivante.

Bractée florale. — Les bractées florales sont très réduites, relativement au volume de la fleur.

Chacune d'elles est formée d'un double épiderme recouvrant une lame très mince de tissu fondamental dépourvu de faisceaux et de

glandes. L'épiderme interne présente de petites cellules à parois minces. L'épiderme externe, au contraire, a ses cellules fortement épaissies et cutinisées, sauf dans la portion inférieure de la bractée, où les deux épidermes possèdent l'un et l'autre des éléments minces. Il résulte de ce dispositif qu'à la maturité de la fleur, les bractées se laissent aisément détacher de l'axe. Toutefois, elles ne s'en séparent pas spontanément; elles ne sont pas réellement caduques.

Étamine (Pl. XI, fig. 16). — L'épiderme constitue à lui seul la paroi des sacs mûrs. Ses éléments sont revêtus, sur leurs faces latérales, d'ornements lignifiés faiblement saillants, dont la largeur va en augmentant de la surface vers le fond des cellules où ils tendent à se bifurquer. La couche élastique de la paroi des sacs se continue avec les mêmes caractères sur la face postérieure de l'écusson.

Le faisceau de l'étamine montre une différenciation très nette en bois et en liber, avec l'indication d'une zone cambiale dans la partie inférieure de son parcours. Il se termine vers le sommet du connectif.

L'étamine est dépourvue de glandes résinifères.

Pollen. — Les grains de pollen des *Picea* ont la même forme que ceux des Pins et des Cèdres. Toutefois ils se distinguent de ceux-ci par leur volume beaucoup plus considérable (Comp. Pl. XV, fig. 17, *b* et *c*).

Ainsi, tandis que les grains des Pins ou des Cèdres mesurent (comme on l'a dit plus haut) en moyenne 96 μ de largeur, dans la direction perpendiculaire aux ballonnets, et 50 μ d'épaisseur, suivant la direction dorso-ventrale; les grains de *Picea* atteignent

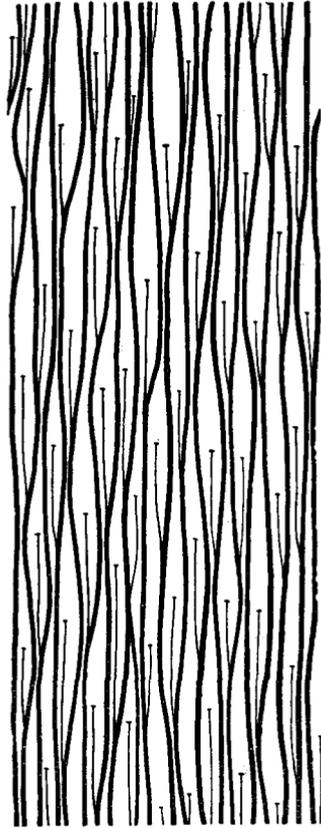


FIG. 40. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe floral de *Picea excelsa*.

respectivement 125μ et 95μ . Ces grains proviennent de cellules mères qui sont elles-mêmes beaucoup plus volumineuses que celles qu'on observe chez les Pins et chez les Cèdres.

La portion stérile du pollen comprend : deux petites cellules supérieures superposées, à parois minces, saillantes dans la cavité du grain et une, ou quelquefois deux cellules inférieures aplaties, qui paraissent logées dans l'épaisseur de l'intine (Pl. XI, fig. 18).

ABIES Link.

Nous avons étudié l'appareil mâle chez l'*Abies nobilis*.

Abies nobilis Lindl.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles d'*Abies nobilis* mesurent de 25 à 30 mill. de longueur sur 8 mill. de diamètre moyen. Elles sont disposées isolément à l'aisselle des feuilles ordinaires, vers l'extrémité des plus jeunes rameaux.

La fleur se compose, comme celle du *Picea*, de bractées et d'étamines. Comme chez *Picea* également l'axe floral s'allonge à sa base en un pédoncule qui peut atteindre 5 à 7 mill., mais, contrairement à ce qu'on observe dans le genre précédent, le pédoncule ne reste pas dressé, il se courbe au contraire sous le poids de la fleur qui se renverse de bonne heure et reste pendante jusqu'au moment où elle se flétrit et finit par tomber.

Les étamines sont distribuées en verticilles plus ou moins réguliers de cinq ou six termes. Elles sont caractérisées par le développement remarquable de leur région pédicellaire ; celle-ci représente en moyenne le quart de la longueur totale de l'organe (Pl. XI, fig. 19). Par contre l'écusson est très réduit et presque nul ; il se présente ordinairement sous la forme d'une petite lame triangulaire un peu épaisse ou d'un simple renflement surmontant les sacs. Ceux-ci ont une forme globuleuse.

La déhiscence est nettement transversale. Elle s'opère, vers le milieu de la longueur des sacs, suivant deux lignes qui partent du haut de l'étamine, à droite et à gauche du connectif, et vont se réunir

sur la ligne médiane inférieure de l'étamine. Au moment de la déhiscence, la cloison de séparation des sacs se déchire transversalement de bas en haut, au niveau du point de convergence des deux lignes d'ouverture, ainsi que nous l'avons observé chez *Larix*.

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe floral de l'*Abies*, comparé à celui du *Picea*, offre dans sa région pédonculaire un certain nombre de caractères distinctifs qui permettent de se rendre compte du port différent de la fleur, dressée chez le *Picea* et pendante chez l'*Abies*.

En premier lieu, le pédoncule de l'*Abies* est sensiblement plus grêle que celui du *Picea*. Son diamètre est de 1 mill. environ dans le premier cas et de 1 mill. et demi dans le second.

D'autre part, la couronne vasculaire qui, en l'absence du sclérenchyme sert d'appareil de soutien, est moins développée chez l'*Abies*. Si l'on compare les figures 17 et 20 de la Pl. XI qui représentent des sections transversales pratiquées dans la région moyenne des pédoncules en question, on peut remarquer que le diamètre de la couronne vasculaire correspond, chez le *Picea*, environ aux trois quarts, et, chez l'*Abies*, à la moitié seulement du diamètre total de l'organe.

Enfin, chez *Picea*, les faisceaux sont beaucoup plus nombreux et restent accolés les uns aux autres sur la majeure partie de la longueur du pédoncule, tandis que chez l'*Abies* ils se séparent presque dès la base.

Pour ces diverses raisons on comprend que le pédoncule soit moins résistant chez l'*Abies* que chez le *Picea* et cède plus facilement au poids de la fleur.

Le pédoncule floral de l'*Abies* est dépourvu de canaux résinifères, comme celui du *Picea*. Dans la portion staminifère de l'axe, on trouve un canal vis-à-vis de chacun des faisceaux principaux. Au moment où un faisceau staminal va quitter l'axe, les deux canaux résinifères voisins détachent chacun une branche qui passe avec le faisceau sortant dans l'étamine où elle se termine presque immédiatement sans pénétrer dans le connectif.

Étamine (Ensemble : Pl. XI, fig. 21). — La paroi des sacs polliniques est très différenciée et rappelle, par sa structure, celle des Cèdres. Elle comprend trois couches distinctes, savoir :

Un épiderme ;

Une assise moyenne ;

Une lame interne de tissu fondamental écrasé (Pl. XI, fig. 22 et 23).

Les deux premières couches constituent la zone élastique.

Les cellules épidermiques sont remarquablement grandes. Vues de face, elles se montrent à peu près isodiamétriques et disposées en files parallèles plus ou moins régulières. Leurs parois latérales sont revêtues d'épaississements lignifiés en forme de baguettes fortement saillantes dirigées normalement à la surface libre des cellules.

L'assise moyenne offre une épaisseur variable suivant les régions. Vers le haut des sacs et sur les côtés, elle est formée de deux rangs de cellules, tandis qu'à la partie inférieure des sacs, c'est-à-dire au voisinage de la cloison médiane de l'étamine, elle comprend trois ou quatre rangées cellulaires. Toutes ces cellules sont fortement allongées (leur longueur atteint six à huit fois leur largeur) et orientées en files parallèles entre elles et parallèles aux files de cellules épidermiques. Elles portent des ornements lignifiés plus grêles que ceux des cellules épidermiques et qui diffèrent en outre de ceux-ci en ce qu'ils se rejoignent d'une paroi à l'autre, sur le fond des cellules, en affectant la forme d'U ou d'arcs ouverts vers l'extérieur.

Dans la région du connectif, les cellules épidermiques sont plus petites que sur la paroi des sacs ; toutefois la différence de taille est moins sensible que chez les autres Abiétinées. De plus ces cellules présentent les épaississements en baguette qui caractérisent les éléments de l'épiderme élastique.

La cloison qui sépare les sacs acquiert ici un notable développement en épaisseur. Dans sa partie supérieure elle se compose d'une masse d'éléments arrondis, à parois minces, au milieu de laquelle chemine un faisceau très grêle (Pl. XI, fig. 24). A sa partie inférieure, la cloison médiane est constituée, comme chez les Cèdres, par des cellules élastiques.

L'appareil résinifère, très réduit, est représenté par deux glandes en ampoules localisées au sommet de l'étamine et disposées de part et d'autre de la terminaison du faisceau. Ces glandes ne commu-

niquent pas entre elles, non plus qu'avec les canaux résinifères de l'axe floral.

Les cellules épidermiques des deux faces de l'écusson sont munies de bandes d'épaississement étroites, abondamment ramifiées.

Pollen. — Le pollen d'*Abies* est formé de grains très volumineux, à deux ballonnets, identiques aux grains de pollen du *Picea*.

TSUGA Endl.

Tsuga Canadensis Carr.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles des *Tsuga* sont les plus petites que l'on rencontre parmi les Abiétinées. Chez le *Tsuga canadensis* (Carr.), leur longueur ne dépasse pas 5 mill. sur un diamètre de 2 mill. (Pl. XI, fig. 25).

Ces fleurs se développent sur les plus jeunes rameaux, à l'aisselle des feuilles vertes. Elles sont sessiles. Chacune d'elles comprend un évolucre de petites écailles stériles auxquelles font suite dix à douze étamines. Toute la portion fertile du cône se trouve recouverte par les écailles protectrices pendant la majeure partie de son développement ; puis, comme chez les autres Abiétinées, la base de l'axe s'allonge en un pédoncule qui atteint ici la longueur de la portion fertile tout entière. A ce moment la fleur est pendante, comme chez les *Abies*. Après l'émission du pollen, les cônes tombent, par suite de la rupture de l'axe au sommet du pédoncule. Le pédoncule lui-même persiste, ainsi que les écailles protectrices.

L'étamine est très petite et constituée presque entièrement par deux sacs courts, de forme globuleuse. Il n'y a pas de pédicelle apparent ; le connectif s'insère directement sur l'axe floral. L'écusson est représenté par une petite lame triangulaire qui dépasse à peine les sacs (Pl. XI, fig. 26 et 27).

La déhiscence est transversale. Les lignes d'ouverture sont disposées vers le milieu de la longueur des sacs ; elles partent supérieurement des bords du connectif et descendent à droite et à gauche pour se réunir inférieurement sur la ligne médiane de l'étamine. Contrairement à ce qu'on observe chez les autres Abiétinées, l'empla-

gement des lignes de déhiscence est visible extérieurement, avant la maturité de l'étamine, sous la forme d'un double sillon transversal assez profond. L'ouverture des sacs polliniques est accompagnée de la rupture de la cloison médiane, comme chez *Abies* et *Larix*.

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe floral du *Tsuga* a une structure très simple (Pl. IX, fig. 28). Le tissu fondamental, formé exclusivement de cellules parenchymateuses à parois minces, ne contient pas de canaux résineux. Il est revêtu d'un épiderme dont les éléments, de même taille à peu près que ceux du tissu fondamental, sont légèrement épaissis sur leur face externe. Il n'y a pas d'hypoderme.

Les faisceaux, peu nombreux, forment une couronne libéroligneuse continue jusqu'au quart environ de la longueur du pédoncule, puis ils se séparent les uns des autres en gagnant la périphérie de l'axe et sortent successivement dans les étamines.

Étamine. — La figure 29 de la Pl. XI représente une étamine de *Tsuga* coupée un peu obliquement vers la partie moyenne de sa région fertile. Le connectif forme à la partie supérieure de la section une saillie très accusée; de part et d'autre et à une certaine distance de cette saillie se voient deux dépressions correspondant aux lignes de déhiscence; la surface inférieure de la même section est creusée, comme à l'ordinaire, d'un sillon vis-à-vis de la cloison de séparation des sacs polliniques.

La paroi des sacs est constituée par une assise de cellules épidermiques; tout le tissu sous-jacent à cet épiderme se montre écrasé, à la maturité de l'étamine.

Les éléments de l'épiderme sont munis, sur leurs parois latérales, de bandes étroites d'épaississement lignifiées, en forme de baguettes cylindriques. Ces ornements sont relativement grêles, surtout si on les compare à ceux qu'on trouve chez *Abies*.

Dans la région du connectif, l'épiderme est plus mince que sur les sacs et dépourvu d'ornementation. Il n'y a pas d'hypoderme. On trouve sous l'épiderme un massif de tissu fondamental dans lequel chemine un faisceau grêle. Le tissu fondamental est constitué, au niveau du connectif et de la cloison médiane, par des éléments à parois minces sans ornements.

A la différence des autres Abiétinées, chez lesquelles l'appareil résinifère est représenté dans l'étamine par deux glandes disposées symétriquement, on ne trouve chez *Tsuga* qu'une seule glande située dans le plan médian de l'étamine, au delà de la terminaison du faisceau (Pl. XI, fig. 30). Cette glande peut faire défaut.

Pollen. — Le pollen est formé de gros grains arrondis, de 110 μ de diamètre environ, sans ballonnets.

L'état très avancé des échantillons que nous avons à notre disposition ne nous a pas permis de reconnaître l'organisation de ce pollen.

PSEUDOTSUGA Carr.

Pseudotsuga Douglasii Carr.

L'appareil mâle du *Pseudotsuga Douglasii* offre la plus grande analogie avec celui du *Tsuga canadensis*.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles ont de 12 à 15 mill. de longueur et 3 ou 4 mill. de diamètre. Elles naissent solitairement à l'aisselle des feuilles ordinaires. A la maturité de la fleur, la masse des étamines est séparée des bractées florales par un pédoncule de 5 mill. environ de longueur et pend à l'extrémité de ce pédoncule.

L'étamine rappelle par sa forme générale celle du *Tsuga*. Toutefois on remarque que l'écusson est sensiblement plus développé chez *Pseudotsuga* et aussi que les sacs polliniques sont plus allongés. Tandis que chez *Tsuga* le diamètre vertical des sacs surpasse un peu le diamètre horizontal, chez *Pseudotsuga* c'est le diamètre horizontal qui l'emporte sur l'autre. Sous ce rapport le *Pseudotsuga* nous offre la transition entre le type moyen de l'étamine des Abiétinées à sacs nettement cylindriques et l'étamine à sacs considérablement abrégés du *Tsuga*.

La déhiscence s'opère, chez *Pseudotsuga*, par deux fentes obliques avec rupture de la cloison médiane au point de convergence de ces deux fentes.

STRUCTURE.

Au point de vue de la structure de l'appareil mâle, le *Pseudotsuga* et le *Tsuga* n'offrent pas de différences appréciables. L'étamine notamment présente ici, comme chez *Tsuga*, le caractère très particulier de ne posséder qu'une seule glande résinifère localisée au sommet des sacs (Pl. XI, fig. 31).

Les grains de pollen, sphériques et dépourvus de ballonets, mesurent environ 115 μ de diamètre. Ils présentent, à la maturité, quatre petites cellules stériles, dont deux, bien développées, saillantes dans la grande cellule fertile, et deux autres, aplaties, paraissant logées dans l'épaisseur de l'intine (Pl. XI, fig. 32).

CHAPITRE TROISIÈME.

§ 1. — TAXODIÉES.

Nous retrouvons ici, sous une forme réduite et abrégée, le type d'étamine à sacs libres déjà observé chez les Araucariées. La réduction porte sur la lame descendante de l'écusson qui tend à disparaître en se confondant vers le bas avec la paroi propre des sacs polliniques, sur les sacs eux-mêmes et sur le pédicelle staminal.

Nous étudierons en premier lieu l'appareil mâle de *Sciadopitys*, puis celui de *Sequoia* et, par comparaison avec ce dernier, l'appareil mâle d'*Arthrotaxis*, de *Cunninghamia*, de *Taxodium* et de *Cryptomeria*.

SCIADOPITYS Sieb. et Zucc.

Le genre *Sciadopitys* ne contient qu'une espèce, le *S. verticillata*.

EXTÉRIEUR.

Le *Sciadopitys verticillata* se distingue immédiatement des Conifères précédemment étudiées par la disposition de ses fleurs mâles qui sont groupées de manière à constituer de véritables inflorescences.

Ces inflorescences, ou chatons mâles (Pl. XII, fig. 1), se développent vers le sommet des branches, au-dessus de la dernière couronne d'aiguilles. Elles se composent de 12 à 14 fleurs latérales disposées à la surface d'un rameau court (axe florifère) de second ordre par rapport à la branche mère, et d'une fleur *centrale* qui représente la terminaison de ce rameau. Chacune des fleurs latérales est accompagnée et recouverte en grande partie par une

large écaille (bractée mère) (Pl. XII, fig. 3), formée d'une portion basilaire courte et épaisse, munie de deux expansions aliformes, et d'une portion terminale mince, en forme de lame triangulaire concave intérieurement. A la maturité, la région terminale de la bractée se sépare de la région basilaire qui reste adhérente à l'axe de l'inflorescence.

Les fleurs, de forme globuleuse, mesurent en moyenne 5 à 6 mill. de diamètre (Pl. XII, fig. 2). Elles sont portées par un court pédoncule cylindrique. La fleur terminale de chaque inflorescence possède un involucre protecteur très réduit, formé d'un petit nombre d'écailles persistantes. Les fleurs latérales, au contraire, sont complètement dépourvues de pièces stériles (1).

L'étamine du *Sciadopitys* se présente sous la forme d'une lame dressée verticalement, reliée à l'axe floral par un pédicelle cylindrique grêle et portant à sa face inférieure deux sacs poliniques libres, pendants (Pl. XII, fig. 4).

Le pédicelle est horizontal ou légèrement ascendant ; sa longueur peut varier d'une étamine à une autre, en général elle égale à peu près la hauteur de la portion dressée. Celle-ci représente l'écusson de l'étamine ; elle offre un contour semi-circulaire et des bords lisses. Les deux sacs polliniques ont une forme ovoïde ; ils s'insèrent largement à la surface de la lame staminale, *sans toutefois adhérer l'un à l'autre ni au pédicelle*. A la maturité, les deux sacs s'ouvrent longitudinalement l'un vers l'autre et vers le centre de la fleur ; les deux lignes de déhiscence partent de l'angle inférieur du pédicelle, à droite et à gauche du plan médian de l'étamine, et s'étendent jusqu'au sommet de chaque sac. A ce moment, on observe que les sacs, qui jusque là se tenaient dirigés obliquement vers le centre de la fleur, se renversent vers l'extérieur et finissent par se placer verticalement sur le prolongement de l'écusson.

(1) Suivant M. STRASBURGER (*Die Coniferen und die Gnetaceen*) on ne rencontrerait jamais d'inflorescences vraies chez les Conifères. Cette assertion vise surtout l'exemple des Pins, chez qui, comme on sait, les rameaux qui portent les cônes mâles continuent à se développer après la floraison, en donnant des pousses vertes. Mais chez le *Sciadopitys* et chez diverses autres Conifères dont nous parlerons plus loin, il en est autrement. Les cônes qui composent chaque groupe floral proviennent de la ramification d'un axe spécial qui ne porte pas de feuilles vertes et qui se termine lui-même par une fleur. Ces groupes de fleurs représentent donc bien des inflorescences, dans le sens ordinaire du mot.

STRUCTURE.

Axe florifère. — L'axe florifère, vu en section transversale, présente une masse de tissu fondamental homogène parcourue par un petit nombre de faisceaux et limitée extérieurement par un mince épiderme (fig. 41).

L'épiderme est formé de petits éléments aplatis, faiblement épaissis sur leur face externe; il est complètement dépourvu de poils à la différence de l'épiderme des rameaux ordinaires, lequel possède d'une façon constante, de longs poils simples disposés en touffes à l'aisselle des écailles (1). On rencontre quelques stomates dans la portion inférieure de l'axe florifère.

Il n'y a pas d'hypoderme.

Tout le tissu fondamental, moelle et écorce, est composé de cellules parenchymateuses polygonales à parois minces. L'appareil résinifère, localisé dans l'écorce, est représenté par un système de canaux irrégulièrement et abondamment ramifiés. On trouve d'ordinaire un canal volumineux vis-à-vis de chacun des faisceaux principaux; ce canal fournit des branches aux axes des fleurs les plus voisines ainsi qu'aux bractées mères de ces fleurs.

Les faisceaux principaux, au nombre de dix à douze sur une coupe transversale moyenne, sont disposés sur un cercle de grand rayon et séparés les uns des autres par de larges bandes de tissu fondamental. Ces faisceaux ont une structure très simple: ils se composent, vers la base de l'axe, c'est-à-dire là où leur volume est le plus considérable, d'un petit groupe intérieur de trachées, de deux à quatre rangées de fibres ligneuses secondaires aréolées, d'un

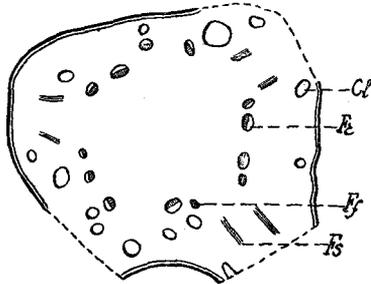


FIG. 41. — Axe de l'inflorescence mâle de *Sciadopitys verticillata*. Section transversale d'ensemble vers le haut de l'axe. Gr. $\frac{20}{1}$. *Fs*, faisceau sortant dans la bractée mère d'une fleur; *Ff*, branche d'insertion des faisceaux de l'axe de cette fleur.

(1) V. C. E. BERTRAND. *Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères*, p. 101.

même nombre d'assises de petits éléments libériens secondaires et d'un arc libérien primaire écrasé à la maturité de la fleur. (Pl. XII, fig. 5).

Chacun de ces faisceaux émet alternativement vers la droite et vers la gauche des cordons libéro-ligneux qui sortent dans les bractées mères des fleurs.

Bractées. — Les bractées mères des fleurs latérales et les bractées florales de la fleur terminale occupent la même situation relativement à l'axe florifère et possèdent une structure identique.

Chaque bractée reçoit un seul faisceau, accompagné extérieurement d'une grosse glande résinifère qui fait saillie à la face inférieure de la bractée. Le faisceau est bordé de chaque côté par un massif de trachéides annexes à ponctuations aréolées, semblables à celles qui avoisinent les faisceaux foliaires chez la même plante ; il ne subit pas de division et ne dépasse pas la portion persistante de la bractée ; au contraire, la glande résinifère qui l'accompagne s'étend jusque dans la portion caduque où elle se termine, quelquefois après s'être bifurquée.

L'épiderme est formé de petites cellules plates ; celles de la face inférieure offrent une membrane légèrement épaissie vers l'extérieur et incrustée de très petits cristaux d'oxalate de chaux. Sur toute l'étendue de la portion caduque de la bractée, l'épiderme de la face inférieure est revêtu d'une assise de fibres hypodermiques très épaisses ; cette assise manque dans la portion persistante. Sous l'hypoderme se trouve une couche d'une à trois assises de cellules à tannin ; le reste du tissu fondamental est formé de grandes cellules à parois minces, lâchement unies entre elles (Pl. XII, fig. 7).

La rupture de la bractée est déterminée, comme chez les Pins, par l'apparition d'une zone génératrice secondaire qui fournit deux

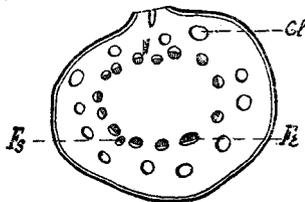


FIG. 42. — Axe floral de *Sciadopitys verticillata*.
Section transversale
moyenne d'ensem-
ble. Gr. $\frac{12}{1}$.

ou trois assises de petites cellules facilement dissociables (Pl. XII, fig. 6).

Axe floral. — L'axe de chacune des fleurs mâles présente, avec des dimensions moindres, la même structure que l'axe général de l'inflorescence (Fig. 42).

L'épiderme, dépourvu de poils, porte quelques stomates localisés dans la région du pédoncule. Il n'y a pas

d'hypoderme. Les faisceaux réparateurs et les faisceaux sortants diffèrent peu de calibre, ce qui s'explique par l'extrême brièveté de l'axe floral. Chaque étamine reçoit un seul faisceau accompagné d'une glande résinifère. Celle-ci naît en général du canal situé en face du faisceau réparateur qui a fourni le faisceau sortant, ou, plus rarement, d'un canal résinifère voisin.

Étamine. — Le faisceau staminal parcourt la longueur du pédicelle sans se diviser. Arrivé à la base de l'écusson, il se partage en deux branches : l'une ascendante, l'autre descendante (Pl. XII, fig. 8). La branche ascendante, accompagnée de trachéides annexes aréolées, se rend dans l'écusson où elle s'éteint peu à peu au sein du tissu fondamental. La branche descendante est dépourvue de trachéides annexes ; elle se termine en s'épanouissant dans la région d'insertion des sacs polliniques. La région d'insertion elle-même forme à la face inférieure de la lame staminale une saillie assez prononcée, comme on le voit sur la figure 8, Pl. XII. Cette saillie correspond par sa position, à la lame descendante de l'écusson signalée chez les Araucariées, mais elle est bien moins développée que cette dernière et ne se distingue pas extérieurement du reste de l'étamine.

La glande résinifère ne dépasse pas le sommet du pédicelle. Tout le tissu fondamental de la portion végétative de l'étamine (pédicelle et écusson) est composé de cellules à parois minces. Il n'y a pas d'hypoderme. Les cellules épidermiques de l'écusson sont médiocrement épaissies sur leur face libre ; l'épiderme supérieur présente un petit nombre de stomates (Pl. XII, fig. 9).

La paroi des sacs polliniques est constituée par une assise de cellules épidermiques ; tout le tissu sous-jacent est utilisé pour le développement du pollen et se montre complètement écrasé sur les sacs mûrs. Les cellules épidermiques portent sur leurs parois latérales des bandes d'épaississements à section demi-circulaire disposées normalement à la surface (Pl. XII, fig. 10). Ces ornements augmentent d'épaisseur de la surface vers le fond des cellules et rappellent par leur forme générale les ornements correspondants des Araucariées, mais ils se distinguent de ceux-ci d'abord par leurs dimensions beaucoup moindres et aussi en ce qu'ils sont formés de cellulose lignifiée ; toutefois la lignification est moins accusée que chez les Abiétinées.

L'épiderme des sacs polliniques offre une épaisseur uniforme ; on n'observe à sa surface rien qui rappelle les arêtes saillantes des sacs

des Araucariées. Par contre on relève des différences sensibles dans la forme des éléments épidermiques, suivant les régions. Au voisinage de la ligne de déhiscence, les cellules sont très étroites et environ trois fois plus longues que larges, tandis que sur le milieu des valves elles sont beaucoup plus larges et à peu près isodiamétriques. Nous avons déjà observé un fait du même genre chez les Abiétinées ; il y a toutefois cette différence qu'ici les variations ne portent que sur le *degré d'allongement* des cellules tandis que dans le cas des Abiétinées il y a en même temps *changement d'orientation* des mêmes éléments. A cela près, il est évident que la forme abrégée des éléments élastiques sur le milieu des valves doit avoir pour résultat, comme chez les Abiétinées, de déterminer une contraction longitudinale plus forte dans cette région de la paroi que sur les bords de la ligne de déhiscence et par suite de favoriser la production de la fente.

Pollen. — Les grains de pollen mesurent en moyenne 40 μ de diamètre. Vus dans l'eau, ils présentent une forme à peu près sphérique (Pl. XV, fig. 17, e). Si on les laisse se dessécher peu à peu, on voit se former, dans la région ventrale, une dépression circulaire de plus en plus accentuée. Les grains, complètement desséchés, ont une forme polyédrique.

La membrane d'enveloppe comprend : une exine, mince et résistante, et une intine, plus épaisse, susceptible de se dilater fortement sous l'action des liquides. La différenciation des deux zones de la membrane, très accusée dans la région dorsale du grain, va en s'atténuant peu à peu à mesure qu'on se rapproche du pôle ventral où l'exine fait défaut.

L'exine porte à sa surface de nombreuses protubérances en forme de mamelons arrondis, assez fortement saillants. La présence de ces protubérances donne au pollen du *Sciadopitys* un aspect granuleux qui permet de distinguer immédiatement ce pollen de celui des autres Conifères.

La masse interne des grains de pollen est divisée en deux cellules, savoir : une grande cellule fertile et une petite cellule stérile, faisant saillie dans la cavité de la cellule précédente dont elle est séparée par une mince cloison en forme de verre de montre (Pl. XII, fig. 11).

SEQUOIA Endl.

Nous prendrons comme exemple le *S. gigantea*.

Sequoia gigantea Torrey.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles terminent les plus jeunes rameaux. Elles sont pourvues, à leur base, d'un involucre de bractées intermédiaires comme forme entre les feuilles ordinaires et les étamines. Les feuilles, les bractées florales et les étamines se succèdent sans interruption et sont disposées à la surface du rameau suivant le cycle $\frac{2}{3}$.

La fleur, prise un peu avant son complet développement, présente une forme ovoïde et mesure 6 ou 7 mill. de longueur sur 3 à 4 mill. de diamètre (Pl. XII, fig. 12). Au moment où cette fleur arrive à maturité, elle subit un allongement considérable et atteint environ le double de sa taille primitive. Cet accroissement est dû à l'élongation de l'axe, laquelle porte, non seulement sur la région basilaire (pédoncule) mais sur toute la hauteur de la fleur. Dans la région staminifère, il se produit une alternance assez régulière de longs et de courts entre-nœuds, de sorte que les étamines semblent finalement disposées par paires alternes, insérées sur un axe grêle à entre-nœuds bien développés. Cet aspect de la fleur mûre est caractéristique du genre *Sequoia* et des genres très voisins *Cunninghamia*, *Arthrotaxis* et *Taxodium*.

On compte en moyenne douze à quatorze étamines par fleur.

L'étamine (Pl. XII, fig. 13) se rattache, comme celle du *Sciadopitys*, au type *Araucaria*. Elle possède un grand écusson dressé, en forme de lame triangulaire, relié à l'axe floral par un pédicelle cylindrique court, mais très distinct. L'écusson se prolonge au-dessous du pédicelle en une courte lame descendante qui se confond vers le bas avec la paroi des sacs polliniques.

Ceux-ci sont ordinairement au nombre de trois (1), dont un, médian, pendant verticalement à la face inférieure de la lame staminale et deux, latéraux, disposés un peu obliquement à droite et à gauche du sac médian. Ces sacs, de forme sensiblement sphérique, sont largement insérés, mais toujours indépendants du pédicelle et indépendants les uns des autres. Ils s'ouvrent vers le centre de la fleur suivant des lignes qui partent de l'angle inférieur du pédicelle et s'étendent en rayonnant sur la face interne de chaque sac.

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe floral (Pl. XII, fig. 14) représente un rameau très réduit. Il se compose d'une masse de tissu fondamental non différencié, limitée par un mince épiderme et parcourue par six à dix faisceaux grêles nettement séparés les uns des autres. A la différence des rameaux ordinaires, l'axe floral ne contient pas de glandes résinifères.

Bractée florale (Pl. XII, fig. 15). — Les bractées florales sont persistantes.

Chaque bractée reçoit un seul faisceau qui s'élève sans se diviser jusqu'aux deux tiers environ de la hauteur de l'organe. A droite et à gauche de la masse ligneuse de ce faisceau, on observe quelques trachéides annexes à parois lignifiées et munies de ponctuations aréolées. En arrière du faisceau se trouve une grosse glande résinifère qui s'étend un peu au-dessus du point d'extinction du faisceau.

La bractée est revêtue d'une double assise épidermique qui présente d'une face à l'autre des différences sensibles.

L'épiderme de la face inférieure est formé de files parallèles de grandes cellules allongées, séparées par des cloisons transversales rectangulaires. En section transversale, ces cellules offrent une paroi externe bombée, très épaisse, incrustée de cristaux d'oxalate de chaux. Le même épiderme est revêtu d'une assise continue de fibres régulièrement épaissies.

(1) Au moins dans la portion moyenne de la fleur. Les étamines du sommet ne portent souvent que deux sacs ; à la base de la fleur au contraire leur nombre peut s'élever jusqu'à cinq. Quel que soit d'ailleurs le nombre des sacs, ceux-ci restent toujours disposés côte à côte sur une seule rangée.

L'épiderme supérieur se compose de petits éléments très faiblement épaissis sur leur face libre. La plupart des cellules sous-jacentes conservent des parois minces, à l'exception d'un très petit nombre qui s'allongent en fibres.

Les deux épidermes portent des stomates ; ceux-ci se rencontrent surtout à la face inférieure de la bractée.

Étamine. — L'étamine présente, dans sa portion végétative (pédicelle et écusson) une structure très semblable à celle de la bractée florale.

Le faisceau s'étend peu au delà du pédicelle ; il se termine en se redressant et en s'épuisant peu à peu, sans envoyer de cordon libéro-ligneux vers la région d'insertion des sacs polliniques. La glande résinifère, localisée à la base de l'écusson, est remarquablement volumineuse (Pl. XII, fig. 16).

L'épiderme des deux faces de l'écusson offre la différenciation que nous avons observée dans la bractée.

La paroi des sacs polliniques a la même structure que chez le *Sciadopitys*. L'assise épidermique, qui persiste seule sur le sac mûr, présente des ornements lignifiés, en forme de baguettes, dont l'épaisseur augmente légèrement de la surface vers le fond des cellules (Pl. XII, fig. 17).

Pollen. — Le pollen est composé de grains sphériques, de 32 μ environ de diamètre. Contrairement à ce que nous avons observé jusqu'ici, chaque grain de pollen est pourvu d'un pore circulaire situé exactement au pôle ventral du grain. Pour mettre ce pore en évidence, il suffit de placer le pollen dans l'eau pure ; l'intine se gonfle à la manière ordinaire et forme au niveau du pore une petite saillie nettement circonscrite en forme de bouton (Pl. XV, fig. 17, f).

La masse interne du pollen se compose d'une grande et d'une petite cellule séparées par une cloison mince (Pl. XII, fig. 18).

Sequoia sempervirens Endl.

Les fleurs mâles naissent ordinairement par groupes de deux à quatre au sommet des jeunes rameaux. Chacun de ces groupes constitue une inflorescence dans laquelle on distingue une fleur principale qui termine le rameau et des fleurs latérales disposées

à l'aisselle des écailles basilaires de la fleur terminale. D'autres fois les fleurs apparaissent isolément; dans ce cas, elles sont toujours terminales.

Chaque fleur porte de seize à vingt étamines.

L'étamine possède un grand écusson triangulaire qui dépasse sensiblement à droite et à gauche la région d'insertion des sacs polliniques (Pl. XII, fig. 19). Celle-ci est notablement réduite, les sacs sont plus allongés que ceux du *S. gigantea* et par là ressemblent davantage aux sacs du *Sciadopytis*. Des trois sacs que possède habituellement l'étamine, les deux latéraux sont disposés presque parallèlement au pédicelle (1); le sac médian s'insère un peu en arrière des deux autres et pend verticalement.

Au point de vue de la structure, la fleur mâle du *S. sempervirens* et celle du *S. gigantea* n'offrent pas de différences qui méritent d'être signalées.

ARTHROTAXIS Don.

Arthrotaxis cupressoides Don.

L'*A. cupressoides* possède des fleurs mâles cylindriques, de forme grêle et allongée. Ces fleurs terminent les plus jeunes rameaux; leurs dimensions moyennes, au moment de la maturité, sont de 10 mill. de longueur sur 2,5 à 3 mill. de diamètre.

Chaque fleur se compose d'un petit nombre de bractées florales, intermédiaires comme forme entre les feuilles ordinaires et les étamines, et de vingt-quatre à vingt-huit étamines complètement semblables comme forme et comme disposition des sacs aux étamines du *Sequoia sempervirens* (Pl. XII, fig. 20). On observe toutefois que le nombre des sacs est ici plus constant; il dépasse rarement deux. Le pédicelle staminal est relativement long.

La paroi des sacs polliniques offre la même structure que chez les *Sequoia*. L'écusson staminal diffère de celui des mêmes plantes par l'absence complète d'éléments sclérifiés dans le tissu fondamental; en revanche les cellules de l'épiderme inférieur sont très fortement épaissies de manière à constituer une puissante assise protectrice (Pl. XII, fig. 21).

(1) Du moins jusqu'au moment de la débiscence; en s'ouvrant, les sacs latéraux se renversent pour se placer dans le prolongement de l'écusson.

Le pollen est sphérique, de 30 μ de diamètre environ. Les grains sont dépourvus de pore distinct; ils présentent chacun une seule petite cellule stérile (Pl. XV, fig. 17, *g*).

CUNNINGHAMIA R. Brown.

Le genre *Cunninghamia* ne contient qu'une espèce, le *C. sinensis*.

EXTÉRIEUR (Pl. XII, fig. 22).

Les fleurs mâles mesurent à maturité 20 à 30 mill. de longueur; leur diamètre ne dépasse pas 3 mill. Elles sont réunies en grand nombre à l'extrémité des jeunes rameaux et insérées chacune à l'aisselle d'une large écaille.

Chaque fleur est pourvue, à sa base, de trois grandes bractées, dont une antérieure (par rapport au rameau florifère) et deux latérales. Ces bractées sont persistantes, de même que la bractée, mère de la fleur.

L'axe floral présente des entre-nœuds relativement bien développés et porte des étamines rapprochées par paires, comme chez *Sequoia*.

L'étamine (Pl. XII, fig. 23) est fixée sur l'axe par un pédicelle grêle qui s'élargit à son sommet en un écusson triangulaire, à bords fortement et irrégulièrement dentés. Les sacs polliniques s'insèrent largement dans l'angle inférieur formé par le pédicelle avec l'écusson. De même que chez *Sequoia* et *Arthrotaxis*, le bord réfléchi de l'écusson, très peu apparent, se confond vers le bas avec la paroi propre des sacs. On trouve très ordinairement sur chaque étamine trois sacs, dont deux latéraux et un médian (1); ce dernier manque quelquefois. Ces sacs ont une forme ovoïde; leur longueur égale à peu près la hauteur de l'écusson. La déhiscence se fait suivant une ligne qui part de l'angle inférieur du pédicelle et qui s'étend sur la face antérieure de chaque sac jusqu'à son sommet. En même temps que les sacs s'ouvrent, l'écusson se courbe à sa base en se renversant vers l'extérieur (Pl. XII, fig. 23).

(1) R. BROWN a fait remarquer que, chez le *Cunninghamia*, les lobes de l'anthère, c'est-à-dire les sacs polliniques, concordent pour le nombre, l'insertion et la direction, avec les ovules. Il n'y a là évidemment qu'une coïncidence fortuite qui ne justifie en aucune façon le rapprochement que l'auteur anglais a cru pouvoir établir entre ces deux sortes de productions.

STRUCTURE.

Bractée mère et bractée florale. — Ces deux sortes d'appendices présentent la même structure. L'épiderme inférieur composé de grandes cellules allongées, à paroi externe fortement épaissie et incrustée d'oxalate de chaux. Sous cet épiderme se trouve une assise continue de fibres hypodermiques. Tout le reste du tissu fondamental est formé de grandes cellules à parois minces. Les cellules épidermiques de la face supérieure sont plus petites et beaucoup moins épaissies que celles de la face inférieure. Les stomates, peu nombreux, sont localisés à la face inférieure, comme dans les feuilles ordinaires.

Le faisceau médian, unique, est accompagné latéralement de cellules annexes lignifiées à grosses ponctuations aréolées.

Axe floral. — L'axe floral se distingue de celui des *Sequoia* et de l'*Arthrotaxis* par la présence, dans l'écorce, d'un cercle de glandes résinifères représentant la terminaison inférieure des glandes des étamines. Ces glandes ne communiquent pas entre elles.

Étamine (Pl. XII, fig. 24). — L'épiderme des sacs polliniques porte des ornements lignifiés, semblables à ceux des sacs de *Sequoia*. Des épaississements analogues se retrouvent dans les cellules épidermiques externes de l'écusson. Il n'y a pas de fibres hypodermiques. A la différence de ce qu'on observe sur l'écaille mère et sur les bractées florales, les stomates occupent la face interne de l'écusson.

Pollen. — Le pollen de *Cunningamia*, comme celui d'*Arthrotaxis*, ne se distingue du pollen de *Sequoia* que par l'absence de pore ventral.

TAXODIUM L. C. Rich.

Nous avons étudié l'appareil mâle du *T. distichum*.

Taxodium distichum L. C. Rich.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles du *T. distichum* sont portées par les rameaux caducs (1). Elles se développent à l'aisselle des feuilles, soit isolément, soit par groupes ou inflorescences de deux à quatre fleurs.

(1) On sait que les *Taxodium* possèdent deux sortes de rameaux, les uns ne donnant que des écailles et les autres des feuilles vertes. Les premiers sont persistants, tandis que les seconds se renouvellent chaque année.

Dans ce dernier cas, l'inflorescence comprend une fleur centrale qui constitue la terminaison du bourgeon axillaire de la feuille mère, et des fleurs latérales qui représentent autant de pousses nées à l'aisselle des écailles basilaires de la fleur centrale (Pl. XII, fig. 25). L'ensemble des fleurs constitue donc une inflorescence axillaire comparable aux inflorescences mâles du *Sciadopitys*. Les deux dispositifs, isolé et groupé, se trouvent d'ordinaire réalisés sur une seule et même plante.

La longueur des fleurs varie entre 6 et 10 mill. et leur diamètre entre 2,5 et 3 mill. Très ordinairement la fleur terminale de l'inflorescence est plus volumineuse que les fleurs latérales; celles-ci peuvent même rester rudimentaires et ne porter que des pièces stériles.

L'axe floral, au moment de la maturité, s'allonge sur toute son étendue, comme chez les *Sequoia*. Cet axe porte, à sa base, un involucre de petites bractées persistantes et, au-dessus, des étamines pseudo-opposées. Sur la fleur jeune, ces divers appendices, bractées et étamines, se montrent disposées suivant un cycle dextre $\frac{2}{3}$ (1).

L'étamine (Pl. XII, fig. 26) présente un écusson dressé ovale-deltaïde, à bords entiers, relié à l'axe floral par un court pédicelle. L'écusson est très développé relativement aux sacs polliniques. Ceux-ci sont courts, presque sphériques. Sur les étamines moyennes de la fleur, les sacs sont au nombre de six à huit (2), disposés sur deux rangées parallèles, l'une antérieure et l'autre postérieure (par rapport à l'axe). La rangée antérieure ne comprend que deux sacs, trois au plus, les autres appartiennent au rang postérieur. Les sacs antérieurs et les sacs postérieurs affectent des rapports un peu différents avec la lame staminale. Pour bien se rendre compte de leur disposition il est nécessaire de pratiquer une coupe longitudinale médiane de l'étamine (Pl. XII, fig. 27). On voit ainsi que les sacs postérieurs adhèrent à la fois par leur région supérieure à la portion horizontale de l'étamine et par leur face externe au bord réfléchi de l'écusson, lequel est ici très apparent; les sacs antérieurs au contraire ne sont fixés que par leur région supérieure et restent

(1) Ainsi qu'il arrive fréquemment, les deux premières bractées de la fleur subissent un léger déplacement et se disposent l'une en face de l'autre, à droite et à gauche du plan de symétrie de la feuille ou de la bractée mère.

(2) Au sommet de la fleur, le nombre des sacs est ordinairement moins élevé; les dernières étamines peuvent ne porter que trois ou même que deux sacs.

libres d'adhérence sur leur face externe aussi bien que sur leur face interne. On peut remarquer en outre que les sacs antérieurs sont fixés sous le pédicelle lui-même, très près du point d'attache de l'étamine sur l'axe floral. A la maturité, tous les sacs, ceux du rang antérieur comme ceux du rang postérieur, s'ouvrent vers le centre de la fleur.

Si nous comparons cette forme d'étamine du *Taxodium distichum* avec ce qui a été observé précédemment, nous reconnaissons facilement que les sacs postérieurs correspondent par leur position et par leurs rapports aux sacs des autres Taxodiées ; le caractère particulier de l'étamine du *Taxodium* réside dans la présence des sacs antérieurs, *suspendus au pédicelle et indépendants de l'écusson*. Jusqu'à présent nous n'avons pas observé d'exemple d'une semblable disposition des sacs, mais nous allons la retrouver plus loin réalisée d'une façon constante chez la plupart des Cupressinées.

STRUCTURE.

L'axe floral présente, comme chez le *Cunninghamia*, un petit nombre de glandes résinifères localisées dans le tissu fondamental externe et indépendantes les unes des autres.

L'étamine reçoit de l'axe un seul faisceau qui se termine dans l'écusson après avoir émis un rameau très grêle (1) vers la région d'insertion des sacs polliniques (Pl. XII, fig. 27). Ce faisceau est accompagné latéralement de deux petits massifs de trachéides annexes à ponctuations aréolées. Comme chez le *Sciadopitys* et chez les Araucariées, le cordon libéro-ligneux destiné aux sacs est dépourvu de trachéides annexes.

L'écusson staminal offre sur sa face externe un épiderme formé de grandes cellules à couches cuticulaires bien développées et sur sa face interne un épiderme mince. Il n'y a pas d'hypoderme. L'épiderme interne porte des stomates assez nombreux localisés dans la portion médiane de l'écusson. Entre le faisceau et la face externe se trouve une grosse glande résinifère ; le plus souvent cette glande traverse le pédicelle et s'étend plus ou moins loin dans l'axe floral, mais quelquefois aussi elle ne sort pas de l'étamine.

(1) Dans les étamines à sacs peu nombreux du sommet de la fleur, le faisceau passe dans l'écusson sans le diviser.

La paroi des sacs polliniques est constituée, à la maturité, par une assise d'éléments épidermiques pourvus d'ornementations semblables à celles des *Sequoia*.

Le pollen est identique à celui des *Sequoia* ; il se présente sous la forme de grains arrondis, de 30 μ environ de diamètre, munis d'un pore ventral très apparent. Chaque grain possède une seule petite cellule stérile.

CRYPTOMERIA Don.

Le genre *Cryptomeria* ne contient qu'une espèce, le *C. Japonica* Don.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles du *Cryptomeria*, de forme ovoïde, mesurent en moyenne 6 à 7 mill. de longueur sur 2 mill. environ de diamètre maximum (Pl. XII, fig. 28). Elles se développent solitairement à l'aisselle des feuilles ordinaires, vers l'extrémité des plus jeunes rameaux.

Chaque fleur se compose de six ou huit bractées, intermédiaires comme forme entre les feuilles et les étamines, et d'environ quatorze étamines. Toutes ces pièces sont insérées, suivant un cycle dextre $\frac{3}{8}$ (1) sur un axe qui reste très court.

L'étamine (Pl. XII, fig. 29) est portée par un pédicelle court, relativement volumineux. Elle possède un écusson dressé, bien développé, de forme ovale-delfoïde, qui dépasse légèrement de chaque côté la région d'insertion des sacs polliniques. Ceux-ci ont une forme sphérique ; il sont au nombre de quatre (quelquefois trois ou cinq) disposés sur une seule rangée, les deux sacs latéraux étant placés un peu au-dessus et en avant des deux médians. En pratiquant une section longitudinale de l'étamine (Pl. XII, fig. 30), on voit que les sacs adhèrent à la fois par leur région supérieure à la portion horizontale de la lame staminale et par leur face externe au bord

(1) C'est également la disposition des feuilles sur les rameaux ordinaires. Ici, comme chez le *Taxodium distichum*, les deux premières bractées se déplacent légèrement pour se disposer transversalement par rapport au plan de symétrie de la feuille axillante.

descendant de l'écusson ; ils sont donc disposés comme les sacs postérieurs de l'étamine du *Taxodium distichum*.

Les sacs s'ouvrent vers le centre de la fleur ; les lignes de déhiscence partent de l'angle inférieur du pédicelle et s'étendent en rayonnant sur toute l'étendue de la face interne de chaque sac.

STRUCTURE.

L'écusson staminal présente, comme dans les genres que nous venons d'étudier en dernier lieu, un épiderme externe résistant et un épiderme interne mince pourvu de stomates. L'épiderme externe est revêtu d'une puissante assise de fibres hypodermiques (Pl. XII, fig. 31). Le faisceau se termine, à la manière ordinaire, dans la partie dressée de l'écusson ; il ne fournit pas de rameau à la région d'insertion des sacs. En arrière du faisceau se trouve une grosse glande résinifère qui ne se prolonge pas dans l'axe floral.

Les sacs polliniques possèdent une paroi élastique constituée comme chez les *Sequoia*.

Les grains de pollen, sphériques, sont munies d'un pore ventral ; ils présentent une seule petite cellule stérile.

§ 2. — CUPRESSINÉES.

La famille des Cupressinées présente, au point de vue de l'organisation de l'étamine, deux types bien distincts.

Le premier type, ou type *dressé*, offre la plus grande analogie avec ce que nous avons observé précédemment chez les Taxodiées ; nous le voyons réalisé chez le *Juniperus communis*.

Le second type, ou type *pelté*, est caractérisé par le grand développement et l'indépendance de la lame descendante de l'écusson, ainsi que par la réduction de la région d'insertion des sacs polliniques ; nous l'observons chez le *Juniperus sinensis* et chez toutes les autres Cupressinées.

Le genre *Juniperus* établit donc à cet égard le passage des Taxodiées aux Cupressinées, aussi le décrirons-nous tout d'abord.

JUNIPERUS Linné.**Juniperus communis** Linné.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles se développent solitairement à l'aisselle des feuilles vertes. Elles sont sessiles et mesurent en moyenne 5 mill. de longueur sur 2 à 3 mill. de diamètre (Pl. XII, fig. 32).

Chaque fleur comprend, en allant de la base au sommet :

Une paire transversale d'écailles représentant des feuilles réduites;

Trois verticilles ternaires d'écailles (bractées florales) de forme intermédiaire entre les feuilles ordinaires et les étamines ;

Sept ou huit verticilles ternaires d'étamines.

Toutes ces pièces sont insérées sur un axe dont les entre-nœuds restent extrêmement courts ; les verticilles successifs sont disposés en alternance régulière.

L'étamine (Pl. XII, fig. 33) se compose d'une portion basilaire horizontale (pédicelle) bien développée et d'une portion terminale dressée (écusson) en forme de lame triangulaire à bords finement dentés. L'écusson ne se prolonge pas inférieurement au-dessous du pédicelle (Fig. 44). Cette étamine porte à sa face inférieure de trois à huit sacs polliniques globuleux, disposés, suivant leur nombre, sur une seule rangée ou sur deux rangées parallèles. Les sacs du rang postérieur sont fixés au dessous de l'écusson ; ils occupent toute la largeur de la lame staminale à laquelle ils adhèrent par une portion notable de leur surface ; les sacs du rang antérieur sont suspendus au pédicelle et par cela même insérés moins largement. Quand il n'y a qu'un rang de sacs, ceux-ci occupent la position qui vient d'être indiquée pour les sacs postérieurs.

A la maturité, tous les sacs, aussi bien ceux du rang antérieur que ceux du rang postérieur, s'ouvrent vers le centre de la fleur ; les lignes de déhiscence sont orientés de manière à converger vers le pédicelle.

En somme, l'étamine du *Juniperus communis* ne diffère pas sensiblement des formes d'étamines que nous avons relevées chez les Taxodiées; elle rappelle beaucoup au contraire l'étamine des *Sequoia* par son écusson dépourvu de lame réfléchie et celle du *Taxodium* par ses sacs disposés sur deux rangs.

STRUCTURE.

Axe floral (Pl. XII, fig. 34). — L'épiderme est formé de cellules étroites, allongées dans le sens de la longueur de l'organe. En section transversale, ces cellules sont isodiamétriques; leur membrane externe est légèrement épaissie et cutinisée.

Il n'y a pas d'hypoderme.

Le tissu fondamental (écorce et moelle) consiste en cellules arrondies, à parois minces, plus grandes que les cellules de l'épiderme auxquelles elles sont reliées par des éléments de taille intermédiaire. Tout ce tissu est complètement dépourvu de glandes résinifères.

La disposition des faisceaux est très régulière et correspond à la verticillation ternaire des étamines. Les faisceaux réparateurs, au nombre de six, cheminent en oscillant vers la droite et vers la



Fig. 43. — Diagramme du parcours des faisceaux de l'axe floral de *Juniperus communis*.

gauche, de manière à se réunir successivement deux à deux au niveau de chaque entre-nœud (Fig. 43). Chacun des faisceaux staminaux descend dans l'écorce l'espace d'un entre-nœud et entre dans la couronne principale en se mettant en rapport à la fois avec les deux réparateurs voisins du plan de symétrie de l'étamine (1).

Étamine (Pl. XII, fig. 36). — Les cellules épidermiques de l'écusson staminal sont disposées en files qui rayonnent du sommet du pédicelle vers les bords de l'écusson. Les cellules de l'épiderme externe offrent une membrane superficielle extrêmement épaisse, cutinisée à sa

(1) Ce parcours est le même que celui des rameaux ordinaires (V. TH. GEYLER, *Ueber den Gefässbündelverlauf in den Laubblattregionen der Coniferen* (Pringsheim Jahrb, 1867, Bd VI, Heft, 1, 2).

surface, avec incrustation d'oxalate de chaux en cristaux relativement volumineux. De plus, les mêmes cellules portent, sur leurs cloisons latérales, de larges épaissements celluloseux; les portions de membrane mince, réservées entre ces épaissements, se présentent, sur l'épiderme vu de face, comme des fentes étroites qui se correspondent d'une cellule aux cellules voisines.

Les cellules de l'épiderme interne de l'écusson et celles de l'épiderme du pédicelle sont moins volumineuses que les précédentes et très faiblement épaissies sur leur face libre. On trouve, sur le côté interne de l'écusson, quelques stomates disposés sans ordre.

L'étamine reçoit un seul faisceau qui ne se divise point et ne dépasse pas la moitié de la hauteur de l'écusson (Fig. 44). En arrière de ce faisceau se trouve une grosse glande résinifère qui ne se prolonge pas en dehors de l'étamine. Les trachéides annexes qui bordent le faisceau, possèdent une structure très spéciale déjà signalée par DE BARY (1) et sur laquelle nous croyons devoir insister, car nous aurons à relever à cet égard des variations intéressantes chez les autres Cupressinées. Ces trachéides se présentent sous la forme d'éléments allongés, à parois couvertes de nombreuses punctuations aréolées. Autour de chaque punctuation, la membrane s'épaissit beaucoup et de façon inégale de manière à former des prolongements saillants qui peuvent s'avancer fort loin dans la cavité cellulaire. Dans le cas du *Juniperus communis*, ces prolongements sont très développés (Pl. XII, fig. 37); ils constituent de véritables baguettes arrondies, droites ou courbes, simples ou bifurquées, qui s'enchevêtrent au milieu de la cellule.

La paroi des sacs polliniques est constituée par une assise de cellules épidermiques; tout le tissu compris entre cet épiderme et la masse du pollen se montre écrasé sur l'étamine mûre. Les cellules épidermiques ont une membrane externe et une membrane interne uniformément minces; leurs cloisons latérales portent des bandes

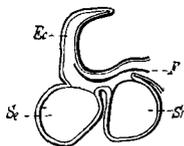


FIG. 44. — Etamine de *Juniperus communis*. Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$. *Se*, sac pollinique du rang externe; *Si*, sac pollinique du rang interne; *Ec*, écusson.

(1) DE BARY. — *Vergleichende Anatomie*, p. 171.

d'épaississement lignifiées parallèles qui rappellent tout à fait par leur forme et par leur disposition les ornements correspondants des Taxodiées (Pl. XII, fig. 38 et Pl. XIII, fig. 6).

Au point de vue du mécanisme de la déhiscence, l'étamine du *Juniperus communis* n'offre rien de particulier ; nous retrouvons ici les différences de forme des cellules épidermiques déjà observées chez les Taxodiées ; ces cellules sont étroites, allongées au voisinage de la ligne de déhiscence, larges et courtes dans la région opposée. Il en est d'ailleurs de même chez toutes les Cupressinées.

Pollen. — Le pollen est formé de grains sphériques dont le diamètre ne dépasse par 25 μ . (Pl. XV, fig. 17, *h*). Ces grains présentent une surface finement granuleuse ; ils sont dépourvus de pore apparent. Leur contenu consiste en une grande cellule fertile et une petite cellule stérile séparée de la première par une cloison mince et bombée.

Juniperus sinensis Linné.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles (Pl. XIII, fig. 1), de même taille que celles du *J. communis*, se développent sur les plus jeunes rameaux à feuilles dressées (1). Elles peuvent naître directement à l'aisselle d'une feuille, comme chez le *J. communis*, ou bien terminer un rameau muni de une à huit paires de feuilles vertes. Ces deux dispositifs se rencontrent d'ordinaire sur une seule et même plante.

(1) On sait que, chez le *Juniperus sinensis*, comme chez la plupart des Cupressinées, la plante produit successivement deux sortes de rameaux : les uns à grandes feuilles libres et étalées, les autres à petites feuilles dressées et adhérentes au rameau. Les premiers caractérisent la forme jeune de la plante et les derniers sa forme adulte. A l'état normal les fleurs, mâles ou femelles, naissent sur les rameaux de seconde formation, à feuilles adhérentes ; c'est une règle générale pour toutes les Cupressinées. Quelquefois pourtant il peut arriver que les fleurs mâles se développent de très bonne heure, alors que la plante ne possède encore que des rameaux de première formation, à feuilles libres.

Dans ce cas, les fleurs affectent une disposition très particulière qui mérite d'être signalée. Elles sont fournies par des *bourgeons supplémentaires* qui apparaissent sur la tige principale ou sur des rameaux secondaires, à l'aisselle de feuilles déjà pourvues d'un bourgeon normal. Ces bourgeons supplémentaires naissent isolément ou par groupe de deux entre le bourgeon

Chaque fleur porte à sa base deux paires alternes de bractées très réduites, qui ne diffèrent des feuilles vertes voisines qu'en ce qu'elles sont étalées à peu près horizontalement au lieu d'être appliquées contre le rameau. Très souvent on trouve, à l'aisselle de l'une des deux bractées supérieures, un bourgeon qui arrête sa croissance après avoir produit une ou deux paires d'écaillés. Ce bourgeon représente, selon toute apparence, une fleur latérale avortée.

A la maturité, l'axe floral subit un léger allongement dans sa portion inférieure.

La région fertile de la fleur comprend très généralement quatorze étamines distribuées par paires opposées-décussées. La première paire d'étamines est placée en croix avec la dernière paire de bractées.

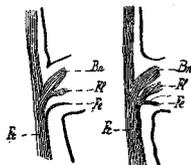
normal et sa feuille axillante. Chacun d'eux se développe en un rameau court, à feuilles adhérentes, terminé par une fleur mâle (Pl. XIII, fig. 21).

La structure de ces rameaux est d'ailleurs la même que celle des rameaux florifères de la plante adulte. Leurs faisceaux libéro-ligneux se mettent en rapport inférieurement avec la couronne vasculaire de la branche support, tantôt directement, à la manière d'un bourgeon ordinaire (c'est le cas le plus fréquent), tantôt après s'être réunis au système des faisceaux du rameau normal placé au-dessus ou bien au faisceau de la feuille axillante (Fig. 45).

FIG. 45. — *Cupressus torulosa*. Fleurs mâles à disposition anormale. Sections longitudinales montrant les rapports variables de la fleur et du rameau qui la porte. Gr. $\frac{3}{1}$.

A gauche, les faisceaux *F1* de la fleur s'insèrent sur les faisceaux *Bn* du bourgeon normal. *Fe*, faisceau de la feuille mère ; *Fr*, faisceau du rameau support.

A droite, les faisceaux *F1* de la fleur s'unissent au faisceau *Fe* de la feuille mère.



Nous avons observé des exemples de cette disposition anormale des fleurs mâles sur un certain nombre d'échantillons appartenant aux espèces suivantes :

<i>Cupressus torulosa</i>	11	échantillons.
<i>Cupressus macrocarpa</i> ...	2	»
<i>Cupressus Lindleyi</i>	3	»
<i>Juniperus sinensis</i>	1	»
<i>Biota orientalis</i>	1	»
<i>Callitris quadrivalvis</i>	1	»
<i>Frenela pyramidalis</i>	1	»

Tous ces échantillons provenaient de semis de deux ans et avaient beaucoup souffert du froid pendant le second hiver ; c'est probablement à cette circonstance qu'il faut attribuer le développement précoce de leurs fleurs.

L'étamine (Fig. 46) porte de deux à cinq sacs polliniques (1) petits, de forme ovoïde, disposés sur une seule rangée. Contrairement à ce que nous avons vu jusqu'ici, les sacs n'adhèrent à l'étamine que par

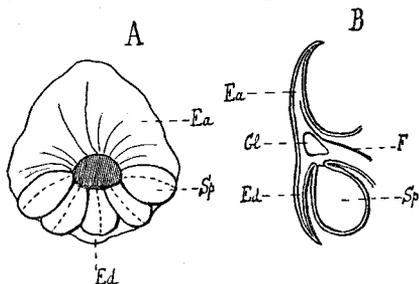


FIG. 46. — Etamine de *Juniperus sinensis*, A, vue par sa face interne, B, en coupe longitudinale. *Ea*, lame ascendante de l'écusson ; *Ed*, lame descendante de l'écusson ; *Sp*, sac pollinique ; *F*, faisceau ; *Cl*, glande résinifère.

une portion extrêmement restreinte de leur surface. Les points d'insertion des divers sacs sont placés côte à côte dans l'angle inférieur du pédicelle et de l'écusson. Le pédicelle, bien développé, est disposé horizontalement sur l'axe floral. L'écusson est vertical ; il se compose d'une grande lame dressée triangulaire et d'une lame descendante également bien développée.

La lame descendante recouvre entièrement les sacs, tout en restant complètement indépendante de ceux-ci.

Les sacs s'ouvrent vers le centre de la fleur ; la ligne de déhiscence de chaque sac part de son point d'insertion et s'étend le long de la face interne jusqu'au point diamétralement opposé.

STRUCTURE.

Axe floral (Pl. XIII, fig. 3 et 4). — L'axe floral se compose d'une assise épidermique formée d'éléments d'assez grande taille légèrement épaissis sur leur face libre et d'une masse de tissu fondamental non différencié, parcourue par quatre faisceaux principaux ou réparateurs. Ceux-ci cheminent à peu près verticalement, sans contracter de rapports les uns avec les autres. Chacun des faisceaux

(1) Ordinairement quatre dans la région moyenne de la fleur. Voici d'ailleurs la répartition habituelle des sacs, en partant de la base de la fleur :

1 ^{re} paire d'étamines.....	3 sacs.	
2 ^e — — — — —	4 —	} ou, plus rarement, 3 ou 5 sacs.
3 ^e — — — — —	4 —	
4 ^e — — — — —	4 —	
5 ^e — — — — —	3 —	
6 ^e — — — — —	3 —	
7 ^e — — — — —	2 —	

staminaux parcourt en descendant l'espace d'un entre-nœud et demi et va s'unir latéralement à un réparateur voisin qui est ordinairement celui de droite. Au sommet de l'axe, les quatre réparateurs s'unissent deux à deux en deux branches qui passent dans les étamines de la dernière paire (Fig. 47).

Étamine. — L'étamine possède un faisceau unique, médian, qui parcourt obliquement le pédicelle et va se terminer dans la lame dressée de l'écusson. Ce faisceau est accompagné de trachéides annexes aréolées, semblables à celles que nous avons observées chez le *Juniperus communis*. En arrière du faisceau se trouve une grosse glande résinifère localisée dans la portion basilaire de la lame dressée de l'écusson.

La région d'insertion des sacs polliniques ne reçoit pas de rameau libéro-ligneux spécial; toutefois on remarque que le point d'insertion de chacun des sacs est relié au faisceau staminal par un cordon d'éléments grêles qui se distinguent des éléments du tissu fondamental voisin par leur forme étroite et allongée (Pl. XIII, fig. 5).

La lame dressée de l'écusson présente un épiderme externe formé de cellules relativement grandes, à couches cuticulaires bien développées, et un épiderme interne très mince, pourvu de quelques stomates. L'épiderme externe est revêtu d'une assise continue de fibres hypodermiques. Le tissu fondamental, compris entre les deux épidermes, est un parenchyme à parois minces.

La lame descendante de l'écusson offre la même structure que la lame dressée, à cela près que l'épiderme est complètement dépourvu de stomates. On ne trouve dans cette portion de l'étamine, ni faisceau, ni glande résinifère.



FIG. 47. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe floral de *Juniperus sinensis*. *FBA*, branche d'insertion du bourgeon rudimentaire qui se développe à l'aisselle de l'une des deux dernières feuilles stériles *FF*; *FEa*, faisceau sortant dans une étamine de la première paire.

Au point de vue de la structure du sac pollinique, le *Juniperus sinensis* ne diffère pas du *J. communis*.

Le pollen offre également les mêmes caractères dans les deux espèces.

Les fleurs mâles des Cupressinées qu'il nous reste à voir offrent la plus grande analogie avec celle du *Juniperus sinensis*, ce qui nous dispense d'en donner une description détaillée. Nous nous contenterons d'indiquer les caractères particuliers à chaque genre, par comparaison avec la forme prise comme type.

ACTINOSTROBUS Miquel.

Actinostrobus pyramidalis. Miq.

Extérieur. — Les fleurs mâles se développent solitairement à l'aisselle des feuilles et mesurent 6 à 7 mill. de longueur sur 2 mill. de diamètre (Pl. XIII, fig. 7). Chacune d'elles débute par une paire transversale d'écaillés stériles (bractées) à laquelle fait suite un verticille ternaire d'écaillés également stériles. Les étamines sont distribuées en verticilles ternaires alternes (1); on compte en moyenne neuf verticilles par fleur.

L'étamine (Pl. XIII, fig. 8 et 9) porte de trois à cinq sacs polliniques; ceux-ci s'insèrent dans l'angle inférieur du pédicelle et de l'écusson, ils sont recouverts presque complètement par la lame descendante de l'écusson.

Structure. — L'axe floral possède six faisceaux principaux; leur parcours est le même que chez le *Juniperus communis*.

L'écusson de l'étamine dépourvu d'assise hypodermique ne présente, comme éléments de soutien, que quelques fibres sclérifiées éparses dans le tissu fondamental. Les trachéides annexes du faisceau staminal, offrent des ponctuations aréolées à bords fortement épaissis, mais dépourvus des prolongements saillants en baguettes que nous avons observés chez les *Juniperus* (Pl. XIII, fig. 10).

(1) Comme les feuilles ordinaires.

FITZ-ROYA Hook. fil.

Extérieur. — Le genre *Fitz-Roya* ne contient qu'une espèce, le *F. Patagonica* Hook. fil. Ses fleurs mâles sont, avec celles d'*Actinostrobus*, les plus volumineuses qu'on rencontre chez les Cupressinées. Elles atteignent 8 mill. de longueur sur 3 mill. de diamètre et terminent les plus jeunes rameaux (Pl. XIII, fig. 11).

Les étamines forment six ou sept verticilles ternaires. Elles portent chacune de trois à cinq sacs polliniques ; ceux-ci sont insérés, non plus dans l'angle de l'écusson, mais sur le pédicelle même de l'étamine, à peu près à égale distance de l'écusson et du point d'attache du pédicelle sur l'axe floral.

Structure. — L'étamine possède un faisceau remarquablement volumineux. Tandis que, chez les autres Cupressinées, la masse ligneuse du faisceau staminal n'est représentée que par un petit groupe de trachées, chez *Fitz-Roya* on peut trouver en outre des trachées, jusqu'à six assises de bois secondaire consistant en fibres aréolées (Pl. XIII, fig. 12). En revanche, le tissu lignifié annexe, figuré par les trachéides, se montre très réduit (1) ; ces trachéides ont la même structure que chez *Actinostrobus*.

L'épiderme externe de l'écusson offre des couches cuticulaires extrêmement développées ; il n'y a pas d'hypoderme.

FRENELA Mirb.

Extérieur. — Le *Frenela rhomboïdea* Endl. présente des fleurs mâles groupées en inflorescences terminales ; chaque inflorescence se compose de deux à cinq fleurs (Pl. XIII, fig. 13).

La fleur atteint 4 à 5 mill. de longueur, sur un diamètre de 1 mill. et demi environ. Les pièces florales sont régulièrement verticillées

(1) Nous avons là un exemple de balancement organique entre éléments jouant le même rôle. D'une part, en effet, nous trouvons un tissu ligneux réduit accompagné de trachéides nombreuses, c'est le cas de la plupart des Cupressinées ; d'autre part, nous voyons, chez le *Fitz-Roya*, un tissu ligneux bien développé avec peu de trachéides annexes.

par trois ; les deux verticilles inférieurs sont composés de bractées sensiblement différentes des feuilles ordinaires, les verticilles suivants sont formés d'étamines. Le nombre total des verticilles, tant de bractées que d'étamines, varie de 8 à 10.

L'étamine possède un écusson de forme ovale, à bords profondément découpés, dont la portion réfléchie recouvre les sacs polliniques jusqu'aux deux tiers environ de leur longueur. Le nombre des sacs ne dépasse pas trois sur les étamines moyennes et se réduit à deux au sommet de la fleur (1). Ces sacs sont insérés à la face inférieure du pédicelle, dans sa région moyenne (Pl. XIII, fig. 14).

Structure. — L'écusson staminal offre la même structure que chez le *Juniperus sinensis*. Le faisceau, très grêle, est bordé de deux massifs importants de trachéides annexes aréolées semblables à celles des *Juniperus*, à cela près que les prolongements émis par la membrane dans l'intérieur des cellules sont moins développés.

L'épiderme des sacs polliniques est pourvu de bandes d'épaississement lignifiées qui vont en s'élargissant vers l'intérieur des cellules ; sur l'épiderme vu de face, ces ornements affectent une disposition caractéristique en tête de clou (Pl. XIII, fig. 15) au lieu de se présenter, comme à l'ordinaire, sous la forme de demi-cercles largement adhérents à la membrane.

CALLITRIS Vent.

Extérieur. — Les fleurs mâles du *Callitris quadrivalvis* constituent de petites masses sphériques de 2 mill. environ de diamètre ; elles sont terminales (Pl. XIII, fig. 17).

Les étamines sont disposées par paires opposées-décussées, et accompagnées de quatre ou cinq paires de bractées représentant des feuilles extrêmement réduites (2).

(1) L'étamine du *Frenela robusta* Cunn. porte de deux à quatre sacs complètement recouverts par la lame descendante de l'écusson (Pl. XIII, fig. 16). La fleur mâle du *F. robusta* est remarquable par sa forme grêle et allongée peu fréquente chez les Cupressinées. Sa longueur s'élève à 6 ou 7 mill., son diamètre ne dépasse pas 1 mill. Les étamines forment dix à douze verticilles ternaires.

(2) Le *Callitris* est la seule Cupressinée chez laquelle les écailles stériles sont inférieures, comme dimensions, aux étamines moyennes. Cette différence est très accusée.

Chaque étamine présente un écusson bien développé, à bords entiers, dont la lame descendante recouvre presque complètement les sacs polliniques. Ceux-ci sont ordinairement au nombre de 4 (quelquefois 3 ou 5) sur les étamines moyennes. Ils sont suspendus à la face inférieure du pédicelle staminal.

Structure. — La différenciation des deux faces de l'écusson est bien moins accentuée que chez les Cupressinées précédentes. Les cellules de l'épiderme externe ne portent que de légers épaississements localisés sur leur face libre. Il n'y a pas d'hypoderme continu. Toutefois on trouve çà et là, au contact de l'épiderme externe, quelques fibres sclérifiées. Le tissu annexe du faisceau est assez abondamment représenté. Les éléments de ce tissu rappellent tout à fait, par la forme de leurs ornements, les cellules correspondantes de l'étamine de *Frenela*.

CHAMÆCYPARIS Spach.

Extérieur. — Les fleurs mâles du *Chamæcyparis Nutkænsis* ont 3 à 4 mill. de longueur et 2 mill. environ de diamètre (Pl. XIII, fig. 18). Elle sont terminales et solitaires.

Le passage des feuilles aux étamines se fait graduellement, par l'intermédiaire de bractées de même taille à peu près que les étamines. La fleur mûre est portée par un court pédoncule.

On compte en moyenne, sur chaque cône, quatorze étamines distribuées en sept verticilles.

L'étamine est caractérisée par la forme triangulaire de son écusson dont la lame descendante reste très courte et ne dépasse que faiblement le niveau d'insertion des sacs polliniques (Pl. XIII, fig. 19 et 20).

Les étamines moyennes du cône portent ordinairement trois sacs, celles du sommet deux sacs ou même un seul sac médian. Ces sacs sont insérés dans l'angle inférieur du pédicelle et de l'écusson.

Structure. — Les cellules épidermiques de la face externe de l'écusson offrent une membrane superficielle très épaisse, incrustée d'oxalate de chaux. Il n'y a pas d'hypoderme, ni de fibres différenciées du reste du tissu fondamental.

Le faisceau est très grêle et le tissu annexe bien développé. Les cellules de ce tissu sont dépourvues des prolongements que nous avons signalés chez les autres Cupressinées. Leurs parois portent des ponctuations aréolées dont les bords se montrent seulement un peu plus épais que le reste de la membrane.

CUPRESSUS Tourn.

Les fleurs mâles des Cyprès ressemblent beaucoup à celles des *Chamæcyparis* ; elles sont terminales et accompagnées de bractées de forme intermédiaire entre les feuilles ordinaires et les étamines.

Chez le *Cupressus torulosa*, la fleur mesure environ 4 mill. de longueur sur 1,5 à 2 mill. de diamètre, et se compose de douze à seize étamines disposées en paires alternes. Chaque étamine porte habituellement quatre sacs polliniques attachés sous le pédicelle ; son écusson est formé d'une grande lame dressée triangulaire et d'une lame descendante beaucoup moins développée, mais toujours bien distincte néanmoins, qui recouvre la portion supérieure des sacs (1). (Pl. XIII, fig. 22).

Au point de vue de la structure de la fleur mâle, les *Cupressus* ne diffèrent pas des *Chamæcyparis*.

LIBOCEDRUS Endl.

Les fleurs mâles du *Libocedrus decurrens* se distinguent de celles des autres Cupressinées par leur forme prismatique ; elles mesurent 4 à 5 mill. de longueur et 2 à 3 mill. de diamètre.

Les étamines, opposées-décussées, forment huit à dix verticilles. L'écusson staminal est bien développé ; sa lame descendante recouvre en grande partie les sacs polliniques, au nombre de trois à cinq, insérés dans l'angle du pédicelle.

La structure de l'étamine est la même que chez le *Juniperus sinensis*, à cela près que les trachéides annexes du faisceau sont dépourvues de prolongements intérieurs et ne portent que des ponctuations aréolées ordinaires.

(1) La lame descendante de l'écusson est un plus développée chez *Cupressus macrocarpa* et *C. sempervirens* et recouvre environ la moitié de la hauteur des sacs.

Les Cupressinées suivantes sont caractérisées par une réduction de plus en plus accusée de leur fleur mâle ainsi que par la constance du nombre d'étamines que contient la fleur dans une même espèce.

THUIOPSIS Sieb. et Zucc.

Les fleurs mâles du *Thuipis dolabrata* offrent une coloration noire très marquée qui permet de les reconnaître immédiatement (1). Ces fleurs atteignent à maturité 4 mill. de longueur sur 3 mill. de diamètre (Pl. XIII, fig. 23). Elles sont terminales et possèdent six paires d'étamines reliées aux feuilles ordinaires par des bractées de forme intermédiaire.

L'étamine porte ordinairement quatre sacs polliniques (quelquefois trois ou cinq) insérés dans l'angle du pédicelle qui reste très court. L'écusson staminal présente une portion réfléchie médiocrement développée, dont le bord inférieur, coupé horizontalement, abrite partiellement les sacs latéraux et laisse les sacs médians à découvert.

L'épiderme externe de l'écusson staminal est formé de grandes cellules fortement épaissies. Au dessous on trouve une assise continue de fibres hypodermiques. Le reste du tissu fondamental est composé de cellules parenchymateuses à parois minces.

Les trachéides annexes du faisceau offrent des punctuations aréolées sans prolongements de la membrane.

BIOTA. Endl.

Les fleurs mâles du *Biota orientalis* se présentent sous la forme de petites boules de 2 à 2,5 millimètres de diamètre (Pl. XIII, fig. 24). Les étamines, au nombre de dix, forment cinq verticilles alternes. Au-dessous des étamines se trouvent trois ou quatre paires de bractées de taille sensiblement inférieure à celle des étamines.

(1) La couleur ordinaire de la fleur mâle chez les Cupressinées est le brun clair ou le jaune-brun, à l'exception toutefois du *Chamaecyparis Lawsoniana* dont les fleurs sont colorées en rose. Chez toutes ces plantes, la coloration est due au liquide fortement chargé de tannin qui remplit la cavité des cellules épidermiques de la face externe de l'écusson staminal et des cellules sous-jacentes.

Les étamines moyennes portent trois ou quatre sacs, et celles du sommet deux sacs ou seulement un sac médian. Les sacs sont fixés à la face inférieure du pédicelle, vers la moitié de sa longueur. Ils sont recouverts, en grande partie, par la lame descendante de l'écusson (Pl. XIII, fig. 25).

Les cellules épidermiques de la face externe de l'écusson se montrent fortement épaissies. Par contre, l'assise hypodermique est peu différenciée. Les trachéides annexes du faisceau staminal portent des ponctuations aréolées entourées d'épaississements très marqués, moins saillants toutefois que chez les Genévriers (Pl. XIII, fig. 26).

THUIA Tourn.

Les fleurs mâles du *Thuja occidentalis*, de forme sphérique, ne dépassent pas 1,5 à 2 mill. de diamètre (Pl. XIII, fig. 27). Elles sont abrités par de grandes bractées qui ne diffèrent des feuilles ordinaires que par leur insertion plus étroite. A l'époque de la maturité de la fleur, la région inférieure de l'axe se développe en un pédoncule dont la longueur peut égaler la hauteur de la région fertile tout entière.

Les étamines forment trois paires alternes. Celles des deux premières paires portent ordinairement trois sacs polliniques, celles de la troisième paire deux sacs, ou quelquefois un sac unique.

Chaque étamine présente un écusson bien développé, dont la lame descendante, fortement et irrégulièrement découpée, recouvre partiellement les sacs (Pl. XIII, fig. 28).

CHAPITRE QUATRIÈME.

PODOCARPÉES.

Nous réunissons dans ce chapitre, sous le nom de Podocarpées les quatre genres *Podocarpus*, *Dacrydium*, *Saxe-Gothea* et *Phyllocladus* qui présentent une allure très uniforme au point de vue de la constitution de l'appareil mâle.

L'étamine, chez ces plantes, est caractérisée par l'insertion profonde de ses sacs polliniques. Ceux-ci, normalement au nombre de deux, de forme sphérique ou ovoïde, mais toujours très courts, sont fixés immédiatement au-dessus du point d'attache de l'étamine et enchâssés dans le tissu de la lame staminale de manière à faire corps avec celle-ci. C'est là une disposition toute différente de celle que nous avons observée chez la plupart des Conifères étudiées jusqu'ici et notamment chez les Cupressinées où les sacs sont au contraire en grande partie indépendants de l'étamine.

PODOCARPUS Lhérit.

Le genre *Podocarpus* a été divisé par ENDLICHER en quatre sections, d'après la disposition des fleurs femelles et la nature du fruit; ces quatre sections correspondent aux sous-genres *Nageia*, *Eupodocarpus*, *Dacrycarpus* et *Stachycarpus*. Dans une communication présentée il y a quelques années à la Société botanique de France, M. VAN TIEGHEM a proposé d'élever le sous-genre *Stachycarpus* au rang de genre distinct (1).

(1) *Structure et affinités des Stachycarpus, genre nouveau de la famille des Conifères*, par M. VAN TIEGHEM (Bull. de la Soc. bot. de France, Tome 38, 3, 1891).

EXTÉRIEUR.

Nous prendrons comme exemple le *Podocarpus dacrydioides*, espèce appartenant à la section *Dacrycarpus*.

Podocarpus dacrydioides. A. Rich.

Les fleurs mâles naissent isolément à l'aisselle des feuilles ordinaires ou, plus rarement, terminent de petits rameaux pourvus eux-mêmes de quelques feuilles. Leur longueur varie entre 10 et 12 mill., sur un diamètre qui ne dépasse pas 3 mill. Ces fleurs sont dépourvues de pédoncule ; elles sont formées chacune de quelques bractées représentant des feuilles très réduites et d'un grand nombre d'étamines disposées suivant un cycle dextre $\frac{2}{5}$ (Pl. XIII, fig. 29).

L'étamine présente une organisation très simple ; elle se compose d'un écusson triangulaire dressé, inséré obliquement sur l'axe floral, et de deux sacs polliniques globuleux fixés à la base de cet écusson (Pl. XIII, fig. 30 et 31). Il n'y a pas de région pédicellaire distincte, ni de lame descendante à l'écusson. Les deux sacs adhèrent largement à l'écusson ; ils adhèrent également l'un à l'autre, comme on peut s'en rendre compte en pratiquant une section verticale de l'étamine à ce niveau (Pl. XIV, fig. 2). On voit en effet sur cette figure que les deux sacs sont reliés sur toute leur hauteur par un large connectif. La déhiscence est transversale ; les lignes d'ouverture partent à droite et à gauche du bord de l'écusson et viennent se réunir, à la face inférieure de l'étamine, sur la ligne de jonction des deux sacs. En même temps que les sacs s'ouvrent, la cloison qui les sépare se déchire ordinairement de bas en haut, ainsi que nous l'avons observé chez les Abiétinées à ligne de déhiscence convergentes.

Avant de décrire la structure de la fleur mâle des *Podocarpus*, nous allons passer en revue les principales modifications que la fleur subit chez les espèces de ce genre dans sa forme extérieure.

SECTION **Stachycarpus.**

Podocarpus Andina Pöpp. — Les fleurs mâles constituent de longues inflorescences situées à l'aisselle des feuilles ordinaires (Pl. XIII, fig. 32). Chaque inflorescence comprend une fleur terminale et

dix à douze fleurs latérales insérées solitairement à l'aisselle des bractées inférieures de la fleur terminale. Ces fleurs, de forme globuleuse, mesurent de 4 à 5 mill. de longueur sur un diamètre à peu près égal; la fleur terminale est ordinairement un peu plus grande que les autres.

L'étamine se présente sous la forme d'une écaille large portant, dans sa région basilaire, deux sacs polliniques ovoïdes, très réduits relativement au volume total de l'étamine (Pl. XIII, fig. 33). La disposition des sacs et leur mode d'ouverture sont les mêmes que chez *P. dacrydioides*.

SECTION **Eupodocarpus**.

Les fleurs mâles des *Eupodocarpus* sont caractérisées par leur forme étroite et allongée. Elles se développent à l'aisselle des feuilles ordinaires, tantôt solitairement, tantôt par groupes de deux ou trois, rarement davantage (1).

L'étamine présente une portion végétative remarquablement réduite, comparativement à sa portion fertile (Pl. XIII, fig. 34). Les sacs, normalement au nombre de deux, offrent le mode d'insertion signalé chez *P. dacrydioides*. Tantôt ces sacs conservent une forme globuleuse; tantôt, et plus souvent ils s'allongent horizontalement pour prendre une forme ovoïde. Dans le premier cas, les lignes d'ouverture sont nettement transversales; dans le second cas, ces lignes deviennent plus ou moins obliques par rapport au plan médian de l'étamine. Ce sont là de légères variantes d'un même mode de déhiscence.

Caractères propres à quelques espèces d'Eupodocarpus.

Podocarpus polystachya R. Brown. — Les fleurs, ordinairement groupées par trois, mesurent de 10 à 15 mill. de longueur, sur 3 mill. environ de diamètre. Les bractées florales et les étamines, qui leur succèdent sans interruption, sont régulièrement imbriquées suivant une spire génératrice dextre de cycle $\frac{5}{13}$. L'étamine porte deux grands sacs allongés, à déhiscence oblique, surmontés d'un écusson triangulaire dressé, faiblement saillant.

(1) Il existe, sous ce rapport, entre l'appareil mâle des *Eupodocarpus* et celui des *Stachycarpus* une différence analogue à celle que présente l'appareil femelle des mêmes plantes. On sait, en effet, que, chez les *Stachycarpus*, les cônes femelles sont réunis en grappes, tandis que, chez les *Eupodocarpus*, ils restent ordinairement solitaires.

Podocarpus macrophylla Don. — Les fleurs mâles atteignent 15 à 20 mill. de longueur. Elles sont solitaires ou groupées par deux. Les étamines, semblables à celles de l'espèce précédente, sont disposées suivant une spire génératrice dextre de cycle $\frac{8}{21}$. Le connectif de l'étamine présente une largeur remarquable.

Podocarpus totara Don. — Les fleurs mâles, solitaires, ont 18 à 20 mill. de longueur. Les étamines présentent une disposition imbriquée suivant $\frac{3}{8}$ à droite. L'écusson est relativement bien développé ; les sacs conservent une forme globuleuse et s'ouvrent transversalement.

Podocarpus Sellowii Klotzch. — Les fleurs mâles sont tantôt solitaires, tantôt groupées par deux ou trois. Les étamines sont disposées suivant une spirale dextre $\frac{5}{13}$. Les sacs sont remarquablement allongés. L'écusson, extrêmement réduit, au lieu de se terminer en pointe comme c'est le cas ordinaire chez les *Podocarpus*, présente un sommet arrondi.

Podocarpus Novæ-Caledoniæ Vieillard. — Les fleurs, groupées par deux ou trois, atteignent 30 à 35 mill. de longueur avec un diamètre moyen de 5 mill. La disposition des étamines répond à la divergence dextre $\frac{5}{13}$. La forme de l'étamine est la même que chez *P. polystachya*.

Podocarpus Chilina Rich. — Dans cette espèce, les fleurs mâles sont particulièrement grêles ; leur diamètre ne dépasse pas 1,5 mill., sur une longueur qui varie entre 25 et 35 mill. Les étamines offrent la divergence $\frac{2}{5}$ à gauche. Les sacs polliniques, de forme globuleuse, sont surmontés d'un écusson très réduit, presque nul.

Podocarpus Chinensis Wall. — Les fleurs, réunies par deux, trois ou quatre, mesurent jusqu'à 50 mill. de longueur, sur 3 mill. de diamètre moyen. Les sacs sont légèrement allongés. La portion végétative de l'étamine, assez bien développée, se rétrécit brusquement au-dessus des sacs en un écusson étroit et acéré.

Les espèces qui suivent sont caractérisées par les faibles dimensions de leurs fleurs mâles.

Podocarpus elongata Lhérit. — Les fleurs ont 8 mill. environ de longueur et 3 mill. de diamètre. Les étamines, insérées suivant un cycle senestre $\frac{3}{8}$, présentent deux sacs globuleux surmontés d'un écusson triangulaire dont la hauteur égale à peu près celle des sacs.

Nous avons rencontré quelquefois dans cette espèce, principalement à la base des fleurs, des étamines à trois sacs, dont deux latéraux, disposés comme les sacs d'une étamine normale, et le troisième, médian, inséré entre les deux autres et un peu en avant de ceux-ci. Le sac médian s'ouvre par une fente transversale qui aboutit, à droite et à gauche, aux points de terminaison des lignes d'ouverture des sacs latéraux (Pl. XIII, fig. 35).

Podocarpus Alpina R. Brown. — La longueur de la fleur se réduit à 5 mill. et son diamètre à 2 mill. environ. L'étamine porte deux sacs globuleux ; l'écusson est peu développé.

SECTION *Nageia*.

Podocarpus latifolia Wall. — Les fleurs mâles sont réunies par groupes de deux à cinq. Dans chaque inflorescence, la fleur terminale est seule pourvue de bractées, les fleurs latérales sont composées uniquement d'étamines fertiles. Ces fleurs ont 20 à 30 mill. de longueur et 5 à 7 mill. de diamètre moyen. L'ordre de distribution des étamines est très variable ; nous avons observé sur diverses fleurs la disposition verticillée par 6 ou par 7, sur d'autres les dispositions spiralées $\frac{2}{13}$, $\frac{5}{12}$, $\frac{2}{15}$.

L'étamine possède un écusson triangulaire dressé, notablement plus développé que celui des *Eupodocarpus*. Les sacs offrent tantôt une forme sphérique, tantôt une forme allongée ; on observe à cet égard des variantes considérables entre les étamines d'une même fleur. Quelquefois, entre les deux sacs normaux, il s'en développe un troisième qui offre la disposition et le mode d'ouverture signalés chez le *Podocarpus elongata*. Il peut arriver aussi qu'une ou plusieurs écailles mères de fleurs latérales, sans modifier leur forme générale, portent elles-mêmes deux ou trois sacs polliniques, de taille inégale, disposés comme ceux des étamines ordinaires (Pl. XIII, fig. 36, *a* et *b*). Ces écailles pollinifères forment la transition entre les bractées florales et les étamines normales.

Podocarpus Nageia R. Brown. — Le *P. Nageia* présente des inflorescences mâles constituées comme celles du *P. latifolia*, mais de forme plus allongée. Tandis que, chez le *P. latifolia*, les fleurs latérales sont réunies en groupe à la base de la fleur terminale,

chez le *P. Nageia* elles sont séparées les unes des autres par des entre-nœuds relativement bien développés. La fleur centrale mesure de 15 à 18 mill. et les fleurs latérales 10 mill. environ de longueur, sur un diamètre moyen de 4 mill. Les sacs polliniques, de forme ovoïde, sont disposés comme ceux du *P. latifolia*; l'écusson est un peu moins développé.

En résumé, l'examen extérieur de l'appareil mâle nous fournit un certain nombre de caractères qui nous permettent de distinguer les unes des autres les diverses espèces de *Podocarpus*. Ce sont, outre le volume et le mode de disposition des fleurs, l'ordre de distribution des étamines, la forme sphérique ou ovoïde des sacs polliniques, le degré de développement de l'écusson staminal. En revanche le type même d'organisation de l'étamine reste très uniforme dans toute l'étendue du genre. Partout l'étamine se présente comme une lame dressée, dépourvue de portion réfléchie, portant à sa base des sacs polliniques insérés profondément et largement adhérents. Par ces caractères, et notamment par la présence d'un connectif reliant les sacs, l'étamine des *Podocarpus* rappelle celle des Abiétinées. L'analogie apparaît surtout si l'on prend comme terme de comparaison parmi les Abiétinées une forme d'étamine à sacs courts comme celles du *Tsuga* ou du *Pseudotsuga*. Toutefois il est un caractère qui permet de reconnaître à première vue qu'on a affaire à une étamine de *Podocarpus*: c'est la disposition des lignes d'ouverture des sacs. Chez les *Podocarpus*, que la déhiscence soit transversale ou oblique, les lignes d'ouverture *viennent toujours aboutir supérieurement aux deux bords de l'écusson*, ce qui n'est jamais le cas chez les Abiétinées, même quand la déhiscence est oblique, comme chez *Larix*, ou transversale, comme chez *Abies* et *Tsuga*.

STRUCTURE.

La structure de la fleur mâle est très uniforme chez les *Podocarpus*, aussi nous bornerons-nous à décrire un seul type auquel nous rapporterons les diverses modifications qui pourront se rencontrer. Nous choisirons le *P. polystachya* R. Brown, pour lequel nous avons eu à notre disposition des échantillons nombreux et très bien conservés.

Axe floral. — L'axe floral présente une structure très simple (Fig. 48).

Le tissu fondamental est formé de grandes cellules à parois minces. Il n'existe pas d'éléments de soutien, dans la moelle ni dans l'écorce, non plus que de fibres hypodermiques, même chez les fleurs qui atteignent les plus grandes dimensions. Les cellules de l'assise épidermique, un peu moins volumineuses que celles du tissu fondamental sous-jacent, sont légèrement épaissies sur leur face libre.

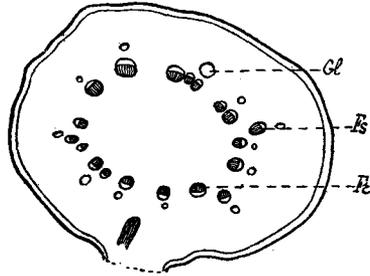


FIG. 48. — Axe floral de *Podocarpus polystachya*. Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{30}{1}$.

Les faisceaux sont largement séparés les uns des autres et distribués sur une circonférence de grand rayon. Ils comprennent chacun un petit massif intérieur de trachées auxquelles s'ajoutent deux à cinq assises de fibres ligneuses secondaires spiralées. Le liber secondaire est constitué par des éléments étroits, à contour quadrangulaire, non différenciés. Le liber primaire est représenté, à la maturité de la fleur, par une mince lame de tissu écrasé (Pl. XIV, fig. 1). Il n'y a pas de gaine distincte autour des faisceaux.

Dans la région inférieure de l'axe, chaque faisceau sortant est accompagné extérieurement d'un canal résinifère qui quitte l'axe en même temps que ce faisceau. A mesure qu'on s'élève, on remarque que le volume des canaux résinifères va en se réduisant et que la plupart ne sortent pas de l'axe. Ces canaux ne communiquent pas entre eux.

La distribution des faisceaux, au moins dans la portion moyenne de l'axe, correspond à la disposition extérieure apparente des étamines. Chaque étamine reçoit un seul cordon libéro-ligneux fourni par l'un des deux faisceaux réparateurs voisins. Les branches émises par un même réparateur naissent d'ordinaire alternativement sur la droite et sur la gauche de ce réparateur, sans que pourtant cette règle ait rien d'absolu.

Bractée florale. — L'épiderme de la face inférieure de la bractée est formé de grandes cellules allongées, fortement épaissies extérieurement et latéralement. A la face supérieure de la bractée, les

cellules épidermiques, beaucoup plus petites que celles de la face opposée, conservent des membranes minces. Il n'y a pas d'hypoderme. Le tissu fondamental présente quelques fibres sclérifiées isolées, réparties sur toute l'épaisseur de la bractée.

Le faisceau est normalement orienté ; il ne se divise pas. Dès son entrée dans la bractée, ce faisceau se montre accompagné latéralement de deux massifs de trachéides annexes munies de bandes d'épaississement étroites, disposées en *réseaux*. Le nombre des trachéides annexes augmente à mesure qu'on se rapproche de la terminaison du faisceau.

La bractée reçoit, comme on l'a dit, un canal résinifère. Le plus souvent ce canal se partage en trois branches qui se disposent symétriquement, une en arrière du faisceau, et les deux autres sur ses flancs, en dehors des groupes de trachéides.

Étamine. — Une section transversale moyenne de l'étamine, pratiquée au niveau de la région fertile (Pl. XIV, fig. 2), ressemble dans sa forme générale à une coupe d'étamine d'Abiétinée. Mais on remarque que le connectif, au lieu de faire saillie à la partie supérieure de l'étamine, comme chez les Abiétinées, correspond au contraire à une dépression de la surface, de sorte que le faisceau se trouve situé dans la cloison même qui sépare les sacs et non au-dessus de ceux-ci.

La paroi des sacs est constituée par un épiderme élastique dont l'épaisseur augmente de la face supérieure de l'étamine vers sa face inférieure. Au voisinage des lignes de déhiscence, les cellules de l'épiderme se montrent fortement allongées parallèlement à ces lignes, tandis que sur le reste de la paroi elles sont à peu près isodiamétriques.

Chaque cellule porte, sur ses faces latérales, de volumineux épaissements, dirigés normalement à la surface. Sur l'épiderme vu de face, ces ornements affectent l'apparence de demi-cercles brillants. Leur disposition varie d'une espèce à une autre. Chez les *Podocarpus* des sections *Eupodocarpus* et *Nageia*, les ornements vont en s'élargissant du fond de la cellule vers la surface (Pl. XIV, fig. 4 et 5) ; au contraire, chez le *P. dacrydioides* ils présentent leur plus grand développement vers l'intérieur (Pl. XIV, fig. 6) (1).

(1) C'est une différence analogue à celle que nous avons observée précédemment entre les Cycadées du type *Stangeria* et celles du type *Encephalartos*.

Dans l'un et l'autre cas, les épaissements restent *purement celluloseux* ainsi que nous l'avons observé précédemment chez les Araucariées. La lignification, qui est toujours très faible, ne porte que sur la cloison interne et sur la région moyenne des cloisons latérales.

L'épiderme qui occupe le fond de la dépression supérieure de l'étamine (région du connectif) est très mince et dépourvu d'ornementations (Pl. XIV, fig. 3).

L'écusson a la même structure que l'écaille stérile, à cela près que la glande résinifère, ordinairement très réduite, ne se divise pas. Cette glande peut communiquer ou non avec les canaux sécréteurs de l'axe.

Déhiscence. — L'ouverture des sacs polliniques est due à la fois au raccourcissement superficiel de la paroi dans le sens transversal et à sa contraction longitudinale. Si l'on tient compte des différences de forme des cellules, on voit que la contraction transversale doit s'exercer principalement au voisinage des lignes de déhiscence tandis que la contraction longitudinale doit porter surtout sur la portion moyenne des valves. Les choses se passent donc ici de la même manière que chez les Abiétinées et les Taxodiées.

Pollen. — Le pollen des *Podocarpus* rappelle celui de certaines Abiétinées par l'aspect extérieur de ses grains munis latéralement de deux ballonnets pleins d'air. Ses dimensions moyennes sont de 57 μ dans le sens des ballonnets et de 25 μ dans le sens opposé (Pl. XV, fig. 17 *i*). La membrane est différenciée, comme à l'ordinaire, en deux zones, l'une externe (exine) mince et résistante, l'autre interne (intine) plus épaisse et susceptible de se gonfler fortement sous l'action des liquides. La surface des ballonnets est revêtue d'un réseau d'épaississement qui manque sur le reste du grain (Pl. XIV, fig. 7).

Ce pollen offre une structure très spéciale que nous n'avons vue réalisée chez aucune autre Conifère. Les cellules stériles, primitivement au nombre de trois, sont disposées les unes au-dessus des autres et limitées par des cloisons minces, en forme de verres de montre. *Chacune de ces cellules, une fois formée, est susceptible de se recloisonner.* La cellule moyenne est celle qui se recloisonne le plus régulièrement. Sur les grains de pollen placés de profil, on voit cette cellule moyenne nettement divisée en deux segments par

une cloison normale à la direction des cloisons primitives. La cavité de chacune des deux petites cellules filles est occupée par un noyau volumineux (Pl. XIV, fig. 8 et 9). La cellule supérieure primitive se montre ordinairement partagée en trois segments; quant à la cellule inférieure, elle peut rester simple ou se diviser en deux. En ce qui concerne ces deux dernières cellules, c'est-à-dire la cellule supérieure et la cellule inférieure primitives, il semble que la segmentation ne porte que sur les noyaux, sans qu'il y ait formation de cloisons secondaires. Toutefois nous ne saurions rien affirmer à cet égard; l'observation d'éléments cellulaires aussi petits est extrêmement difficile et il est possible qu'il existe des cloisons très minces qui nous aient échappé. En tout cas, *le fait principal du recloisonnement des cellules stériles est absolument hors de doute*; nous l'avons observé d'une façon constante chez les *Podocarpus* des sections *Eupodocarpus* et *Nageia*.

Chez le *P. dacrydioides*, le pollen se présente sous la forme de grains arrondis, pourvus de *trois* ballonnets de même volume disposés symétriquement autour du pôle ventral du grain. (Pl. XIV, fig. 10 et 11). C'est le seul exemple que nous connaissons d'un pollen à ballonnets, ayant conservé une symétrie axile. Par ce caractère, le pollen du *P. dacrydioides* se rapproche, plus que celui des autres *Podocarpus*, de la forme de pollen sphérique commune au plus grand nombre des Conifères. L'état avancé de nos échantillons ne nous a malheureusement pas permis de reconnaître le détail de sa structure.

Quant au *P. Andina*, qui aurait pu nous fournir des renseignements sur le pollen des *Stachycarpus*, nous n'avons pu disposer que de très jeunes fleurs chez lesquelles la division des grains à l'intérieur des cellules mères n'était pas encore effectuée.

Les trois genres *Dacrydium*, *Saxe-Gothea* et *Phyllocladus* possèdent des fleurs mâles qui rappellent beaucoup par leurs caractères extérieurs comme par leur structure les fleurs mâles des *Podocarpus*.

DACRYDIUM Soland.

Extérieur. — Les fleurs mâles des *Dacrydium* offrent la plus grande analogie avec celles du *Podocarpus dacrydioides*. Chez le

Dacrydium elatum Wall., ces fleurs ont de 8 à 9 mill. de longueur sur 1 mill. et demi de diamètre; elles terminent les plus jeunes rameaux. Le passage des feuilles ordinaires aux étamines se fait progressivement par l'intermédiaire de bractées représentant des feuilles de plus en plus réduites. Les fleurs, les bractées et les étamines se succèdent sans interruption; les unes et les autres sont régulièrement disposées en spirales suivant un cycle dextre $\frac{3}{8}$.

L'étamine porte deux sacs polliniques globuleux reliés l'un à l'autre par un connectif et enchâssés à la base d'un grand écusson triangulaire dressé. Les deux sacs s'ouvrent transversalement (Pl. XIV, fig. 12). Chez le *D. Colensoi* Hook., l'étamine a quelquefois trois sacs, dont un, médian, s'ouvrant, comme les deux latéraux, par une fente transversale.

Structure. — La structure de l'axe floral et celle de l'étamine sont les mêmes que chez les *Podocarpus*.

Les sacs polliniques possèdent un épiderme pourvu de bandes saillantes parallèles non lignifiées; ces ornements augmentent d'épaisseur de la surface vers le fond des cellules, comme chez le *Podocarpus dacrydioides*.

Les grains de pollen du *Dacrydium elatum*, vus de face, offrent un contour sensiblement ovale; les mêmes grains, vus de profil, montrent une dépression longitudinale très accusée dans leur région ventrale. De chaque côté de cette dépression, l'exine se sépare de l'intine pour former deux ballonnets larges, mais peu saillants (Pl. XIV, fig. 14). Chez le *D. Colensoi*, le pollen porte deux ballonnets plus développés que ceux du *D. elatum*, mais encore très réduits comparativement aux ballonnets des *Podocarpus* (1).

SAXE-GOTHEA Lindl.

Le genre *Saxe-Gothea* ne comprend qu'une espèce, le *S. conspicua* Lindl.

Extérieur. — Les fleurs mâles naissent à l'aisselle des feuilles ordinaires, soit isolément, soit par groupes de deux ou trois; elles

(1) Pour les *Dacrydium*, de même que pour les deux genres suivants, nous n'avons eu à notre disposition que des échantillons secs sur lesquels il nous a été impossible de reconnaître la structure du pollen.

ont une forme cylindrique et mesurent environ 7 mill. de longueur sur 2 mill. de diamètre moyen. Chacune d'elles se compose de quatre ou six bractées représentant des feuilles très réduites et d'un grand nombre d'étamines distribuées suivant un cycle senestre $\frac{5}{13}$ (Pl. XIV, fig. 15).

L'étamine est caractérisée par l'extrême brièveté de son écusson et la forme allongée de ses sacs. L'écusson se présente d'ordinaire sous la forme d'une petite lame triangulaire ou d'un simple bouton dépassant à peine le sommet des sacs ; sur quelques étamines il semble même manquer complètement. Les sacs polliniques, au nombre de deux, ont une forme ovoïde ; ils adhèrent l'un à l'autre, comme chez toutes les Podocarpées, et s'ouvrent par deux fentes transversales qui se réunissent inférieurement sur la ligne médiane de l'étamine (Pl. XIV, fig. 16, *a* et *b*).

Le pollen est composé de petits grains sphériques, sans trace de ballonnets (Pl. XV, fig. 17, *k*).

Structure. — La fleur mâle du *Saxe-Gothea* ne diffère pas anatomiquement de celle des *Podocarpus*. L'épiderme des sacs polliniques présente des ornements dont l'épaisseur va en se réduisant vers la surface des cellules.

PHYLLOCLADUS L.-C. Rich.

Extérieur. — Les fleurs mâles du *Phyllocladus trichomanoïdes* Don sont groupées en inflorescences à l'extrémité des branches simples. Le rameau florifère porte à sa partie inférieure un certain nombre de cladodes disposés à la manière ordinaire ; immédiatement au-dessus du dernier cladode s'insèrent de huit à douze bractées écailleuses très rapprochées portant chacune une fleur mâle dans son aisselle.

La longueur moyenne de la fleur est de 12 à 15 mill. et son diamètre de 2 à 3 mill. Les étamines sont distribuées en verticilles plus ou moins réguliers de cinq à sept termes chacun.

Chaque étamine possède deux sacs ovoïdes, de forme sensiblement plus allongée que les sacs des *Podocarpus* et à déhiscence oblique (Pl. XIV, fig. 17). L'écusson est représenté par une lame triangulaire assez épaisse, arrondie à son sommet ; sa hauteur varie d'une étamine à l'autre, sans dépasser toutefois la longueur des sacs.

Structure. — Le *Phyllocladus* est la Conifère chez laquelle la paroi des sacs polliniques offre la structure la plus simple. L'assise épidermique, qui constitue à elle seule la paroi des sacs mûrs, est *dépourvue d'ornementations*. Dans chaque cellule, les cloisons latérales ne diffèrent de la cloison externe et de la cloison interne que par leur épaisseur plus grande (Pl. XIV, fig. 19); sur l'épiderme vu de face, elles présentent une surface absolument lisse (Pl. XIV, fig. 18). La constitution des membranes cellulaires est d'ailleurs la même que chez les autres Conifères : la cloison interne est formée de cellulose lignifiée, les cloisons latérales offrent également des traces de lignification dans leur région moyenne, la cloison externe seule, reste purement cellulosique sauf dans sa portion superficielle qui se montre très légèrement cutinisée.

Le pollen est composé de grains à deux ballonnets, analogues comme forme et comme dimensions aux grains de pollen des *Podocarpus* (Pl. XV, fig. 17, l).

CHAPITRE CINQUIÈME.

TAXINÉES.

L'étamine des Taxinées est caractérisée par l'extrême réduction de sa portion végétative. Chez *Cephalotaxus* et *Torreya* on trouve encore la trace d'un écusson sous la forme d'une petite lame surmontant les sacs ; chez le *Taxus* l'écusson disparaît complètement et l'étamine se réduit à un groupe de sacs polliniques.

CEPHALOTAXUS Sieb. et Zucc.

Nous prendrons comme exemple le *C. Fortunei* Hook. fil.

EXTÉRIEUR.

Le *C. Fortunei* possède des fleurs mâles groupées en inflorescences, ainsi qu'on l'a vu chez le *Sciadopitys*, le *Taxodium* et diverses *Podocarpsées*, avec cette différence toutefois que la fleur terminale de chaque inflorescence, au lieu de dépasser en volume les fleurs latérales, est ordinairement moins développée que celles-ci.

Ces inflorescences constituent de petites masses sphériques de 5 à 8 mill. de diamètre (1) ; elles se développent solitairement à l'aisselle des feuilles ordinaires (Pl. XIV, fig. 20). Chacune d'elles débute par un involucre d'écailles protectrices disposées à la base de l'inflorescence suivant un cycle dextre $\frac{2}{5}$ et passant plus haut à la divergence $\frac{3}{8}$. Les écailles inférieures sont étroites et épaisses, les écailles supérieures sont au contraire larges et minces ; ces dernières recouvrent plus ou moins complètement l'ensemble des fleurs.

(1) Chez le *C. drupacea* Sieb. et Zucc., le diamètre de l'inflorescence ne dépasse pas 5 mill. ; chez le *C. pedunculata* Sieb. et Zucc., il est de 6 à 7 mill. Dans cette dernière espèce, l'inflorescence mâle est portée par un pédoncule qui peut atteindre 1 cent. de longueur.

Immédiatement au-dessus de ces écailles, viennent huit à dix bractées plus étroites, de forme triangulaire, dont la taille diminue à mesure qu'on se rapproche du sommet de l'inflorescence. Ce sont les bractées mères des fleurs latérales. Chacune d'elles est accompagnée d'une fleur unique, insérée, tantôt exactement à l'aisselle de la bractée, tantôt sur la bractée même, à une petite distance de l'axe. Enfin, au-dessus des dernières bractées, vient un petit groupe d'étamines qui représentent la fleur terminale de l'inflorescence. Toutes ces pièces — écailles protectrices, bractées mères et étamines — sont portées par un axe principal qui reste extrêmement court.

Les fleurs latérales sont de taille variable, les plus volumineuses occupant la base de l'inflorescence. Elles sont dépourvues de bractées et composées chacune de trois à dix étamines fixées sur un axe court (Pl. XIV, fig. 23). Les deux premières étamines sont disposées à droite et à gauche du plan de symétrie de la bractée mère; les étamines suivantes sont réparties plus ou moins régulièrement en paires alternes.

Il peut arriver que les axes des fleurs latérales se ramifient à leur tour en donnant des axes de troisième ordre qui portent eux-mêmes des étamines. On a alors affaire à une inflorescence composée. Nous avons observé ce dispositif sur plusieurs spécimens de *C. Fortunei*.

Les étamines moyennes de la fleur portent ordinairement trois, ou, plus rarement, quatre sacs polliniques. Ces sacs, de forme ovoïde allongée, constitue la majeure partie de l'étamine; ils sont insérés largement par leur base et pendent verticalement côte à côte sans présenter d'adhérences les uns avec les autres (Pl. XIV, fig. 25). L'écusson, toujours très réduit, affecte la forme d'une lame triangulaire dressée, placée sur le prolongement des sacs. L'étamine est dépourvue de portion pédicellaire; l'écusson s'attache directement sur l'axe floral. La déhiscence est longitudinale; les deux sacs latéraux s'ouvrent l'un vers l'autre; le sac médian, ou, si l'étamine porte quatre sacs, les deux sacs médians, s'ouvrent vers le centre de la fleur.

A mesure qu'on s'élève sur la fleur, on remarque que la longueur des sacs polliniques va en diminuant; au sommet même de la fleur, les étamines n'ont que deux sacs très courts, de forme globuleuse, adhérents l'un à l'autre, qui dépassent à peine le point d'attache de l'étamine sur l'axe (Pl. XIV, fig. 24).

Il arrive fréquemment que deux ou plusieurs étamines voisines se soudent bords à bords en une pièce unique qui peut porter jusqu'à dix sacs polliniques. La fig. 26, Pl. XIV, représente une pièce de ce genre pourvue de neuf sacs de tailles inégales. Ce mode de coalescence est de règle pour les deux ou trois dernières étamines de chaque fleur, lesquelles se trouvent ainsi constituer, *en apparence*, une seule étamine à quatre, cinq ou six sacs polliniques, ressemblant à une étamine d'If. (Pl. XIV, fig. 27).

Les bractées mères des fleurs latérales portent quelquefois un, deux ou trois sacs polliniques fixés à leur face inférieure, à une petite distance du point d'attache de la bractée sur l'axe. Ces bractées fertiles ne diffèrent des étamines normales que par leur écusson beaucoup plus développé et par la présence d'un court pédicelle (Pl. XIV, fig. 28). Nous avons déjà eu l'occasion de signaler un fait du même genre chez divers *Podocarpus*.

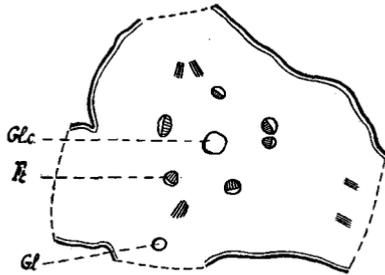
L'étamine des *Cephalotaxus* offre, dans sa forme générale une certaine ressemblance avec les étamines de diverses Taxodiées et notamment avec celle du *Sciadopitys*. Toutefois, à notre avis, cette analogie est plus apparente que réelle. Si nous comparons en effet les sections longitudinales médianes de ces deux étamines, nous constatons des différences sensibles, au point de vue du mode d'insertion des sacs. L'étamine du *Sciadopitys* (Pl. XII, fig. 8), représente une forme réduite de l'étamine des Araucariées; son écusson possède une portion descendante, peu développée, il est vrai, mais néanmoins bien visible; les sacs sont fixés obliquement à la fois sur cette portion descendante de l'écusson et sur la portion horizontale de l'étamine; vers le haut, les sacs ne dépassent pas le niveau du bord inférieur du pédicelle. Chez les *Cephalotaxus*, (Pl. XIV, fig. 31), l'écusson n'offre aucune trace de portion descendante; les sacs sont insérés profondément, comme enchâssés dans le tissu de l'étamine. Nous comparerons plus volontiers l'étamine des *Cephalotaxus* à celle des *Podocarpus*, précisément à cause de cette insertion profonde des sacs. La différence principale entre ces deux formes d'étamines consiste en ce que, chez les *Podocarpus*, les sacs sont complètement adhérents, tandis que, chez les *Cephalotaxus*, ils restent en grande partie indépendants les uns des autres. Il en est ainsi du moins pour les grandes étamines de la base des fleurs des *Cephalotaxus*, mais plus haut les sacs tendent à se raccourcir, comme il a été dit précédemment, et, vers le sommet

de la fleur, nous trouvons des étamines à sacs sphériques adhérents, tout à fait comparables aux étamines des *Podocarpus* (Pl. XIV, fig. 24). Il semble donc qu'il n'y ait entre les étamines moyennes des *Cephalotaxus* et celles des *Podocarpus* qu'une simple différence de forme : dans le cas des *Podocarpus*, les sacs restent courts ou ne s'allongent que dans le sens horizontal ; dans le cas des *Cephalotaxus*, les sacs ont une tendance à s'étendre verticalement vers le bas, au dessous du point d'attache de l'étamine ; à cela près, les rapports des sacs avec le reste de l'étamine sont les mêmes dans les deux cas.

Nous verrons tout à l'heure, chez d'autres Taxinées, la forme d'étamine de *Cephalotaxus* donner naissance à son tour à une nouvelle forme à sacs adhérents ; il suffira pour cela que le pédicelle de l'étamine s'allonge en même temps que les sacs et entre en coalescence avec ceux-ci.

STRUCTURE.

Axe de l'inflorescence (Fig. 49). — L'axe principal de l'inflorescence offre une section transversale à contour irrégulier, limitée par une assise de cellules épidermiques, isodiamétriques, légèrement épaissies sur leur face libre. Il n'y a pas d'hypoderme. Tout le tissu fondamental (écorce et moelle), est composé d'éléments à parois minces. Le centre de la moelle est occupée par un canal résinifère qui s'élève jusqu'aux deux tiers environ de l'axe (1). Dans l'écorce, on trouve d'autres glandes résinifères, en petit nombre, accompagnant les faisceaux



● FIG. 49. — Axe de l'inflorescence mâle de *Cephalotaxus pedunculata*. Section transversale basilaire d'ensemble. Gr. $\frac{30}{1}$. Gl.c., canal résinifère central.

(1) Ce canal rappelle par sa situation les canaux qu'on observe dans la moelle de la tige chez la même plante. On sait que le *Cephalotaxus* est avec le *Ginkgo* la seule Conifère dont la tige possède ainsi un système de glandes résinifères médullaires. M. VAN TIEGHEM s'est servi de ce caractère pour établir un rapprochement entre ces deux genres. (*Structure et affinité des Cephalotaxus*, Bull. de la Soc. bot. de France, Tome 38, 3, 1891).

sortants. Les glandes de l'écorce se terminent inférieurement dans le tissu fondamental, sans contracter de rapports les unes avec les autres, non plus qu'avec le canal central.

Les faisceaux sont disposés en cercle et largement séparés les uns des autres. Les plus volumineux comprennent :

Un massif interne d'éléments ligneux primaires spiralés auxquels s'ajoutent deux à quatre assises de fibres ligneuses secondaires pourvues à la fois d'épaississements spiralés et de ponctuations aréolées ;

Un massif libérien secondaire composé de petites cellules quadrangulaires toutes semblables entre elles ;

Une lame externe d'éléments libériens primaires écrasés.

Il n'y a pas de gaine différenciée autour des faisceaux.

Chacun des appendices — bractée florale ou étamine — reçoit un cordon libéro-ligneux fourni par le faisceau le plus rapproché du point d'insertion de cet appendice. A la base de l'axe, les émissions se succèdent régulièrement suivant la divergence $\frac{2}{5}$.

Axe floral. — Les axes des fleurs latérales ne diffèrent de l'axe principal de l'inflorescence que par leur calibre plus réduit et par l'absence complète de glandes résinifères (Pl. XIV, fig. 29).

Écailles protectrices et bractées mères des fleurs latérales. — Les écailles étroites de la base de l'inflorescence offrent à peu près la structure des feuilles ordinaires (1). Les deux faces de l'écaille sont revêtues par une assise de cellules épidermiques inégalement épaissies ; celles de la face supérieure possèdent des couches cuticulaires bien développées tandis que sur l'épiderme inférieur les couches cuticulaires sont à peine représentées. D'autre part l'épiderme inférieur porte de nombreux stomates qui manquent sur la face opposée. Il n'y a pas d'hypoderme. Le tissu fondamental, compris entre les deux épidermes, est composé en majeure partie d'éléments à parois minces, parmi lesquels on observe quelques fibres isolées, dispersés sans ordre dans toute l'épaisseur de ce tissu. L'écaille reçoit un seul faisceau qui ne se divise pas. A droite et à gauche du faisceau se trouve un petit massif de trachéides annexes dont

(1) La structure des feuilles a été décrite par M. C. BERTRAND (*Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères*, pp. 46 et 51).

les parois portent à la fois des bandes saillantes lignifiées disposées en réseau et des ponctuations aréolées occupant les mailles du réseau d'épaississement. Le faisceau est accompagné d'un canal résinifère qui fait légèrement saillie à la place dorsale de l'écaille.

Les écailles *larges* de l'inflorescence et les bractées mères des fleurs latérales ont une structure plus simple et un peu différente. Les stomates, au lieu d'être localisés à la face inférieure de l'écaille, occupent sa face supérieure; ils sont d'ailleurs peu nombreux. L'épiderme supérieur et l'épiderme inférieur offrent l'un et l'autre des parois minces et des couches cuticulaires peu développées. Il n'y a pas de fibres dans le tissu fondamental (Pl. XIV, fig. 30).

Étamine (Pl. XIV, fig. 31). — Les sacs polliniques offrent une assise de cellules épidermiques; tout le tissu compris entre cet épiderme et la masse du pollen se montre écrasé sur l'étamine mûre. Au voisinage de la ligne de déhiscence, les cellules épidermiques sont étroites et allongées parallèlement à cette ligne, tandis que sur la face opposée elles sont relativement larges et à peu près isodiamétriques. Cette différence de forme, dont nous avons déjà rencontré de nouveaux exemples, est particulièrement accusée ici. Chaque cellule porte des ornements saillants, parallèles, *qui s'étendent à la fois sur les cloisons latérales et sur la cloison interne*. Ces ornements présentent une section semi-circulaire; ils affectent la forme d'arcs ou d'U ouverts vers l'extérieur, souvent ils se ramifient vers le fond de la cellule (Pl. XIV, fig. 33 et 34). Les ornements sont formés de cellulose lignifiée; les portions de membrane mince comprises entre les ornements restent à l'état de cellulose puré ainsi que la cloison externe de chaque cellule.

Cette disposition des cellules épidermiques permet de se rendre compte aisément du mécanisme de la déhiscence. On voit en effet que les ornements lignifiés constituent des sortes d'arcs-boutants dirigés transversalement, qui maintiennent l'écartement du fond de chaque cellule, tout en permettant à la cloison externe de se raccourcir librement. Sous l'influence de la dessiccation, il doit donc se produire une contraction *transversale* superficielle, laquelle aura pour effet de provoquer, comme à l'ordinaire, la rupture de la paroi et son renversement au dehors. D'autre part la contraction *longitudinale* de la paroi doit être plus forte sur le milieu des valves, là où les cellules atteignent leur plus grande largeur, que sur les bords, ce qui favorisera la production de la fente.

L'écusson staminal a une structure très simple (Pl. XIV, fig. 32). L'épiderme de sa face externe n'est que le prolongement de l'épiderme des sacs ; il présente comme celui-ci des épaisissements lignifiés en forme d'U. Le même épiderme se retrouve sur la face interne de l'écusson, au moins dans la portion supérieure de celui-ci ; plus bas l'épiderme s'amincit et perd ses ornements ; la face interne porte d'ordinaire un petit nombre de stomates. Le tissu fondamental est représenté par un petit massif de cellules à parois minces ; il ne contient pas de glande résinifère. L'étamine reçoit un faisceau grêle qui se termine à la base de l'écusson sans se diviser.

Pollen. — Le pollen est composé de grains de 30 à 35 μ . de diamètre, arrondis, dépourvus de ballonnets et de pore apparent. La surface des grains est marquée de très fines granulations. Chacun d'eux possède une seule petite cellule stérile limitée par une cloison mince (Pl. XIV, fig. 35).

TORREYA Arnott.

Nous prendrons comme exemple le *T. myristica*.

Torreya myristica Hook. fl. (1).

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles se développent solitairement sur les plus jeunes rameaux à l'aisselle des feuilles ordinaires ; elles ont une forme sphérique et mesurent en moyenne 5 mill. de diamètre (Pl. XIV, fig. 36).

Chaque fleur est pourvue de douze à quatorze bractées distribuées par paires alternes (2) ; au-dessus de ces bractées, l'axe floral reste nu sur une longueur de 3 à 4 mill. ; au delà, il porte jusqu'à son extrémité des étamines verticillées par quatre.

(1) Suivant M. BERTRAND (*loc. cit.*, p. 50), le genre *Torreya* ne comprend que deux espèces, le *T. taxifolia* Arnott et le *T. nucifera* Sieb. et Zucc. Le *T. myristica* Hook. f. serait une variété du *T. taxifolia*.

(2) Chez les *Torreya*, comme chez les *Cephalotaxus*, les feuilles ordinaires sont insérées par deux à chaque nœud, avec divergence $\frac{1}{3}$ d'un verticille au suivant. Les superpositions des verticilles ne se font donc que de trois en trois.

L'étamine (Pl. XIV, fig. 37 et 38) présente une portion pédicellaire, cylindrique, bien développée, à laquelle fait suite un écusson dressé très réduit, en forme de bouton ou de lame mince triangulaire. Le nombre des sacs polliniques varie de trois à cinq; il est ordinairement de quatre pour les étamines moyennes de la fleur. Ces sacs ont une forme ovoïde allongée; ils sont fixés à la face inférieure de la lame staminale et s'étendent horizontalement, de chaque côté et au-dessous du pédicelle, sans contracter d'adhérence entre eux ni avec le pédicelle. La déhiscence est longitudinale; tous les sacs s'ouvrent vers le pédicelle staminale.

En somme, l'étamine du *Torreya myristica* ne diffère des grandes étamines des *Cephalotaxus* que par la disposition horizontale de ses sacs et l'allongement de sa portion pédicellaire.

STRUCTURE.

Les diverses pièces de l'appareil floral offrent essentiellement la même structure que chez les *Cephalotaxus*.

Axe. — L'axe floral présente, dans sa région staminifère, huit faisceaux principaux alternant régulièrement avec les rangées verticales d'étamines. En descendant, ces huit faisceaux se réunissent, deux à deux, en quatre massifs libéro-ligneux qui présentent les mêmes rapports avec les rangées verticales d'écaillés stériles (Fig. 50).

Dans la grande majorité des cas, il n'existe pas de glandes résinifères dans le parenchyme de l'axe. Quelquefois pourtant on peut trouver, derrière l'un des faisceaux sortants, un canal grêle qui accompagne ce faisceau dans l'étamine correspondante.

Etamine (Pl. XIV, fig. 40). — Le faisceau staminale parcourt toute la longueur du pédicelle sans se diviser et va se terminer en s'épuisant peu à peu vers le

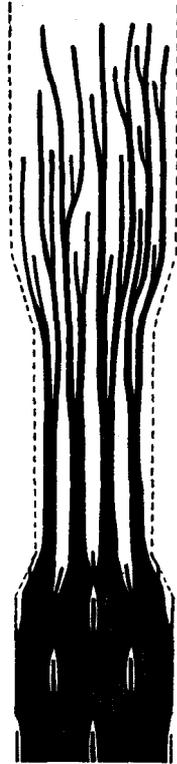


FIG. 50. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe floral de *Torreya myristica*.

niveau de la région d'insertion des sacs (Pl. XIV, fig. 39). Sur tout son parcours, ce faisceau se montre accompagné de trachéides annexes à la fois réticulées et aréolées.

L'écusson présente, suivant son volume, tantôt une, tantôt deux grosses glandes résinifères globuleuses, disposées côte à côte. Ces glandes peuvent s'étendre plus ou moins dans le pédicelle, sans toutefois atteindre l'axe floral. En outre des glandes de l'écusson, l'étamine possède quelquefois un canal résinifère qui se prolonge dans l'axe floral, ainsi qu'il a été dit plus haut. Ce canal ne s'étend pas au delà du pédicelle ; il occupe la position ordinaire, en arrière du faisceau et reste indépendant des glandes de l'écusson.

Les cellules épidermiques de la paroi des sacs présentent des ornements lignifiés grêles, simples ou ramifiés, en forme d'arcs ou d'U ouverts vers l'extérieur. Les deux faces de l'écusson offrent la même différenciation que chez *Cephalotaxus*.

Pollen. — Le pollen est composé de grains sphériques à cellule stérile unique. Le diamètre de ces grains ne dépasse pas 25 μ .

Torreya nucifera Sieb. et Zucc.

Les fleurs mâles du *T. nucifera* sont disposées comme celles du *T. myristica* et ne se distinguent extérieurement de celles-ci que par leur forme un peu plus allongée ; leur longueur moyenne est de 8 mill. et leur diamètre de 3 à 4 mill.

L'étamine, pourvue de trois à cinq sacs polliniques, rappelle celle du *T. myristica* par sa forme générale ; cependant si l'on observe de près le mode d'insertion des sacs, on constate une différence notable entre ces deux espèces. Chez le *T. nucifera*, les sacs ne sont plus indépendants, comme dans l'espèce précédente, mais adhèrent sur toute leur longueur les uns aux autres ainsi qu'au pédicelle. En pratiquant une section transversale moyenne de l'étamine, perpendiculairement à l'allongement des sacs, on obtient le dispositif représenté par la figure 42, Pl. XIV ; comme on le voit sur cette figure, les quatre sacs adhèrent bord à bord et sont réunis vers le haut par le pédicelle qui constitue un véritable connectif. La figure 40 de la même planche représente une section pratiquée au même niveau dans une étamine de *T. myristica* ; ici les sacs sont complètement libres et indépendants du pédicelle.

A ce dispositif de l'étamine du *T. nucifera* correspond un mode très spécial de déhiscence. Les sacs, au lieu de s'ouvrir isolément vers l'intérieur, comme chez le *T. myristica*, s'ouvrent vers l'extérieur par des fentes longitudinales qui se produisent en face des cloisons de séparation. Chacune de ces fentes intéresse à la fois les deux sacs voisins; il y a donc ici confluence des loges polliniques, non pas par rupture transversale des cloisons, comme c'est le cas chez diverses Abiétinées et Podocarpées, mais par déchirement longitudinal de ces cloisons le long de la paroi libre des sacs, à peu près comme sur une étamine d'Angiosperme. Les fentes d'ouverture se réunissent deux à deux, à la base de l'étamine, de manière à découper la paroi en autant de valves distinctes qu'il y a de loges polliniques. La figure 41, Pl. XIV, représente une étamine à quatre sacs de *T. nucifera* à la fin de la déhiscence; les quatre valves formées par la paroi libre des sacs se sont écartées les unes des autres en se renversant vers le sommet de l'étamine; on voit les débris des cloisons de séparation encore adhérents au connectif.

Au point de vue de la structure de la fleur mâle, le *T. nucifera* ne diffère pas du *T. myristica*.

TAXUS Linné.

EXTÉRIEUR.

Le *Taxus baccata* (1) a des fleurs mâles sphériques semblables à celles des *Torreya*, mais un peu plus petites; leur diamètre ne dépasse pas 4 mill. Ces fleurs naissent isolément à l'aisselle des feuilles ordinaires; elles possèdent un involucre très apparent formé d'un nombre variable de bractées ovales, opposées-décussées, dont les dimensions vont en augmentant à partir de la base de la fleur. Au-dessus de l'involucre, l'axe floral s'allonge en un pédoncule de 3 mill. environ et se termine par une tête renflée, à peu près sphérique, portant dix à douze étamines (Pl. XV, fig. 1).

L'étamine affecte, comme on sait, une forme en tête de clou. Elle porte de quatre à neuf sacs polliniques ovoïdes, adhérents par leurs

(1) Nous avons étudié, outre le *T. baccata*, le *T. brivifolia* Nutt. et le *T. cuspidata* Sieb. et Zucc.; les caractères de l'appareil mâle sont identiques dans ces trois espèces.

bords et fixés *autour* d'un connectif central. Le connectif lui-même est relié à l'axe floral par un pédicelle cylindrique très court, mais toujours bien distinct. Il n'y a pas d'écusson à lame indépendante des sacs. (Pl. XV, fig. 2).

La déhiscence de l'étamine de l'If a été décrite par M. LECLERC DU SABLON (1). Elle se fait exactement comme chez le *Torreya nucifera*. La paroi libre de chaque sac commence par se détacher inférieurement du pédicelle puis se fend longitudinalement vis-à-vis des cloisons de séparation des sacs. Les valves ainsi formées s'écartent les unes des autres en se renversant vers le sommet de l'étamine et finissent par laisser les masses polliniques complètement à découvert (Pl. XV, fig. 3).

En somme l'étamine du *Taxus*, malgré sa forme très spéciale due à la position centrale du connectif, offre une étroite analogie avec celle du *Torreya* et notamment *T. nucifera* au point de vue du mode d'insertion des sacs et du procédé de déhiscence.

STRUCTURE.

Axe floral. — L'axe floral présente dans sa portion basilaire quatre faisceaux principaux qui s'élèvent verticalement en fournissant de petits cordons libéro-ligneux destinés aux bractées. Au niveau de la portion pédonculaire de l'axe, chacun de ces faisceaux se divise en deux ; les huit faisceaux ainsi formés se ramifient à leur tour en branches de plus en plus grêles qui sortent finalement dans les étamines. L'extrême brièveté de l'axe dans cette région ne permet pas de reconnaître d'ordre régulier dans l'émission des branches staminales.

Le tissu fondamental est composé entièrement de cellules à parois minces ; il est dépourvu de glandes résinifères (2).

Les éléments de l'épiderme, à couches cuticulaires très peu développées, offrent à peu près les dimensions des éléments du tissu fondamental sous-jacent. Il n'y a pas d'hypoderme.

(1) LECLERC DU SABLON. *Structure et déhiscence des anthères* (Ann. des Sc. nat., 7^e série, T. 1, 1885).

(2) On sait que le *Taxus*, à la différence de toutes les autres Conifères, ne possède pas de glandes à résine.

Bractée. — Chacune des bractées florales offre un double épiderme bien différencié ; les cellules épidermiques de la face externe ont une membrane superficielle fortement épaissie et incrustée d'oxalate de chaux ; celles de la face interne sont plus petites et conservent des parois également minces.

Le tissu fondamental est exclusivement parenchymateux.

Le faisceau médian, unique, ne se divise pas ; il est accompagné d'un petit nombre de trachéides annexes à parois à la fois réticulées et aréolées.

Étamine (Pl. XV, fig. 4, 5, 6). — Le faisceau staminal, placé au centre du connectif, a une structure très simple. A son entrée dans l'étamine, ce faisceau est formé d'un petit massif de trachées entourées d'une couronne d'éléments libériens grêle. Dès la base de la région pollinifère, la différenciation libéro-ligneuse disparaît ; le faisceau n'est plus alors représenté que par un groupe de cellules à parois lisses qui ne se distinguent des éléments du tissu fondamental environnant que par leur calibre plus étroit et leur forme allongée. Cette différence s'atténue peu à peu et finit par disparaître complètement vers le sommet du connectif. Le faisceau staminal est dépourvu de cellules ligneuses annexes.

Tout le tissu fondamental (connectif et cloisons de séparation des sacs) est un parenchyme à parois minces.

La paroi des sacs polliniques est constituée par une assise de cellules épidermiques pourvues d'ornements lignifiés en forme d'arcs ouverts vers l'extérieur (Pl. XV, fig. 7). Les cellules voisines des cloisons de séparation des sacs sont étroites et allongées parallèlement à ces cloisons, tandis que celles qui occupent le milieu des valves sont isodiamétriques ou même un peu plus larges que hautes. L'épaisseur de l'épiderme varie également suivant les régions ; elle est plus considérable au sommet des sacs qu'à leur base (Pl. XV, fig. 4) et sur le milieu des valves qu'au voisinage des cloisons (Pl. XV, fig. 7).

L'ouverture des sacs s'explique, comme chez les autres Taxinées, par la double action de la contraction transversale superficielle de l'épiderme et du raccourcissement longitudinal plus fort au milieu des valves que sur leurs bords.

Le pollen de l'If est semblable à celui de *Torreya* et de *Cephalotaxus*.

CHAPITRE SIXIÈME.

SALISBURIÉES.

La famille des Salisburiées ne contient qu'un genre, le *Ginkgo*, qui n'est lui-même représenté actuellement que par une seule espèce, le *G. biloba* Linné (*Salisburia adiantifolia*).

GINKGO Linné.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs mâles du *Ginkgo biloba* naissent vers l'extrémité des rameaux courts (1), à l'aisselle des écailles basilaires du bourgeon terminal. Elles sont ordinairement réunies par groupes de trois à cinq, sans toutefois former des inflorescences à proprement parler, car l'axe qui les porte continue à se développer après la chute des fleurs, en donnant des feuilles ordinaires. C'est, au nombre des fleurs près, la disposition que nous avons rencontrée chez les Pins.

La fleur (Fig. 51), de forme cylindrique, mesure de 12 à 15 mill.

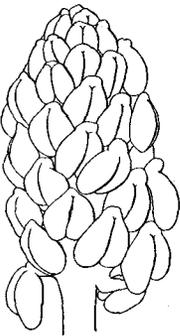


Fig. 51. — Fleur mâle
de *Ginkgo*
biloba. En-
semble. Gr.
 $\frac{35}{10}$

de longueur, avec un diamètre moyen de 5 mill. Il n'y a pas de bractées florales; tous les appendices de la fleur mâle sont des étamines fertiles. L'axe qui les porte reste nu dans sa partie inférieure, de façon à constituer un pédoncule dont la longueur représente environ le quart de la longueur totale de la fleur. Les étamines offrent une disposition verticillée plus ou moins régulière, au moins dans la portion moyenne de la fleur. Les dispositifs que nous avons observés le plus fréquemment sont la verticillation par cinq et les dispositions spiralées voisines $\frac{2}{9}$ et $\frac{2}{11}$.

L'étamine porte ordinairement deux sacs polliniques; toutefois il n'est pas rare de

(1) On sait que le *Ginkgo* possède deux sortes de rameaux: les uns à longs entre-nœuds (pousses longues), les autres à entre-nœuds très réduits (pousses courtes). Il arrive fréquemment qu'un rameau court se transforme au bout de deux ou trois ans en pousse longue; il cesse alors de produire des fleurs.

rencontrer, surtout à la base de la fleur, des étamines pourvues de trois ou même de quatre sacs.

Étamine à deux sacs (Pl. XV, fig. 8). — Les sacs ont une forme ovoïde très allongée, presque cylindrique ; ils sont disposés verticalement côte à côte et surmontés d'un très petit écusson en forme de bouton. L'écusson est relié à l'axe floral par un pédicelle cylindrique, bien développé, horizontal ou obliquement ascendant. Les sacs sont libres sur toute leur longueur ; à la maturité ils s'ouvrent l'un vers l'autre en se fendant longitudinalement et en s'écartant à droite et à gauche de manière à diverger fortement.

Étamine à trois sacs (Pl. XV, fig. 9). — Celle-ci possède deux sacs latéraux disposés comme les deux sacs d'une étamine normale et un troisième sac, médian, ordinairement plus petit que les deux latéraux et fixé en avant de ceux-ci (relativement au centre de la fleur). Les sacs latéraux s'ouvrent l'un vers l'autre ; le sac médian s'ouvre *vers l'extérieur*. Il en est de même des deux sacs médians, quand l'étamine porte quatre sacs (Pl. XV, fig. 10).

M. VAN TIEGHEM a signalé (1) l'analogie de forme qui existe entre l'étamine du *Ginkgo* et celle du *Cephalotaxus*. Ces deux étamines se ressemblent en effet par la forme et la disposition des sacs polliniques, par le mode de déhiscence, mais, d'autre part, elles diffèrent par la forme de l'écusson, en lame chez le *Cephalotaxus*, en bouton chez le *Ginkgo*, ainsi que par la présence, chez le *Ginkgo*, d'un pédicelle qui manque dans le cas du *Cephalotaxus*. Nous avons même à relever des divergences plus sensibles, si nous prenons comme termes de comparaison des étamines à trois sacs. Chez le *Cephalotaxus*, les trois sacs sont semblables et disposés sur un même plan, tandis que, chez le *Ginkgo*, le sac médian s'insère en avant des deux latéraux et apparaît comme un sac supplémentaire ajouté aux deux sacs d'une étamine normale ; de plus, le sac médian s'ouvre, chez le *Cephalotaxus* vers l'intérieur et chez le *Ginkgo* vers l'extérieur. L'étamine à trois sacs du *Ginkgo* ne représente peut-être qu'une simple anomalie du type ordinaire à deux sacs, mais il est possible aussi que nous ayons là l'indication d'une forme d'étamine plus ancienne, plus ou moins différente des étamines du *Ginkgo* et du *Cephalotaxus* actuels. En l'absence de termes intermédiaires, nous sommes obligés de réserver notre opinion.

(1) *Bull. de la Soc. bot. de France*, Tome 38, 3, 1891.

STRUCTURE.

Écaille mère de la fleur (Pl. XV, fig. 11). — Cette écaille est formée d'un pétiole, court et large, et d'un limbe ovale, concave intérieurement, à bord entier.

Le limbe, vu en section transversale, offre une double assise épidermique dont les éléments sont un peu plus grands et surtout plus épaissis sur la face externe de l'écaille que sur sa face interne. L'épiderme externe porte quelques stomates localisés dans la région pétiolaire et à la base du limbe. Il n'y a pas d'hypoderme.

Le tissu fondamental est formé en majeure partie de cellules polygonales à parois minces. Un certain nombre de ces cellules sécrètent de l'oxalate de chaux sous forme de cristaux groupés en grosses macles sphériques. Les cellules cristalligènes se rencontrent surtout au voisinage de l'épiderme externe et dans la portion terminale de l'écaille. Au sommet même du limbe, chacun des éléments du tissu fondamental renferme une macle qui occupe la presque totalité de la cavité cellulaire.

Les glandes résinifères, au nombre de six à huit à la base de l'écaille, et de douze à quinze dans sa portion la plus large, sont distribuées assez régulièrement au voisinage de la face externe. Elles présentent la forme en ampoule caractéristique du Ginkgo et restent indépendantes les unes des autres.

L'écaille reçoit deux faisceaux qui s'élèvent jusqu'au sommet du limbe sans se diviser. La structure de ces faisceaux est la même que celle des faisceaux foliaires. Chacun d'eux est accompagné de trachéides annexes à parois finement réticulées, rappelant les trachéides des Podocarpées, et disposées en arc sur les flancs et en avant du faisceau (Pl. XV, fig. 12). On trouve contre le bord externe de chaque faisceau un massif de dix à quinze cellules à tannin, allongées en tubes; d'autres éléments semblables se rencontrent également, isolés ou groupés par deux ou trois, dans le reste du tissu fondamental.

Axe floral (Pl. XV, fig. 13 et 14). — L'axe floral représente un rameau très réduit. A la différence des rameaux ordinaires, l'axe floral ne contient jamais de glandes résinifères, ni dans l'écorce, ni dans la moelle. Les seules productions glandulaires qu'on y rencontre sont de grandes cellules tannifères en tubes et des cellules à oxalate

de chaux, ces dernières sont relativement peu nombreuses. On n'observe pas de différence de structure entre le tissu fondamental de la moelle et celui de l'écorce.

L'épiderme est formé de grandes cellules cubiques, faiblement épaissies sur leur face libre.

Les faisceaux principaux, au nombre de huit à douze, forment une couronne régulière; ils fournissent des branches sortantes, tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche, sans qu'il y ait de règle fixe dans l'ordre des émissions successives.

Étamine (Fig. 52). Sacs polliniques. — La paroi des sacs présente trois zones distinctes :

Une zone externe (épiderme);

Une zone moyenne (couche sous-épidermique);

Une zone interne, formée par les débris du tissu nourricier du pollen (Pl. XV, fig. 15).

L'épiderme est composé de cellules légèrement allongées suivant la plus grande dimension des sacs et disposées en files parallèles plus ou moins régulières. Ces cellules, vues en coupe, se montrent fortement aplaties parallèlement à la surface libre; elles sont limitées par des cloisons très minces, sauf sur la face libre où la

cloison est légèrement épaissie et cutinisée. Contrairement à ce que nous avons observé chez toutes les autres Conifères, les cellules épidermiques sont complètement dépourvues d'ornements saillants; leur membrane est formée de cellulose pure.

La zone moyenne constituée à elle seule la couche élastique de la paroi(1). Elle comprend de une à trois assises de cellules dont la taille va en diminuant de la surface vers l'intérieur du sac; les cellules de l'assise externe sont beaucoup plus volumineuses que les cellules épidermiques. Chacune des cellules de la zone moyenne porte de nombreuses bandes d'épaississement lignifiées, en forme d'*anneaux* parallèles qui s'étendent sur tout le pourtour de la membrane. La

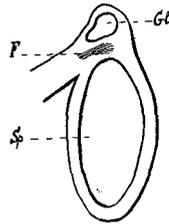


FIG. 52.—Étamine de *Ginkgo biloba* vue en coupe longitudinale médiane. *Sp*, sac pollinique; *F*, faisceau; *Gl*, glande résinifère.

(1) Cette zone manque vis-à-vis de la ligne de débiscence; le long de cette ligne l'épiderme est un contact direct avec les cellules écrasées de la zone interne.

direction de ces anneaux varie d'une région à l'autre du sac ; dans la région d'ouverture, les anneaux sont disposés *parallèlement* à la ligne de déhiscence, sur la face opposée, ils sont orientés *perpendiculairement* à cette ligne.

La structure de la couche élastique permet de se rendre compte du mécanisme de la déhiscence. On voit tout d'abord que, par suite de la disposition des bandes ligneuses en anneaux fermés, chaque cellule élastique ne peut se contracter que dans une seule direction, soit perpendiculairement aux plans des anneaux. Les cellules voisines de la ligne de déhiscence, ayant leurs anneaux parallèles à cette ligne, tendront à se raccourcir *transversalement*, tandis que dans la région opposée, où les anneaux sont perpendiculaires à l'allongement du sac, la contraction se fera dans le sens *longitudinal*. Il se produira ainsi un antagonisme entre les deux faces de la paroi, lequel aura pour effet de provoquer à la fois la rupture de cette paroi et l'écartement des deux sacs.

Pédicelle et écusson. — L'étamine possède un faisceau remarquablement volumineux (Fig. 53) qui, dès la base du pédicelle, se

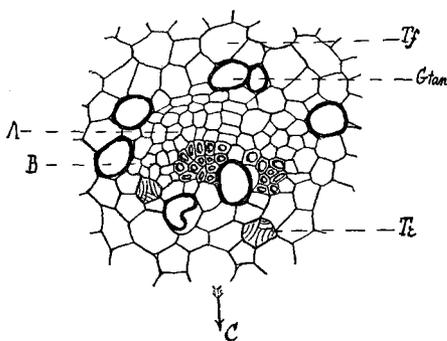


FIG. 53. — *Ginkgo biloba*. Section transversale du faisceau du pédicelle staminal. B, bois ; A, liber ; Tr, trachéïdes annexes ; Gtan, glande à tannin ; Tf, tissu fondamental.

montre divisé en deux lobes par un rayon médian. Ce faisceau parcourt la longueur du pédicelle sans subir de réduction sensible ; en entrant dans l'écusson, les deux lobes se séparent et vont se terminer à droite et à gauche au-dessus de chaque sac, dans la portion du tissu fondamental comprise entre la cavité du sac et la glande de l'écusson.

Sur tout son parcours, le faisceau est accompagné de trachéïdes réticulées ; ces éléments deviennent de plus en plus nombreux à mesure que le faisceau approche de sa terminaison.

L'épiderme est formé de cellules assez grandes, isodiamétriques en section transversale, limitées par une membrane mince.

Le tissu fondamental présente des caractères différents dans le pédicelle et dans l'écusson. Le tissu fondamental du pédicelle est un parenchyme à parois minces ; il renferme des cellules à tannin et des cellules à oxalate de chaux, mais pas de glandes résinifères. Dans l'écusson, le tissu fondamental est formé de cellules de même taille que les cellules élastiques des sacs et pourvus comme celles-ci d'épaississements en anneaux. Le sommet de l'écusson est occupé par une grosse glande à résine, ou, quand l'écusson est très large, par deux ou par trois glandes disposées côte à côte.

Pollen. — Le pollen du *Ginkgo* est composé de grains étroits et allongés, creusés d'une dépression longitudinale très accusée à l'état sec, mais qui disparaît quand on place les grains dans l'eau. Par leur forme en bateau, ces grains rappellent plutôt le pollen des Cycadées que celui des autres Conifères. Leur longueur est d'environ 30 μ et leur largeur de 10 μ . A maturité, chaque grain présente deux petites cellules stériles séparées l'une de l'autre et de la grande cellule fertile par des cloisons minces (Pl. XV, fig. 16).

CONIFÈRES.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les résultats qui ressortent de nos recherches relatives à l'appareil mâle des Conifères, peuvent être résumés de la manière suivante :

I. DISPOSITION DES FLEURS.

1° Les fleurs mâles sont tantôt axillaires, tantôt terminales. Dans l'un et l'autre cas, leur disposition paraît liée à la condition d'entraver le moins possible la ramification normale de la plante.

Ainsi quand la plante ne possède que des rameaux d'une seule espèce, susceptibles de se développer tous également, les fleurs naissent presque toujours à l'aisselle des feuilles ordinaires (*Araucaria* de la section *Colymbea*, *Dammara*, *Picea*, *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Taxodium*, *Juniperus communis*, *Podocarpus*, *Dacrydium*, *Phyllocladus*, *Saxe-Gothea*, *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Taxus*). Il n'y a d'exception que pour les genres *Sequoia*, *Arthrotaxis* et *Dacrydium*, où les fleurs terminent les plus jeunes rameaux latéraux qui se trouvent ainsi sacrifiés.

Quand la plante produit successivement deux sortes de rameaux — les uns (rameaux de première formation) susceptibles de s'allonger indéfiniment, les autres (rameaux de seconde formation) à croissance limitée. — les fleurs peuvent :

Ou bien terminer les rameaux courts (*Araucaria* de la section *Eutacta*, *Cedrus*, *Larix*, Cupressinées) ;

Ou bien constituer des rameaux distincts qui correspondent par leur position aux rameaux courts (*Pinus*, *Sciadopitys*) ;

Ou bien enfin représenter des rameaux de second ordre par rapport à un rameau court, lequel continue à se développer après la chute des fleurs (*Ginkgo*).

Les fleurs ne terminent jamais les rameaux de première formation.

2. L'axe de la fleur mâle peut rester simple ou au contraire se ramifier en donnant naissance à des axes floraux de second ordre. Dans le premier cas, les fleurs sont isolées; dans le second cas, elles constituent de véritables inflorescences ou chatons mâles avec fleur terminale.

Les fleurs sont *isolées* chez les Araucariées, les Abiétinées, la plupart des Cupressinées ainsi que chez *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Podocarpus dacrydioides*, *Dacrydium*, *Phyllocladus*, *Torreya*, *Taxus* et *Ginkgo*.

Les fleurs sont tantôt *isolées*, tantôt *groupées en inflorescences*, chez *Sequoia*, *Taxodium*, *Frenela*, la plupart des *Podocarpus*, *Saxe-Gothea*.

Enfin les fleurs sont *toujours réunies en inflorescences* chez *Sciadopitys* et *Cephalotaxus*.

Chez le *Cephalotaxus Fortunei*, les axes floraux de second ordre peuvent se ramifier comme l'axe principal et donner naissance à des axes tertiaires. L'inflorescence est alors composée au second degré.

II. PIÈCES FLORALES.

1. Le *Ginkgo* est la seule Conifère dont la fleur soit composée exclusivement d'étamines fertiles.

Dans tous les autres genres, les étamines sont accompagnées d'un certain nombre de bractées stériles disposées en involucre à la base de la fleur.

Chez *Sciadopitys*, *Cephalotaxus*, la fleur terminale de l'inflorescence est seule pourvue de bractées, les fleurs latérales restent nue.

2. La disposition des pièces florales correspond le plus souvent à celle des feuilles ordinaires. Toutefois on trouve des fleurs à étamines verticillées chez diverses Conifères à feuilles disposées en hélice (*Araucaria* de la section *Colymbea*, *Picea*, *Abies*, *Torreya*, *Taxus*, *Ginkgo*). Par contre, toutes les Conifères à feuilles verticillées ont leurs étamines également verticillées.

III. ÉTAMINE.

L'étamine se compose d'une portion basilaire (pédicelle), d'une portion terminale (écusson) et d'un nombre variable de sacs polliniques.

Le pédicelle est bien développé dans la plupart des étamines à sacs libres (Araucariées, Taxodiées, Cupressinées). Quand les sacs sont adhérents, le pédicelle offre deux portions distinctes : une portion coalescente avec les sacs, qui représente le connectif et une portion libre qui constitue le pédicelle apparent de l'étamine. Celui-ci est relativement bien développé chez les Abiétinées, tandis qu'il devient presque nul chez les Podocarpées.

L'écusson atteint sa plus grande taille chez les *Araucaria* où il se présente comme une lame verticale formée d'une portion supérieure dressée et d'une portion inférieure réfléchie qui porte les sacs.

La portion réfléchie de l'écusson se trouve également bien développée chez les Cupressinées, mais ici elle reste indépendante des sacs. Chez les Taxodiées, cette partie de l'étamine subit une réduction sensible ; on n'en trouve plus trace chez les autres Conifères.

La portion dressée de l'écusson varie, comme forme et comme dimensions, non seulement d'une famille à une autre, mais même entre des genres très voisins. A côté des *Araucaria* on trouve le *Dammara robusta*, chez lequel l'écusson dressé est extrêmement réduit ; la même différence s'observe entre les Pins et le *Tsuga* ou le *Pseudotsuga*, entre les *Podocarpus* et le *Saxe-Gothea*. Chez toutes les Taxinées et chez le *Ginkgo*, cette partie de l'étamine est à peine représentée.

Au point de vue du mode d'insertion des sacs polliniques, il y a lieu de distinguer deux types principaux d'étamines chez les Conifères ;

1^{er} Type. — Les sacs sont disposés à la surface de l'étamine ; ils restent indépendants les uns des autres.

On observe cette forme d'étamine chez les Araucariées, les Taxodiées, les Cupressinées. Suivant que les sacs sont fixés à la lame descendante de l'écusson ou à la portion horizontale de l'étamine, ils se montrent disposés horizontalement ou suspendus verticalement.

2^e Type. — Les sacs, enchâssés dans le tissu de l'étamine, adhèrent entre eux ainsi qu'au pédicelle qui les réunit à la manière d'un connectif.

C'est le cas de toutes les Abiétinées et Podocarpées ; il en est de même chez le *Taxus* et chez le *Torreya nucifera* parmi les Taxinées.

Les étamines des *Cephalotaxus*, du *Torreya myristica* et du *Ginkgo* offrent une disposition intermédiaire entre ces deux types extrêmes. Les sacs, de forme très allongée, adhèrent intimement à l'étamine par leur portion supérieure, tandis que vers le bas, ils restent indépendants les uns des autres et du reste de l'étamine.

La forme de l'écusson staminal, la présence ou l'absence de bractées florales, les dimensions de ces bractées relativement au volume de la masse des étamines, nous fournissent des indications sur la manière dont s'exerce la protection des sacs polliniques. Celle-ci peut être réalisée de deux façons différentes :

Tantôt les sacs sont abrités par les étamines elles-mêmes. Nous observons cette manière d'être chez toutes les Conifères à grand écusson staminal. D'après la forme de l'écusson, l'étamine abrite, soit ses propres sacs (écusson pelté des Araucariées et des Cupressinées), soit les sacs des étamines supérieures voisines (écusson dressé des Taxodiées et de la plupart des Abiétinées et des Podocarpées).

D'autres fois, les sacs sont protégés par les bractées florales. C'est ce que nous voyons notamment chez les Taxinées. Ici la fleur reste très petite et se trouve enveloppée tout entière par les bractées florales pendant la majeure partie de son développement. En revanche l'écusson perd son rôle protecteur ; il se réduit à un simple bouton ou même disparaît complètement. Les choses se passent de même chez le *Tsuga* et le *Pseudotsuga* parmi les Abiétinées. Ce dernier dispositif, comparé au précédent, indique évidemment une plus grande division du travail et par suite, un degré supérieur de différenciation de l'appareil mâle.

Chez un très petit nombre de Conifères, les sacs polliniques ne sont pas abrités, ou, du moins, ne le sont que d'une façon très imparfaite. Tel est le cas du *Ginkgo*, chez qui on constate en même temps une grande réduction de l'écusson staminal et l'absence de bractées florales ; ici la fleur n'est protégée que par sa bractée mère et seulement pendant les premiers temps de son développement ; dès que la fleur commence à s'allonger, les sacs se trouvent complètement à découvert. Il en est de même chez le *Saxe-Gothea* et chez quelques *Podocarpus* ; là les bractées florales existent, mais elles restent très petites eu égard au volume de la fleur. Il est à remarquer que les fleurs qui présentent cette condition désavantageuse appartiennent à des genres manifestement en voie d'extinction.

IV. STRUCTURE DE L'AXE FLORAL.

L'axe de la fleur mâle présente, d'une façon générale la structure d'un rameau ordinaire. L'analogie est d'autant plus grande que la fleur elle-même est plus développée ; quand, au contraire, la fleur reste très petite, la structure de l'axe se simplifie et devient par cela même très uniforme d'un genre à l'autre. Ainsi des Conifères, anatomiquement très différentes, comme le *Tsuga*, le *Thuia*, le *Taxus*, se trouvent avoir, par réduction, des axes floraux presque semblables.

Le tissu fondamental reste d'ordinaire exclusivement parenchymateux. On ne trouve d'éléments sclérifiés dans ce tissu que chez les Araucariées, c'est-à-dire là où la fleur mâle atteint sa plus grande taille et semble réclamer la présence d'un appareil de soutien spécial.

L'appareil résinifère est généralement peu développé. Il manque, non seulement chez l'If, mais encore chez diverses Conifères dont la tige possède des glandes nombreuses (*Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Sequoia*, *Crytomeria*, *Ginkgo*, Cupressinées).

Les faisceaux libéro-ligneux, de petit calibre, restent indépendants les uns des autres, sauf chez le *Juniperus communis* et quelques autres Cupressinées, où ils s'anastomosent deux à deux au niveau de chaque nœud.

V. STRUCTURE DES BRACTÉES FLORALES.

Les petites bractées qui accompagnent les fleurs mâles des Araucariées, des Podocarpées, des Cupressinées, représentent des feuilles rudimentaires et ne se distinguent de celles-ci que par une réduction générale de tous les tissus.

Par contre, les grandes bractées écailleuses qu'on observe chez les Taxinées, chez les Abiétinées, diffèrent sensiblement des feuilles ordinaires, par la structure de l'épiderme et de l'assise sous-épidermique. A ce point de vue les bractées représentent en quelque sorte des feuilles retournées. Chez elles en effet, à l'inverse de ce qu'on voit chez les feuilles, l'épiderme de la face inférieure est généralement formé de cellules plus grandes et plus fortement épaissies que celles de la face opposée ; les fibres hypodermiques, quand il en

existe, sont toujours plus abondantes au voisinage de l'épiderme inférieur ; enfin, quand la bractée possède des stomates, ceux-ci se montrent localisés à la face supérieure.

La bractée reçoit de l'axe un seul faisceau ; celui-ci se ramifie en plusieurs branches chez les Araucariées, partout ailleurs il reste indivis. Le faisceau offre la structure des faisceaux foliaires correspondants ; comme ceux-ci il est accompagné de trachéides annexes. Les Araucariées, les Taxodiées et les Abiétinées ont des trachéides *aréolées* ; il en est de même chez les Cupressinées, mais là les ponctuations aréolées présentent une disposition spéciale dont nous avons parlé à propos des *Juniperus* ; les Podocarpées et le *Ginkgo* possèdent des trachéides *réticulées* ; les Taxinées ont des trachéides à la fois *aréolées* et *réticulées*.

VI. STRUCTURE DE L'ÉTAMINE.

1. *Sac pollinique*. — La structure du sac pollinique, tout à fait comparable à celle d'un sac de Cycadée dans le cas du *Phyllocladus*, subit chez les autres Conifères une série de complications dont le terme ultime nous est fourni par le *Ginkgo*.

Les variations portent : 1° sur la constitution des cellules élastiques de la paroi ; 2° sur la disposition de ces cellules ; 3° sur la valeur de la couche élastique elle-même.

Constitution des cellules élastiques. — Dans le cas le plus simple, la membrane de chaque cellule élastique se montre uniformément lignifiée sur ses faces latérales et sur sa face interne et pourvue latéralement de zones d'épaississement de nature purement cellulosique qui s'étendent en couches régulières sur toute la longueur de la cellule. C'est le dispositif que nous avons rencontré chez le *Phyllocladus*.

Chez les autres Podocarpées et chez les Araucariées, il se produit une première modification qui consiste dans le fractionnement des masses celluloses d'épaississement en bandes indépendantes les unes des autres.

Une seconde modification résulte de la localisation des régions lignifiées.

Chez les Abiétinées, les Taxodiées et les Cupressinées, la cloison interne des cellules élastiques se lignifie d'une manière uniforme, comme dans les exemples précédents, mais, *sur les cloisons laté-*

rales, la lignification n'intéresse que les portions épaissies de la membrane (ornements en baguettes), les portions minces restant à l'état de cellulose pure.

Chez les Taxinées, la même différenciation se produit, non seulement sur les cloisons latérales, mais aussi *sur la cloison interne* (ornements en U).

Enfin chez le *Ginkgo* la membrane des cellules élastiques offre *sur tout son pourtour*, une alternance de régions épaissies lignifiées et de régions minces purement cellulosiques (ornements en anneaux).

Dispositions des cellules élastiques. — Le dispositif le plus simple est celui des Araucariées, où les éléments élastiques sont uniformément allongés et distribués en fibres parallèlement à la ligne de déhiscence sur toute l'étendue du sac.

Chez les autres Conifères, on observe une différenciation plus ou moins accusée de la paroi en deux régions : l'une voisine, de la ligne de déhiscence, dans laquelle les cellules conservent leur forme allongée, l'autre, opposée à la ligne de déhiscence, à éléments courts et larges. Cette différenciation, peu prononcée chez les Podocarpées, les Taxodiées, les Cupressinées, est beaucoup plus sensible chez les Taxinées et surtout chez les Abiétinées et chez le *Ginkgo* où elle atteint son maximum. Dans ce dernier cas, il y a à la fois changement de forme et changement d'orientation des éléments élastiques d'une région à l'autre de la paroi.

Valeur de la couche élastique. — La couche élastique est d'origine Tantôt *épidermique* (la plupart des Conifères),

Tantôt *à la fois épidermique et sous-épidermique* (couche élastique double des *Cedrus*, et *Abies*)

Tantôt *exclusivement sous-épidermique* (*Ginkgo*).

2. *Déhiscence.* — Le mécanisme d'ouverture des sacs polliniques offre des variations en rapport avec les modifications de structure et de disposition de l'assise élastique.

Dans le cas des Araucariées, la déhiscence est due, comme chez les Cycadées, à la contraction transversale superficielle des éléments élastiques, laquelle provoque la rupture longitudinale de la paroi et sa courbure vers l'extérieur.

A cette cause directe de la déhiscence, se joint, chez les autres Conifères, une seconde cause que nous avons appelée indirecte, et qui réside dans la direction contrariée des contractions, qui s'exercent

d'une part sur les bords des valves et d'autre part sur leur partie médiane. Cette seconde cause finit par se substituer à la première dans le cas du *Ginkgo*.

Dans la majorité des cas, les sacs appartenant à une même étamine s'ouvrent indépendamment les uns des autres par des fentes distinctes. Quelquefois cependant, quand les sacs adhèrent les uns aux autres, il y a mise en communication des cavités des sacs voisins, soit parce que les lignes de déhiscence viennent se réunir en un même point de la cloison de séparation qui subit une déchirure en ce point (*Larix*, *Abies*, Podocarpées), soit parce que les fentes se produisent vis-à-vis des cloisons (*Torreya nucifera*, *Taxus*). Dans le premier cas, chaque sac conserve sa ligne d'ouverture distincte, tandis que dans le second cas, une même fente intéresse à la fois deux sacs voisins.

3. *Portion végétative de l'étamine.* — L'étamine reçoit de l'axe floral un faisceau libéro-ligneux qui se comporte de façon variable, suivant les cas. Nous avons à distinguer à cet égard deux modes principaux :

1^o *Le faisceau reste indivis.* — Ce premier dispositif est propre aux étamines à sacs largement insérés, soit que ces sacs adhèrent les uns aux autres, soit qu'ils restent libres : nous l'avons observé chez les Abiétinées, les *Sequoia* et genres voisins, les Podocarpées, les Taxinées. Suivant que l'étamine possède un écusson plus ou moins développé, le faisceau pénètre dans l'écusson ou bien s'arrête dans la portion intérieure de l'étamine. Dans l'un et l'autre cas, il se termine en s'épuisant peu à peu au sein du tissu fondamental.

2^o *Le faisceau émet une ou plusieurs branches vers la région d'insertion des sacs polliniques.* — On observe cette seconde manière d'être chez les étamines à sacs libres insérés par une région plus ou moins restreinte en égard au volume du sac (Araucariées, *Sciadopitys*, Cupressinées). Chez les Araucariées et chez le *Sciadopitys*, les branches destinées aux sacs diffèrent du faisceau principal par l'absence de trachéides ainsi que par leur terminaison large. Dans le cas des Cupressinées, les mêmes branches ne sont représentées que par des cordons de cellules étroites et allongées, non différenciées en bois et liber.

VII. POLLEN.

La majorité des Conifères ont un pollen sphérique, quelquefois marqué d'un pore ventral (*Sequoia* et quelques genres voisins) et possédant une seule petite cellule stérile.

Chez le *Ginkgo*, le pollen prend une forme allongée et développe deux cellules stériles.

Chez les Abiétinées, le nombre des cellules stériles ne descend jamais au-dessous de deux et peut s'élever jusqu'à quatre. Les cellules stériles inférieures se montrent écrasées sur le pollen mûr et figurent de simples fentes de l'intine; les cellules supérieures, bien développées, font saillie dans la cavité de la grande cellule fertile, comme chez les autres Conifères. Cette disposition très spéciale de la masse stérile s'observe chez toutes les Abiétinées, qu'elle que soit d'ailleurs la forme extérieure du pollen. Celle-ci varie en effet d'un genre à l'autre; les *Larix*, *Tsuga*, *Pseudotsuga* ont un pollen sphérique; les *Pinus*, *Cedrus*, *Picea* et *Abies* ont un pollen pourvu de deux ballonnets.

Les Podocarpées offrent, comme les Abiétinées, tantôt un pollen sphérique (*Saxe-Gothea*) tantôt un pollen à ballonnets (*Podocarpus*, *Dacrydium*, *Phyllocladus*). La masse stérile du pollen est composée, chez les *Podocarpus*, de trois cellules superposées, recloisonnées perpendiculairement à la direction des cloisons primitives.

Si nous essayons d'interpréter, au point de vue de la classification des Conifères, les faits qui viennent d'être résumés, nous voyons que l'examen de l'appareil mâle nous fournit un certain nombre de caractères propres à définir chaque famille, en même temps que des indications sur les affinités des diverses familles entre elles.

Les Araucariées sont caractérisées par le grand développement de la portion descendante de l'écusson staminal, laquelle reçoit un

rameau vasculaire spécial et porte les sacs polliniques insérés à sa face interne. Les Cupressinées rappellent les Araucariées par la forme peltée de l'étamine, mais elles se distinguent de celles-ci par l'absence de faisceau dans la lame descendante de l'écusson et par la disposition des sacs qui tendent à se rapprocher du point d'attache de l'étamine sur l'axe. Les Cupressinées diffèrent également des Araucariées par la structure de leurs sacs qui montrent une localisation plus accusée des portions lignifiées de l'épiderme. Par les caractères, tant extérieurs qu'anatomiques, de leur appareil mâle, les Taxodiées se montrent intermédiaires entre les deux familles précédentes : elles se relient, d'une part aux Araucariées par le *Sciadopitys* et, d'autre part, aux Cupressinées par les *Juniperus*.

Les Abiétinées se distinguent des autres Conifères : par le mode d'insertion des sacs polliniques et leurs rapports avec le connectif, par la disposition particulière de l'épiderme des sacs, par l'organisation de la partie stérile du pollen. Par la forme cylindrique et la situation horizontale des sacs polliniques dans les grandes étamines des Pins, des Cèdres, des *Picea*, les Abiétinées offrent une certaine analogie avec les Araucariées dont elles se rapprochent également par leurs trachéides aréolées ; la paroi des sacs polliniques a la même structure que chez les Taxodiées et les Cupressinées.

Les Podocarpées sont caractérisées par leurs sacs polliniques à déhiscence transversale, par leur pollen à cellules stériles recloisonnées (au moins chez les *Podocarpus*), par leurs trachéides réticulées. Elles se rapprochent des Araucariées par la structure des sacs, mais rappellent surtout les Abiétinées par l'adhérence des sacs et la présence d'un connectif à l'étamine, ainsi que par les caractères du pollen. Les Podocarpées et les Abiétinées sont les seules plantes chez lesquelles on trouve du pollen à ballonnets ; indépendamment de ce caractère très spécial, le pollen des Podocarpées offre un autre point d'analogie avec celui des Abiétinées, c'est le nombre relativement élevé des cellules stériles. Ce dernier caractère semble indiquer que nous avons affaire là à des formes anciennes de pollen.

Les Taxinées sont caractérisées par la réduction de la portion végétative de l'étamine, par la structure spéciale des sacs, par la présence de trachéides à la fois aréolées et réticulées. Par la forme de l'étamine des *Cephalotaxus*, les Taxinées se rattachent aux Podocarpées ; elles rappellent d'autre part les Taxodiées et les

Cupressinées par leur pollen composé de petits grains sphériques, à une seule cellule stérile.

Par l'ensemble des caractères de sa fleur mâle, le *Ginkgo* diffère notablement de toutes les autres Conifères, de même qu'il s'écarte de celles-ci par l'organisation de sa fleur femelle et de la structure de son appareil végétatif. Ses principaux caractères distinctifs au point de vue de la fleur mâle sont : l'absence de bractées florales, l'origine exclusivement sous-épidermique de l'assise élastique et la constitution particulière de cette assise, la forme allongée du pollen. Comme points d'analogie, nous n'avons à relever, en dehors d'une certaine ressemblance de forme de l'étamine avec celle des *Cephalotaxus*, que la disposition réticulée des trachéides qui rappellent les éléments correspondants des Podocarpées.

TROISIÈME PARTIE

GNÉTACÉES.

HISTORIQUE.

Les botanistes de la fin du siècle dernier et du commencement de celui-ci s'accordent, à une exception près (1), pour attribuer aux Gnétacées une fleur mâle à enveloppe simple et à androcée constitué, dans le cas des *Gnetum*, par une seule étamine, dans le cas des *Ephedra*, par plusieurs étamines monadelphes. C'est, en effet, l'opinion qu'on trouve formulée, d'une façon plus ou moins explicite, dans les ouvrages généraux d'ADANSON (2), de A.-L. DE JUSSIEU (3), d'ENDLICHER (4), etc., ainsi que dans les descriptions spéciales d'espèces données par BLUME (5), C.-A. MEYER (6), et TULASNE (7).

De même HOOKER, dans son Mémoire sur le *Welwitschia* (8), décrit l'androcée de cette plante comme formé de six étamines

(1) Suivant les RICHARD (*Mémoire sur les Conifères et les Gnétacées*), les diverses anthères de l'*Ephedra* seraient autant de fleurs distinctes et l'enveloppe distincte représenterait un involucre commun. C'est la théorie de l'inflorescence poussée à ses dernières limites.

(2) ADANSON. *Familles des plantes* (1763).

(3) A.-L. DE JUSSIEU. *Genera plantarum* (1791).

(4) ENDLICHER. *Genera plantarum*.

(5) BLUME (Ann. des Sc. nat., 2^e série, vol. 2, 1834).

(6) C.-A. MEYER. *Versuch einer Monogr. d. Gattung Ephedra* (Mém. de l'Acad. des sc. de St-Petersbourg, VI^e série, sc. nat., T. V).

(7) TULASNE. *Gnétacées de l'Amérique centrale*. (Ann. des Sc. nat., 4^e série, vol. 10, 1859).

(8) HOOKER. *On Welwitschia, a new genus of Gnetaceæ* (Trans. of the Linn. Soc. 1862).

soudées en tube par leur filets. PARLATORE (1), dans le Prodrôme, accepte cette interprétation qui a été reproduite depuis dans la plupart des traités classiques (2).

Le seul point sur lequel les auteurs que nous venons de citer diffèrent d'opinion est la valeur de l'enveloppe florale.

Suivant les uns (TULASNE, HOOKER), l'enveloppe représenterait simplement le périanthe de la fleur. Pour d'autres, au contraire, la fleur serait apérianthée et l'enveloppe constituerait une pièce accessoire désignée tantôt sous le nom de *perigonium* (BLUME, ENDLICHER), tantôt sous celui de *vaginula* (MEYER). PARLATORE adopte cette dernière manière de voir et considère l'enveloppe comme formée, suivant les cas, par la réunion de deux ou de quatre écailles auxquelles il donne le nom de bractéoles pour les distinguer des bractées mères des fleurs.

En 1872, M. STRASBURGER (3) a donné de l'appareil mâle des diverses Gnétacées une description très complète, tant au point de vue de caractères extérieurs qu'au point de vue de la structure et du mode de développement. Les observations anatomiques du savant professeur de Bonn sont venues confirmer l'hypothèse de PARLATORE relativement à la composition de l'enveloppe florale, mais, en ce qui concerne l'androcée lui-même, elles ont modifié complètement les idées admises jusqu'alors. M. STRASBURGER, en effet, a montré que l'ancienne théorie des étamines monadelphes devait être définitivement écartée. Pour lui, la pièce qui porte les sacs polliniques chez *Ephedra* est un organe de nature axile, analogue à l'axe de la fleur mâle des autres Gymnospermes et les divers groupes de sacs représentent autant d'étamines biloculaires distinctes insérées sur cet axe. Il en est de même chez *Gnetum*, à cela près que l'étamine ne possède qu'un seul sac pollinique. Dans le cas du *Welwitschia*, le tube staminal résulte de la soudure bords à bords de deux écailles portant chacune trois étamines triloculaires.

(1) *Prodrôme* de DE CANDOLLE, art. Gnétacées.

(2) V. DUCHARTRE, *Traité de Botanique*. SACHS, *Lehrbuch der Botanik*. VAN TIEGHEM, *Traité de botanique*.

(3) STRASBURGER. *Die Coniferen und die Gnetaceen*. Iena, 1872.

A l'égard de la disposition des étamines, M. STRASBURGER distingue deux cas principaux, suivant que les étamines forment un ou deux verticilles :

1° Quand il n'y a qu'un verticille, celui-ci est toujours binaire (*Gnetum*, *Ephedra altissima*).

2° A ce premier verticille peut s'en ajouter un second, supérieur, qui diffère du premier en ce qu'il est formé de quatre termes, ce qui porte le nombre total des étamines à six (*Welwitschia*, *Ephedra campylopoda*). Enfin, chacune des deux étamines inférieures peut se doubler ; on a alors huit étamines réparties en deux verticilles superposés (*Ephedra monostachya*).

Dans le même Mémoire, M. STRASBURGER, comparant les Gnétacées aux autres Gymnospermes, insiste sur l'analogie qui existe entre la fleur mâle de l'*Ephedra* et celle de l'If et se sert de ce caractère pour rapprocher les Gnétacées des Taxinées.

Les botanistes qui, dans ces dernières années, se sont occupés de la même question, ont admis, dans leur ensemble, les conclusions de M. STRASBURGER. Ils ne s'en écartent que sur quelques points de détail.

Ainsi M. MAC NAB (1) considère l'androcée du *Welwitschia* comme formé, non pas de six étamines distinctes, mais de deux étamines divisées chacune en trois lobes, opinion adoptée depuis par M. STRASBURGER (2).

Pour M. EICHLER (3), les quatre étamines supérieures de la fleur d'*Ephedra campylopoda* ou *monostachya* ne représenteraient pas un verticille quaternaire, mais un verticille binaire dont chaque terme se serait doublé. A cette différence près, les diagrammes donnés par M. EICHLER pour chacun des trois genres des Gnétacées sont conformes à l'interprétation de M. STRASBURGER et de M. MAC-NAB.

(1) MAC NAB. *On the development of the flowers of Welwitschia mirabilis* (Trans. of the Linn. Soc. of London, Vol. 26, p. 507).

(2) STRASBURGER. *Angiospermen und Gymnospermen*, Iena, 1879.

(3) EICHLER. *Blüthendiagramme* (1875).

WELWITSCHIA Hook.

Le genre *Welwitschia* ne comprend qu'une espèce, le *W. mirabilis* Hook.

EXTÉRIEUR.

Les fleurs naissent sur les bords du plateau terminal de la tige, immédiatement au dessus des gouttières foliaires. Elles sont disposées en chatons, réunis eux-mêmes par petits groupes de manière à former des grappes composées.

Chaque grappe est portée par un pédoncule cylindrique de 5 mill. environ de diamètre et de 5 à 8 cent. de longueur, représentant la portion inférieure, dépourvue d'appendices, de l'axe principal de l'inflorescence. Le pédoncule s'élargit vers le haut ; à son extrémité s'insère une paire de grandes écailles opposées, soudées bords à bords et longuement décurrentes. Au-dessus de cette première paire d'appendices, l'axe se rétrécit brusquement et se montre recouvert jusqu'à son sommet par une masse nombreuse d'écailles opposées-décussées, soudées deux à deux comme les premières, mais de taille beaucoup plus petite et d'épaisseur moindre. Chacune de ces écailles est accompagnée d'une fleur placée à son aisselle ; l'ensemble de ces fleurs et de leurs bractées mères constitue un premier chaton qui termine l'inflorescence (Pl. XV, fig. 18). Deux autres chatons, semblables au précédent, occupent l'aisselle des grandes écailles du pédoncule, représentant par conséquent des rameaux de second ordre par rapport à l'axe principal. Ceux-ci portent à leur tour un ou plusieurs chatons représentant des rameaux de troisième ordre. Là s'arrête la ramification de l'axe, au moins dans les échantillons que nous avons eus à notre disposition.

La fleur mâle (Pl. XV, fig. 19) est dépourvue de pédoncule ; elle se compose d'une paire transversale de bractées, d'une enveloppe, d'un androcée en forme de tube, que nous appellerons pour cette raison tube staminal et enfin d'un ovule rudimentaire placé au fond du tube staminal, c'est-à-dire au point de terminaison même de l'axe floral. Cet ovule ne développe jamais de graine ; il se termine par un large pavillon évasé qui fait saillie au-dessus de l'androcée.

Les bractées florales se présentent comme deux petites lames pliées longitudinalement de manière à recouvrir les bords de la pièce suivante ; elles sont largement insérées sur l'axe, mais non concrecentes entre elles.

L'enveloppe consiste en un tube évasé, aplati transversalement et paraissant formé par la réunion de deux lames membraneuses soudées bords à bords. La lame interne, presque plane, dépasse vers le haut la lame externe fortement bombée. Le bord supérieur de l'enveloppe est creusé latéralement de deux échancrures peu profondes correspondant aux lignes de jonction des deux lames.

Le tube staminal (Pl. XV, fig. 20) est moins aplati que l'enveloppe et possède une paroi plus épaisse. Il se divise à sa partie supérieure en six lobes, formant autant de petites colonnes cylindriques qui se terminent chacune par un groupe, ou *sore*, de trois sacs polliniques (1).

Les six sores sont disposés en deux groupes, placés à droite et à gauche du plan principal de symétrie de la fleur et séparés par un petit espace libre.

Les trois sacs qui composent chaque sore adhèrent les uns aux autres par toute l'étendue de leurs faces en contact ; l'un des sacs regarde le centre de la fleur, les deux autres sont disposés symétriquement à droite et à gauche et en arrière du premier (Pl. XV, fig. 21).

La plupart des auteurs décrivent les sacs du *Welwitschia* comme s'ouvrant par un *pore* terminal ; en réalité la déhiscence se fait ici, comme chez les autres Gymnospermes, par une fente de la paroi,

(1) Les groupes de sacs polliniques du *Welwitschia* et des autres Gnétacées ont été décrits tour à tour sous les noms d'anthers, d'étamines, de lobes d'étamine, d'après les vues théoriques des auteurs ; nous préférons pour notre part l'appellation de *sores* dont nous nous sommes déjà servi à propos des Cycadées, et qui a l'avantage de ne rien préjuger sur la valeur morphologique de ces pièces.

mais cette fente reste très courte et localisée à la face supérieure des sacs. Les fentes des sacs d'un même sore sont disposées radialement, de manière à converger vers le centre du sore.

On rencontre çà et là, à côté des sores ordinaires à trois sacs, d'autres sores composés de quatre sacs. La figure 22, Pl. XV, représente une pièce de ce genre. Dans ce cas, le sore se montre divisé par un sillon profond en deux lobes formés chacun de deux sacs ; les lignes d'ouverture, au lieu de converger vers le centre du sore, se réunissent deux à deux.

STRUCTURE.

Axe de l'inflorescence (Pl. XV, fig. 25). — L'axe de l'inflorescence offre une section transversale quadrangulaire composée d'un épiderme, d'une masse de tissu fondamental différenciée en moelle et en écorce et d'un certain nombre de faisceaux libéro-ligneux.

L'épiderme est formé de petites cellules à parois épaisses et à couches cuticulaires bien développées ; il présente quelques stomates (Pl. XV, fig. 26).

L'écorce est constituée en majeure partie par des cellules parenchymateuses courtes et à parois minces ; elle renferme en outre des éléments sclérifiés. Ceux-ci sont de deux sortes : les uns consistent en fibres étroites et allongées, disposées en petits îlots dans toute l'épaisseur de l'écorce, surtout au voisinage de l'épiderme et des faisceaux ; les autres sont de gros sclérites courts, irrégulièrement ramifiés, à membrane fortement épaissie et remplie de volumineux cristaux d'oxalate de chaux. Ces derniers éléments sont disposés isolément au contact de l'épiderme. L'écorce contient quelques glandes résinifères, surtout à la base de l'axe ; à mesure qu'on se rapproche du sommet de l'inflorescence les glandes deviennent moins nombreuses et finissent par disparaître.

La moelle diffère de l'écorce par ses cellules arrondies, allongées en tubes ; elle possède, comme l'écorce, des îlots de fibres étroites, mais dépourvue de sclérites courts. Elle ne renferme pas de glandes.

Les faisceaux principaux sont disposés suivant quatre rangées parallèles deux à deux et dont l'ensemble figure à peu près un carré. Le nombre des faisceaux varie de douze à dix-huit, suivant le niveau. Chacun d'eux comprend un petit groupe antérieur de trachées, une masse assez importante de fibres ligneuses et d'éléments libériens secondaires, un massif de fibres libériennes primaires (Pl. XV, fig. 27). Il n'y a pas de gaine distincte autour des faisceaux.

Parcours des faisceaux (Fig. 54). — Les faisceaux principaux, ou réparateurs, cheminent dans l'axe en s'unissant de distance en distance de manière à constituer un réseau irrégulier. En même temps ces faisceaux émettent des rameaux destinés aux bractées mères des fleurs et reçoivent les branches d'insertion qui leur sont fournies par les axes floraux.

Chaque bractée reçoit deux faisceaux (1) qui naissent des deux réparateurs situés aux extrémités d'une même rangée, comme l'indique la

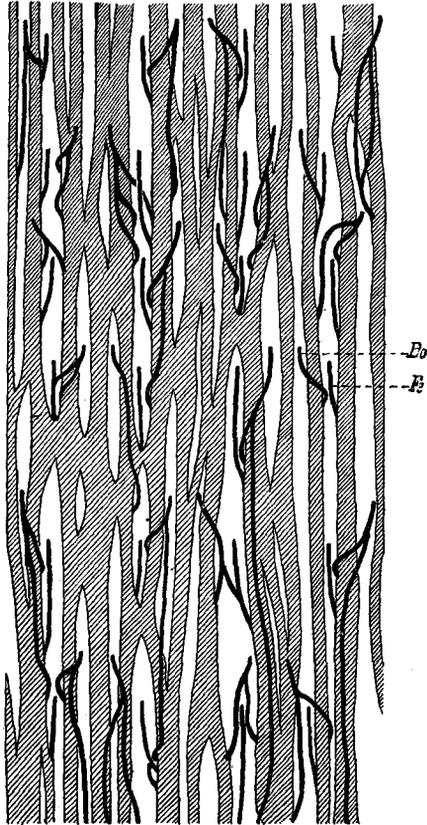


FIG. 54. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe de l'inflorescence mâle de *Welwitschia mirabilis*. *Bo*, branche d'insertion d'un bourgeon floral; *Fe*, faisceau sortant dans la bractée mère de ce bourgeon.

(1) A l'exception des bractées des deux ou trois premières paires, qui tirent de l'axe quatre à six faisceaux.

figure ci-contre (Fig. 55). A chaque nœud, deux rangées opposées de réparateurs fournissent ainsi quatre rameaux qui sortent dans les deux bractées insérées à ce niveau. Les sorties alternent d'un nœud au suivant.

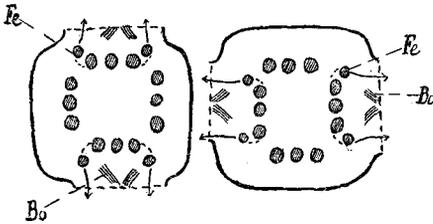


FIG. 55. — Axe de l'inflorescence mâle de *Welwitschia mirabilis*. Figure demi-schématique de deux nœuds successifs, montrant le mode d'émission des faisceaux destinés aux bractées mères des fleurs. *Fe*, faisceau de bractée; *Bo*, branche d'insertion du bourgeon floral.

La mise en rapport des axes floraux avec l'axe de l'inflorescence est un peu plus compliquée. Chaque axe floral présente, au niveau de son insertion, deux faisceaux disposés à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur et de sa bractée mère. En pénétrant dans l'axe de l'inflorescence, ces faisceaux se comportent de façon variable. Quelquefois ils vont s'unir immédiatement aux réparateurs voisins, sans se diviser, mais c'est le cas le plus rare; ordinairement les faisceaux floraux se partagent en plusieurs branches qui parcourent un trajet plus ou moins long dans l'écorce et se terminent inférieurement en se jetant soit sur les réparateurs, soit sur les faisceaux sortants.

Le pédoncule principal, qui porte toutes les inflorescences, diffère des axes latéraux par la disposition de ses faisceaux. Sur une section transversale pratiquée dans la portion moyenne du pédoncule (Pl. XV, fig. 24), on trouve une couronne principale de faisceaux normalement orientés et, en dehors de celle-ci, un certain nombre de faisceaux corticaux isolés ou réunis par groupes de deux à quatre. Chacun de ces groupes forme un petit système distinct dont les faisceaux sont orientés de manière à tourner leurs masses ligneuses les unes vers les autres, c'est-à-dire vers le centre du système.

Si l'on suit, en montant, le trajet des faisceaux corticaux, on les voit s'écarter peu à peu les uns des autres, en prenant une orientation normale par rapport au centre de l'organe, et finalement sortir dans les deux grandes bractées situées au sommet du pédoncule, en même temps qu'un certain nombre de branches fournies par la couronne libéro-ligneuse principale.

Si l'on suit, au contraire, les faisceaux corticaux, en descendant, on les voit se rapprocher de plus en plus de la couronne principale, et finir par entrer successivement dans cette couronne, vers la base du pédoncule.

Bractée mère de la fleur. — La bractée possède deux faisceaux, disposés symétriquement, qui se divisent chacun en plusieurs branches vers la moitié de la hauteur de l'organe, comme l'indique la fig. 28, Pl. XV. Ces faisceaux offrent, à la réduction près du nombre des éléments, la même structure que les faisceaux de l'axe ; ils se terminent par des cellules lignifiées courtes, munies d'épaississements réticulés.

Les deux faces de la bractée sont revêtues d'un épiderme formé de cellules médiocrement allongées, disposées en files irrégulières. Les éléments de l'épiderme interne offrent des membranes fortement épaissies sur leur face libre et remplies de petits cristaux d'oxalate de chaux ; ils sont accompagné d'une assise continue de grosses fibres hypodermiques. Les éléments épidermiques de la face externe ont une membrane uniformément mince ; l'assise sous-jacente est constituée en partie par des cellules à parois minces, en partie par des fibres, semblables à celles de la face opposée. L'épiderme interne porte des stomates disposés suivant deux rangées parallèles aux faisceaux.

Le tissu fondamental, compris entre les deux épidermes, est composé de cellules parenchymateuses auxquelles se joignent quelques fibres irrégulièrement ramifiées.

Axe floral (Pl. XV, fig. 30, 31, 32). — L'axe de la fleur mâle présente, à sa base, deux faisceaux placés à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur et de sa bractée mère, comme il a été dit plus haut. A une très courte distance du point d'insertion de l'axe, chaque faisceau se divise en trois branches, dont deux latérales et une médiane, plus petite que les deux autres. Les branches médianes s'écartent de chaque côté pour se rendre dans le tube staminal ; les branches latérales, au contraire, viennent se réunir au centre de l'axe et se terminent à la base de l'ovule par un massif de cellules courtes réticulées.

L'axe est entièrement recouvert par les diverses pièces de la fleur et ne possède pas de surface propre. Le tissu qui entoure les

faisceaux est un parenchyme à parois minces, dépourvu d'éléments sclérifiés.

Bractées florales. — Les bractées, libres, de la première paire, sont formées d'une double assise de cellules épidermiques à membrane légèrement et uniformément épaissie et d'une mince lame de tissu fondamental contenant quelques fibres. A la maturité, les éléments du tissu fondamental se montrent ordinairement écrasés, à l'exception des fibres, qui déterminent de légères saillies à la surface de la bractée (Pl. XV, fig. 29). Il n'y a pas de faisceaux.

Les bractées, soudées en tube, de la deuxième paire, offrent la même structure que les précédentes, à cela près qu'on trouve quelquefois, à la base de la bractée externe, la trace d'un faisceau, médian, très grêle ; nous n'avons jamais observé de faisceau dans la bractée interne.

Androcée. — Le tube staminal présente, dans sa portion inférieure, une section transversale, sensiblement elliptique, composée de deux masses triangulaires latérales réunies, en avant et en arrière, par des portions plus minces (Pl. XV, fig. 32). En approchant du sommet du tube, on voit chacune de ces masses se diviser, par des sillons de plus en plus profonds, en trois lobes qui finissent par se séparer complètement les uns des autres pour constituer les pédicelles qui portent les sores (Pl. XVI, fig. 1).

La disposition de l'appareil libéro-ligneux correspond aux divisions de la surface. Le tube staminal reçoit, comme on l'a dit précédemment, deux faisceaux de l'axe floral. Ces deux faisceaux occupent primitivement le centre des masses latérales ; à une très petite distance de leur origine, ils se partagent *chacun en trois branches égales*, dont une médiane, qui continue la direction du faisceau primitif, et deux latérales, qui s'écartent de la première en avant et en arrière. Chacun des six lobes du tube staminal se trouve ainsi posséder un petit faisceau central qui se prolonge dans le pédicelle et jusque dans le sore correspondant.

Ce mode de ramification des faisceaux du tube staminal, aux dépens de deux faisceaux primitifs, nous indique que nous avons affaire là à une pièce résultant de la coalescence de deux appendices soudés bords à bords, à la manière des bractées mères des fleurs et des bractées florales supérieures. Ceci, étant admis, nous conduit à

considérer l'androcée tout entier, avec ses six groupes de sacs polliniques, comme formé de deux étamines seulement, selon l'interprétation de M. MAC-NAB et de M. STRASBURGER, et non de six étamines monadelphes, comme le pensaient les anciens auteurs.

Les faisceaux de l'androcée ont une structure très simple. Ils se composent chacun d'un groupe de quelques trachées entourées d'une couronne de petits éléments allongés, dépourvus d'ornementations. Le tissu fondamental, exclusivement parenchymateux, est revêtu d'une assise de cellules épidermiques à parois minces, aussi bien sur la face externe que sur la face interne du tube staminal (Pl. XVI, fig. 2).

Sacs polliniques. — Chaque sore offre une section transversale à peu près circulaire, limitée extérieurement par une couche cellulaire qui constitue la paroi libre des sacs polliniques et divisée en trois loges par des cloisons qui rayonnent du centre vers la circonférence (Pl. XVI, fig. 3 et 4).

Dans la portion inférieure du sore, on trouve, au centre même de la section, un massif de cellules ligneuses courtes, réticulées, représentant la terminaison du faisceau destiné au sore (Pl. XVI, fig. 6). Ce massif s'étend à peu près jusqu'à la moitié de la hauteur du sore.

Les cloisons de séparation des sacs sont formées de petits éléments polygonaux à parois minces et lisses, intimement unis les uns aux autres.

La paroi propre de chaque sac consiste en une assise de cellules épidermiques de structure très simple. *Ces cellules sont complètement dépourvues d'ornementations.* Sur l'épiderme vu de face, elles se montrent légèrement allongées au voisinage de la ligne d'ouverture et à peu près isodiamétriques sur le reste de la paroi ; *leur cloisons sont fortement ondulées* (Pl. XVI, fig. 7). Les mêmes cellules, vues en coupe, sont très étroites et allongées normalement à la surface, sauf le long de la ligne de déhiscence où la hauteur des cellules se réduit brusquement (Pl. XVI, fig. 8). La membrane offre une épaisseur uniforme sur tout le pourtour de chaque cellule, mais sa constitution varie suivant les régions. La cloison superficielle est formée de cellulose pure, légèrement cutinisée vers la surface, tandis que les cloisons latérales et surtout la cloison interne montrent des traces très nettes de lignification.

Déhiscence. — Nous retrouvons, chez le *Welwitschia*, la différenciation, déjà observée chez les Cycadées et les Conifères, de l'épiderme des sacs en une zone externe, contractile ou active et une zone interne résistante ou passive. Cet épiderme, en se desséchant, subit une contraction superficielle qui détermine sa rupture suivant une ligne de moindre résistance représentée, comme à l'ordinaire, par une double file de petites cellules faiblement adhérentes. Nous avons signalé cette cause de la déhiscence chez les Cycadées, de même chez les Conifères où nous l'avons appelée cause directe; quant à la cause indirecte qui réside, chez les Conifères, dans la différence de forme et d'orientation des cellules élastiques, elle ne semble pas s'exercer ici ou, en tous cas, elle n'a qu'une très faible influence, étant donné le peu de longueur de la ligne d'ouverture et la disposition très semblable des éléments de l'épiderme sur toute l'étendue de la paroi.

Pollen. — Le pollen du *Welwitschia* est composé de grains allongés, marqués d'une dépression longitudinale, qui rappellent tout à fait comme forme et comme dimensions les grains de pollen du *Ginkgo*. Ils possèdent une seule petite cellule stérile, formant saillie dans la grande cellule fertile et séparée de celle-ci par une cloison mince.

Cette forme de pollen se retrouve, sans aucune modification, dans chacun des trois genres des Gnétacées.

EPHEDRA Tournefort.

Nos recherches concernant les *Ephedra* ont porté sur les espèces suivantes :

- E. altissima* Desf.
- E. campylopoda* C. A. Mey.
- E. vulgaris* Rich. } *E. monostachya* Linn.
- } *E. distachya* Linn.
- E. fragilis* Desf.
- E. triandra* Tul.
- E. Gerardiana* Wall.
- E. antisiphilitica* C. A. Mey.

EXTÉRIEUR.

Les *Ephedra* possèdent des fleurs mâles disposées en inflorescences composées, à la manière des fleurs de *Welwitschia*.

Les inflorescences (Pl. XVI, fig. 9) naissent vers le sommet des rameaux, à l'aisselle des écailles qui représentent les feuilles chez ces plantes. Elles sont ordinairement réunies par groupes de trois, à l'extrémité d'un pédoncule commun plus ou moins développé, mais généralement plus court que celui des inflorescences femelles.

Le pédoncule porte deux paires d'écailles, situées, l'une à sa base, en croix avec l'écaille mère, l'autre, à son sommet, en croix avec la paire précédente. Au-dessus de cette seconde paire d'écailles, le pédoncule se rétrécit brusquement pour constituer l'axe de l'inflorescence terminale. Celle-ci est composée de quatre à huit paires de larges bractées opposées et connées, portant chacune une fleur à son aisselle. Quelquefois les deux fleurs terminales sont des fleurs femelles, de sorte que l'inflorescence est hermaphrodite; d'autres fois il n'y a que des fleurs mâles. A l'aisselle de chacune des écailles supérieure du pédoncule, s'insère une inflorescence latérale qui ne diffère de l'inflorescence terminale que par sa taille plus petite et le nombre relativement restreint de ses fleurs.

La fleur mâle se compose d'une enveloppe et d'un androcée formé lui-même d'un support en forme de colonne large et aplatie — que nous appellerons *colonne staminale* — et d'un nombre variable de sacs polliniques groupés en *sores* (1).

L'enveloppe se présente comme un tube aplati, évasé à sa partie supérieure et marqué de deux échancrures latérales peu profondes. Par sa forme, comme par sa position, elle semble correspondre à l'enveloppe de la fleur mâle du *Welwitschia*, et représenter comme celle-ci une paire antéro-postérieure de bractées unies par leurs bords.

La colonne staminale se montre ordinairement divisée en deux moitiés symétriques par deux sillons médians longitudinaux qui s'étendent, l'un à la face antérieure, l'autre à la face postérieure de

(1) Nous conserverons encore ici le nom de *sores*, de préférence au mot *étamines* employé par la plupart des auteurs. A notre avis, ces pièces ne sont pas de véritables étamines, comme nous essayerons de le montrer plus loin.

l'organe (Pl. XVI, fig. 10 et 11). Cette division peut être plus ou moins accusée. Dans la plupart des espèces, l'androcée reste entier; les sillons, très apparents au sommet de la colonne staminale, s'atténuent vers le bas et peuvent même disparaître complètement. Dans le cas particulier de l'*Ephedra vulgaris*, var. *distachya*, les deux sillons se rejoignent d'une face à l'autre, de sorte que l'androcée prend une forme bifurquée. Quelquefois la bifurcation ne porte que sur la portion supérieure de la colonne staminale (Pl. XVI, fig. 13), mais d'autres fois aussi, elle s'étend sur toute la hauteur de celle-ci; l'androcée se trouve alors formé de deux petites colonnes staminales distinctes, complètement indépendantes l'une de l'autre et disposées à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur et de sa bractée mère. La fig. 15, Pl. XVI, représente une colonne de ce genre, ayant la valeur d'une moitié d'androcée. On peut rencontrer, dans une même inflorescence d'*E. distyacha*, tous les intermédiaires entre ces deux formes extrêmes d'androcée, à colonne simple ou complètement divisée.

La colonne staminale porte, à sa partie supérieure, des sores dressés, partagés chacun en deux loges par une cloison médiane. Ces sores sont dépourvus de pédicelle; ils offrent une région d'attache circulaire extrêmement réduite. La déhiscence est apicale, comme chez le *Wehwitschia*; elle se fait par deux fentes très courtes, disposées dans le prolongement l'une de l'autre et se réunissant en un même point de la cloison de séparation des sacs.

Le nombre des sores peut varier de deux à huit. Les différences qu'on observe à cet égard entre les diverses espèces d'*Ephedra* ont été relevées en détail par PARLATORE dans le Prodrôme (1) et reprises plus récemment par M. STRASBURGER(2). Nous distinguerons, à l'exemple du célèbre botaniste allemand, trois types principaux: le type *E. altissima*, le type *E. campylopoda* et le type *E. vulgaris*.

1° *E. altissima*, — Les sores, au nombre de deux, sont disposés à droite et à gauche du plan principal de symétrie de la fleur; la cloison médiane de chaque sore est dirigée transversalement, c'est-à-dire perpendiculairement au plan de symétrie (Pl. XVI, fig. 18, 1d et 1g).

(1) A. DE CANDOLLE. *Prodrôme*, art. Gnétacées, T. XVI, I, p. 352 et suiv.

(2) STRASBURGER. *Die Coniferen und die Gnetaceen*.

2° *E. campylopoda*. — L'androcée possède normalement six sores, dont deux, placés latéralement et un peu inférieurement, correspondent par la disposition de leur cloison, aux deux sores de l'*E. altissima* (Pl. XVI, fig. 16, 1*d* et 1*g*). Les quatre autres sores sont disposés symétriquement entre les précédents, deux sur le bord externe de la colonne staminale (même fig. 2*d* et 2*g*), deux sur son bord interne (3*d* et 3*g*). Ces quatre sores ont leur cloison parallèle au plan de symétrie de la fleur.

3° *E. vulgaris*. — Les sores sont au nombre de huit. Six de ces sores correspondent par leur position aux sores de la fleur d'*E. campylopoda* (Pl. XVI, fig. 12, 1*d*, 1*g*, 2*d*, 2*g*, 3*d*, 3*g*). Les deux autres sont situés l'un à côté de l'autre sur le bord interne de la colonne staminale; ils ont leur cloison perpendiculaire au plan de symétrie de la fleur (même fig., 4*d* et 4*g*). Suivant que la colonne staminale est simple ou bifurquée, les huit sores sont disposés côte à côte ou divisés en deux groupes de quatre correspondant aux deux branches de la bifurcation. La fig. 14, Pl. XVI, donne le diagramme de la fleur dans ce dernier cas.

Les deux derniers types que nous venons de mentionner, c'est-à-dire le type à six sores et celui à huit sores, peuvent donner naissance à des formes secondaires, par suppression d'un ou plusieurs termes.

Ainsi, chez l'*E. vulgaris*, à côté des fleurs normales à huit sores, il n'est pas rare d'en rencontrer qui ne possèdent que sept sores. La réduction porte toujours sur l'un des deux sores 4*d*, 4*g* du diagramme général (Pl. XVI, fig. 12).

Au type *E. campylopoda* se rattachent les formes à cinq, quatre, trois sores. La réduction suit ici aussi une marche très régulière. Le premier terme qui disparaît est 3*d* ou 3*g* (androcée à cinq sores de l'*E. fragilis*, fig. 17, Pl. XVI). Si la réduction est plus marquée, l'un des termes 2*d*, 2*g* fait défaut en même temps que l'un des termes 3*d*, 3*g*; l'androcée porte alors quatre sores (*E. Gerardiana*, *E. anti-syphilitica*). Enfin l'un des termes 2*d*, 2*g* peut manquer en même temps que les deux termes 3*d*, 3*g*; l'androcée n'a plus que trois sores, c'est le cas ordinaire chez *E. triandra*. Il est à remarquer que la réduction ne frappe jamais les sores numérotés 1*d* et 1*g*, c'est-à-dire les termes correspondant aux deux sores d'*E. altissima*.

STRUCTURE.

Pédoncule. — Le pédoncule principal qui porte les diverses inflorescences possède la structure d'un rameau jeune ; il présente une section transversale circulaire ou ovale, suivant le niveau (Pl. XVI, fig. 19), composée d'un épiderme, d'une masse de tissu fondamental nettement différenciée en moelle et en écorce, et de huit faisceaux de taille différente.

L'épiderme est formé de cellules allongées, en files parallèles régulières. Sur la coupe transversale, ces cellules se montrent à peu près isodiamétriques et fortement épaissies sur leur face libre. L'épiderme porte de nombreux stomates formés de deux petites cellules réniformes enchâssés dans une antichambre profonde (Pl. XVI, fig. 21).

L'écorce est composée en majeure partie d'éléments courts, de forme polygonale, à parois minces. Elle renferme de nombreux sclérites, consistant en fibres longues et étroites, quelquefois isolées, mais plus souvent groupées en petits îlots ; un certain nombre de ces îlots s'appuient contre l'épiderme, les autres sont dispersés dans toute l'épaisseur de l'écorce.

La moelle est dépourvue de sclérites ; elle est formée uniquement de grosses cellules à tannin, à contour arrondi, laissant entre elles des méats triangulaires. Ces cellules, vues en coupe longitudinale, affectent la forme de longs cylindres unis bout à bout.

L'appareil libéro-ligneux se compose de quatre faisceaux principaux ou réparateurs disposés en carré, et de quatre faisceaux sortants destinés aux deux écailles supérieures du pédoncule. Tous ces faisceaux sont orientés normalement. Chacun des faisceaux principaux comprend un petit groupe antérieur de trachées, une à trois assises de fibres ligneuses secondaires à peine supérieures aux trachées comme dimensions, un même nombre d'assises d'éléments libériens grêles, un petit massif libérien primaire. Les faisceaux sortants ne se distinguent des réparateurs que par leur calibre plus réduit.

Chaque faisceau est accompagné extérieurement d'un groupe de fibres semblables à celles de l'écorce. L'intervalle compris entre les divers groupes de fibres est occupé par une assise de cellules légèrement épaissies sur leur face antérieure et constituant une gaine protectrice, analogue à la gaine qu'on observe dans les rameaux

ordinaires des mêmes plantes, mais beaucoup moins nette que chez ces derniers.

Axe de l'inflorescence (Pl. XVI, fig. 22). — En passant du pédoncule principal aux axes des inflorescences on constate une simplification très marquée de la structure. Les fibres disparaissent ; l'écorce et la moelle offrent la même constitution, l'une et l'autre sont formées de grandes cellules à tannin et d'éléments parenchymateux courts en proportions à peu près égales ; l'épiderme est dépourvu de stomates.

L'axe de l'inflorescence possède, comme le pédoncule, quatre faisceaux principaux. Ceux-ci s'élèvent en oscillant vers la droite et vers la gauche, de manière à former un réseau à mailles très régulières (Fig. 56). A chaque nœud, les quatre faisceaux émettent latéralement un même nombre de branches sortantes, qui se rendent deux à deux dans la paire de bractées insérées à ce niveau. Les sorties alternent d'un verticille au suivant. La mise en rapport des faisceaux de chaque fleur mâle avec l'axe de l'inflorescence se fait au moyen de deux cordons libéroligneux qui vont s'unir de chaque côté aux deux réparateurs qui ont fourni les deux faisceaux de la bractée mère de la fleur.

Bractées mères des fleurs. — Les deux faisceaux que chaque bractée reçoit de l'axe de l'inflorescence s'élèvent parallèlement jusqu'au sommet de l'organe où ils s'éteignent sans se diviser. Vers le milieu de la hauteur de la bractée, on voit apparaître au voisinage des faisceaux des trachéides annexes à parois réticulées ; le nombre de ces éléments va en augmentant à mesure que les faisceaux approchent de leur terminaison.



Fig. 56. — Diagramme du parcours des faisceaux dans l'axe de l'inflorescence mâle d'*Ephedra distachya*. *Fe*, faisceau sortant dans une bractée mère de fleur ; *Bo*, branches d'insertion d'un bourgeon floral.

Le tissu fondamental de la bractée est formé, comme celui de l'axe, de longues cellules à tannin et de courtes cellules de parenchyme. L'épiderme est lui-même chargé de tannin; il présente quelques stomates localisés à la face externe de la bractée; par contre l'épiderme interne est revêtu d'une assise de fibres hypodermiques qui manquent à la face opposée (Pl. XVI, fig. 23).

Enveloppe florale. — L'enveloppe, examinée sur une fleur jeune, se compose d'une double assise épidermique enfermant une mince lame de parenchyme. Les éléments de l'épiderme externe sont un peu plus volumineux et offrent une paroi plus épaisse que ceux de la face opposée; on n'observe aucune trace de faisceau dans le parenchyme.

A mesure que la fleur se développe, le parenchyme se trouve comprimé et écrasé, puis l'épiderme interne lui-même disparaît, de sorte que finalement l'enveloppe n'est plus formée que d'une seule assise cellulaire représentant l'épiderme externe.

Androcée. — La colonne staminale présente, à sa base, deux faisceaux placés à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur et de sa bractée mère. Ces faisceaux se comportent de façons différentes, suivant le nombre de sores que possède l'androcée. Nous observons ici trois types principaux, correspondant aux trois types de disposition des sores.

Chez l'*E. altissima*, où l'androcée n'a que deux sores, les deux faisceaux parcourent, sans se diviser, toute la hauteur de la colonne staminale et passent chacun dans le sore correspondant.

Chez l'*E. campylopada* (androcée à six sores), chacun des deux faisceaux se divise, dès la base de la colonne staminale, en trois branches égales — dont une médiane, une externe et une interne — qui se comportent exactement de la même manière que les faisceaux du tube staminal du *Welwistchia* (Pl. XV, fig. 32). Les deux branches médianes, situées sur les côtés de la colonne staminale, se rendent aux sores 1*d* et 1*g* (Pl. XVI, fig. 16), les deux branches externes aux sores 2*d* et 2*g*, les deux branches internes aux sores 3*d* et 3*g*.

Chez l'*E. vulgaris* (androcée à huit sores) chacun des deux faisceaux primitifs commence par se diviser en trois branches, à la base de la colonne staminale, comme dans le cas précédent. Un peu plus haut, chacune des deux branches externes se partage à son tour

en deux branches, ce qui porte le nombre total des faisceaux à huit, dont quatre pour chaque moitié de l'androcée. Ces huit faisceaux se rendent dans les sores correspondants, comme l'indique le diagramme ci-contre (Fig. 57).

Quand l'androcée n'a que sept sores, c'est à dire quand l'un des sores *4d* et *4g* manque, la branche vasculaire correspondant à ce sore n'est pas représentée. Les fig. 24 et 25, Pl. XVI, montrent la disposition des faisceaux chez des fleurs à sept sores, la première dans le cas d'un androcée à colonne staminale simple, la seconde dans le cas d'un androcée bifurqué. Il en est de même pour les androcées à 5, 4, 3 sores.

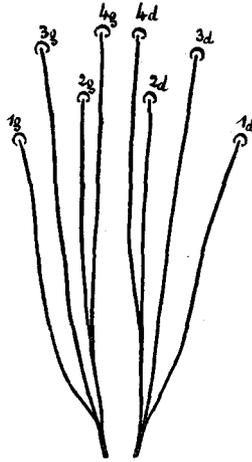


Fig. 57. — Diagramme du parcours des faisceaux de l'androcée d'*Ephedra vulgaris*. Chaque faisceau porte le numéro du sore auquel il est destiné (Voir les diagrammes fig. 28 et 30, Pl. XVII).

La colonne staminale est constituée par une masse de parenchyme homogène, limitée par une assise de cellules épidermiques légèrement épaissies sur leur face libre. Les faisceaux sont représentés chacun par un cordon trachéen très grêle entouré de petites cellules dépourvues de ponctuations qui ne diffèrent des cellules du tissu fondamental que par leur forme un peu plus allongée et leur calibre plus réduit (Pl. XVI, fig. 26).

Les sores ont la même structure que chez le *Welwistchia*. Chacun d'eux offre, à sa base, un massif de cellules ligneuses réticulées représentant la terminaison, dilatée en ampoule, du faisceau destiné au sore. Ce massif occupe la région médiane de la cloison de séparation des sacs et s'étend à peu près jusqu'au tiers de la hauteur du sore (Pl. XVI, fig. 27 et 28). La paroi libre de chaque sac est formée d'une assise de cellules épidermiques à cloisons latérales fortement ondulées, dépourvues d'ornementations (Pl. XVI, fig. 29).

Pour en terminer avec la fleur mâle des *Ephedra*, il nous reste à examiner une question intéressante. Nous voulons parler de la valeur de l'androcée. Que représentent, d'une part la colonne sta-

minale, d'autre part les groupes de sacs polliniques que nous avons appelés sores ?

Suivant les auteurs qui se sont occupés de cette question en dernier lieu, et notamment pour EICHLER et pour M. STRASBURGER, la fleur mâle des *Ephedra* serait construite sur le même type que celle des Conifères : la colonne staminale serait l'axe de la fleur et les divers groupes de sacs représenteraient autant d'étamines distinctes insérées sur cet axe. Bien que cette opinion soit appuyée de l'autorité de deux noms illustres, nous n'hésitons pas à l'abandonner pour adopter une interprétation toute différente basée sur les faits que nous avons observés.

La colonne staminale des *Ephedra*, à notre avis, n'est pas un organe axile. Le plus souvent cette colonne est divisée, par des sillons plus ou moins profonds, en deux lobes, qui peuvent même se séparer complètement l'un de l'autre, comme nous l'avons vu chez l'*E. distachya*. Pour expliquer cette disposition, dans l'hypothèse d'un axe floral, il faut supposer que cet axe est susceptible de se dédoubler et admettre que, dans le cas particulier de l'*E. distachya*, il y a en réalité deux fleurs distinctes rapprochés dans une même enveloppe. Or, la distribution des sores, comparée à celle des androcées à colonne simple, indique clairement qu'on a affaire là à un androcée unique bifurqué. Le fait de division de la colonne staminale donne donc plutôt à penser que l'androcée est un organe double, composé de deux pièces semblables qui peuvent s'unir l'une à l'autre ou rester indépendante.

Cette manière de voir se trouve confirmée par l'exemple du *Welwitschia* où, précisément, l'androcée est formé de deux pièces unies bords à bords. Dans le cas du *Welwitschia*, il est vrai, l'androcée a la forme d'un tube, tandis qu'il a la forme d'une colonne chez les *Ephedra* ; mais cette différence peut s'expliquer facilement par la présence, chez le *Welwitschia*, d'un ovule central qui manque chez les *Ephedra*.

D'autre part, le système des faisceaux de l'androcée, chez les *Ephedra*, offre une symétrie nettement bilatérale et non une symétrie axile. Si les six sores de l'*E. campylopoda*, par exemple, représentaient — comme l'admettent les auteurs cités plus haut — deux verticilles successifs d'étamines, l'un de deux termes, l'autre de quatre termes, nous devrions nous attendre à trouver dans la colonne staminale des faisceaux ramifiés suivant le mode binaire,

comme le sont les faisceaux des axes des inflorescences et ceux des rameaux ordinaires. Nous voyons, au contraire, les deux faisceaux de la base de l'androcée se diviser immédiatement en trois branches chacun, ce qui indique bien une répartition des sores en deux groupes correspondant aux deux moitiés de l'androcée. Il en est de même chez l'*E. vulgaris*, où les huit faisceaux destinés aux sores naissent des deux faisceaux primitifs en deux groupes de quatre. A ce point de vue encore l'androcée des *Ephedra* offre une analogie complète avec celui du *Welwitschia*.

En conséquence nous sommes amené à attribuer à l'androcée la même valeur dans l'un et l'autre cas. Nous dirons donc que l'androcée des *Ephedra* est formé de deux étamines, ordinairement coalescentes, portant chacune de un à quatre sores dressés. La figure 15, Pl. XVI, qui représente une moitié d'androcée d'*E. distachya*, nous montre un exemple de l'étamine des *Ephedra* ainsi comprise. Comparons cette forme d'étamine avec ce que nous avons vu chez les Conifères.

L'étamine des Conifères — dans sa forme absolument générale — est une écaille qui porte des sacs polliniques insérés à une certaine distance au-dessous de son sommet. La portion comprise entre les sacs et le sommet de l'écaille représente l'écusson staminal. La présence de cet écusson constitue le caractère distinctif de l'étamine des Conifères. L'écusson peut d'ailleurs avoir des dimensions très variables. Souvent il affecte la forme d'une grande lame dressée, comme chez les *Araucaria*, les Pins, etc. ; d'autres fois, au contraire, il se réduit à un petit bouton à peine visible, comme nous l'avons observé chez les *Abies*, *Tsuga*, *Pseudotsuga* parmi les Abiétinées, chez le *Saxe-Gothea* parmi les Podocarpées. Dans le cas particulier du *Taxus*, l'écusson finit même par se confondre complètement avec les sacs polliniques, mais ici la disparition de l'écusson s'explique par la disposition toute spéciale des sacs ; il suffit que ceux-ci, au lieu de s'insérer sur tout le pourtour du connectif, restent localisés d'un seul côté, comme chez les *Torreya*, pour que l'écusson reparaisse. Dans tous ces cas, il y a simplement une réduction plus ou moins marquée de la partie végétative de l'écaille staminale ; le type général de l'étamine reste toujours la forme à écusson.

Il en est tout autrement chez les *Ephedra*. Ici l'étamine est formée de groupes de sacs polliniques dressés à l'extrémité d'un support

commun et non plus fixés sur le côté d'une écaille. Il n'y a aucune trace d'écusson et même, étant donné d'une part la disposition dressée des sacs au sommet de la colonne staminale et la déhiscence *apicale* de ces sacs, d'autre part la disposition du faisceau qui se rend *directement* aux sacs, il nous est impossible de concevoir que l'étamine des *Ephedra* puisse dériver d'une forme à écusson. Nous ne saurions donc admettre, avec M. STRASBURGER, que l'étamine des *Ephedra* « représente une étamine de Conifère réduite à ses sacs polliniques ». Pour nous, une étamine de Conifère réduite à ses sacs, c'est l'étamine de l'If, et l'étamine des *Ephedra* est organisée sur un type tout différent.

Nous trouvons parmi les Gymnospermes fossiles une forme d'étamine qui nous paraît se rapprocher, bien plus que celle des

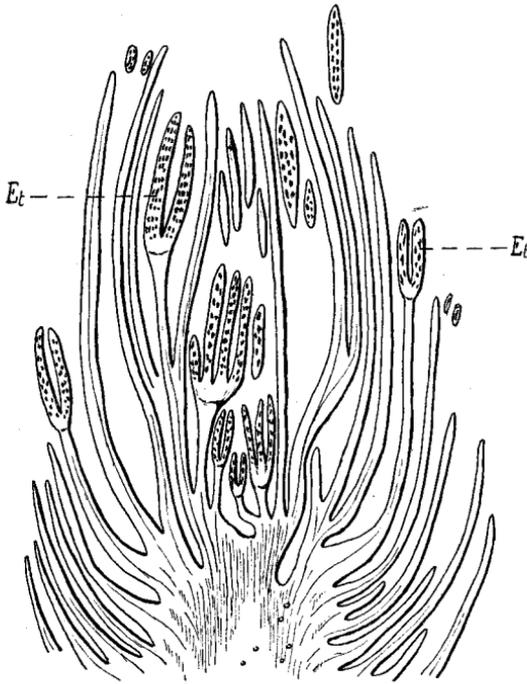


FIG. 58. — *Cordaianthus Penjoni* BR. Coupe longitudinale du sommet du cône mâle (d'après M. B. Renault). *Et*, étamines.

Conifères de l'étamine des Gnétacées actuelles. Cette forme nous est fournie par les Cordaïtes. La figure 58 ci-contre représente une fleur mâle de *Cordaianthus Penjoni* B. R. empruntée à la *Botanique fossile* de M. RENAULT (1). Comme on le voit par cette figure, le *Cordaianthus* possédait des étamines à sacs dressés au sommet d'un support, sans trace d'écusson. Or cette disposition dressée des sacs constitue précisément le caractère distinctif de l'étamine de nos Gnétacées. L'étamine du *Cordaianthus* nous conduit, par une simple réduction

(1) B. RENAULT. *Cours de botanique fossile*, T. I, pl. XIV, fig. 1.

de nombre et de volume des sacs polliniques à l'étamine des *Gnetum* (Pl. XVI, fig. 31) laquelle présente une analogie manifeste avec les étamines des *Ephedra* et du *Welwitschia*.

GNETUM Linné.

EXTÉRIEUR.

La fleur mâle des *Gnetum* (Pl. XVI, fig. 31 et 32) est constituée par une colonne centrale qui porte à son sommet deux sacs polliniques dressés, indépendants l'un de l'autre, disposés à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur. A la base de la colonne, s'insère une enveloppe en forme de tube évasé, représentant une paire antéro-postérieure d'écailles soudées bords à bords. Les sacs s'ouvrent par une fente apicale, comme chez les autres Gnétacées ; les deux fentes sont dirigées parallèlement au plan de symétrie de la fleur. Ainsi que l'a fait remarquer M. STRASBURGER, cette forme de fleur rappelle de très près celle qu'on observe chez les *Ephedra* et notamment chez l'*E. altissima* ; la seule différence consiste en ce que chacun des deux sores biloculaires de l'*E. altissima* n'est représenté ici que par un sac pollinique, c'est-à-dire qu'il y a absence de la cloison de séparation dans le cas des *Gnetum*. Cette analogie nous conduit à considérer l'androcée des *Gnetum* comme formé — de même que celui des *Ephedra* — de deux étamines réunies par leurs supports.

Les fleurs sont réunies par groupes de manière à constituer de longues inflorescence cylindriques pédonculées (Pl. XVI, fig. 30). L'axe de chaque inflorescence porte un nombre variable de bractées opposées deux à deux et soudées latéralement sur toute leur hauteur. Contrairement à ce que nous avons vu chez les autres Gnétacées, les fleurs ne sont pas disposées solitairement, chacune à l'aisselle d'une bractée mère, mais insérées, au nombre de cinquante et plus, sur toute l'étendue de chacun des entre-nœuds qui séparent les paires successives de bractées. Très généralement, chaque masse de fleurs mâles est surmontée d'une couronne de fleurs femelles ; celles-ci, beaucoup moins nombreuses que les précédentes, restent rudimentaires et ne produisent pas de graines.

STRUCTURE.

Axe de l'inflorescence. — L'axe de l'inflorescence présente une section transversale circulaire (Pl. XVI, fig. 33 et 34) composée d'une assise épidermique, d'une masse de tissu fondamental et d'un nombre variable de faisceaux.

L'épiderme est formé de petites cellules légèrement épaissies sur leur face libre. Au niveau des insertions des fleurs, l'épiderme porte de nombreux poils cylindriques articulés; ceux-ci manquent dans la région du pédoncule.

L'écorce et la moelle offrent la même structure; elles sont composées en partie d'éléments parenchymateux polyédriques à parois minces, en partie de grosses fibres ramifiées. Dans la portion inférieure de l'axe, l'écorce présente une couronne de petites glandes résinifères disposées régulièrement vis-à-vis de chacun des faisceaux (Pl. XVI, fig. 34).

L'axe possède un système de faisceaux réparateurs disposés en cercle et normalement orientés. Chacun de ces faisceaux se compose d'un massif triangulaire d'éléments ligneux spiralés, dont la taille va en augmentant du centre de l'axe vers la périphérie et d'une masse de petits éléments libériens dépourvus de ponctuation (Pl. XVI, fig. 35). Il n'y a pas de gaine autour des faisceaux.

Les réparateurs fournissent un grand nombre de branches sortantes destinées aux bractées de l'inflorescence et reçoivent l'insertion des faisceaux floraux. Ceux-ci, avant de s'unir aux réparateurs, se jettent les uns sur les autres, de manière à constituer un réseau irrégulier figurant une seconde couronne vasculaire à l'extérieur de la couronne principale des réparateurs (Pl. XVI, fig. 33).

Fleur mâle. — La colonne staminale offre, à sa base, deux faisceaux placés à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur. Ces faisceaux s'élèvent jusqu'au sommet de la colonne staminale, en restant indépendants l'un de l'autre. Chacun d'eux se termine, au-dessous du sac pollinique correspondant, par un petit massif d'éléments réticulés (Pl. XVI, fig. 34). Le tissu fondamental qui entoure les faisceaux est un parenchyme à parois minces; il est

limité par une assise de cellules épidermiques qui ne diffèrent des cellules du tissu fondamental que par la direction radiale de leurs cloisons.

Chacune des deux écailles qui constituent l'enveloppe florale possède un seul faisceau médian ou, plus rarement, deux faisceaux disposés symétriquement de part et d'autre de la ligne médiane. Le tissu fondamental est formé de cellules de parenchyme auxquelles se joignent un petit nombre de fibres allongées, fusiformes. Les deux faces de l'enveloppe florale sont recouvertes par une assise de petites cellules épidermiques dépourvues d'épaississements.

Les sacs polliniques ont la même structure que chez les *Ephedra* et le *Welwitschia*.

CONCLUSIONS

relatives aux Gnétacées

L'étude que nous venons de faire de l'appareil mâle des Gnétacées nous conduit à rejeter la distinction établie par la plupart des auteurs entre les *Ephedra* et les *Gnetum* d'une part et les *Welwitschia* d'autre part, relativement à la constitution de l'androcée.

Pour nous, toutes les Gnétacées ont un androcée construit sur le même type. Cet androcée se compose de deux étamines disposées à droite et à gauche du plan de symétrie de la fleur et formées chacune de sacs polliniques dressés au sommet d'un support commun. La colonne staminale des *Ephedra* et des *Gnetum* n'est pas un axe, mais un organe double, homologue du tube staminal du *Welwitschia* et résultant, comme celui-ci, de la condescence des deux étamines. De même, les sores des *Ephedra* et les sacs polliniques des *Gnetum* ne représentent pas des étamines complètes, mais seulement des lobes d'étamine, comme les sores du *Welwitschia*.

Chez toutes les Gnétacées, l'étamine reçoit un seul faisceau libéro-ligneux ; suivant que l'étamine possède un ou plusieurs sores, ce faisceau reste indivis ou se partage en autant de branches distinctes qu'il y a de sores ; dans l'un et dans l'autre cas il est employé tout entier à alimenter les sacs polliniques.

La paroi des sacs mûrs est constituée par une assise de cellules épidermiques à parois latérales ondulées, minces, dépourvues de toute ornementation.

En dehors de ces caractères communs, les fleurs mâles des Gnétacées présentent un certain nombre de différences d'ordre secondaire qui peuvent être invoquées pour établir la diagnose des genres :

Chez le *Welwitschia*, la fleur possède une enveloppe composée de deux paires d'écailles ; les deux étamines, conorescentes en tube, portent chacune trois sores triloculaires.

Chez les *Ephedra*, l'enveloppe florale est formée d'une seule paire d'écailles ; les deux étamines sont, ou bien conorescentes en colonne, ou bien indépendantes en partie l'une de l'autre, comme nous l'avons vu chez l'*E. distachya* ; elles portent chacune de un à quatre sores biloculaires.

Chez les *Gnetum*, l'étamine porte un seul sac dépourvu de cloisons ; il résulte de cette disposition que le faisceau staminal ne dépasse pas le niveau du support, tandis que chez les *Ephedra* et le *Welwitschia* ses branches s'étendent jusque dans les sores. L'enveloppe florale est simple, comme chez les *Ephedra* ; les deux étamines sont conorescentes en colonne.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nous avons résumé, à la fin des diverses parties de ce travail les caractères généraux de l'appareil mâle dans chacun des trois groupes : Cycadées, Conifères, Gnétacées. Pour terminer, il nous reste à dégager de ces données les indications qu'elles sont susceptibles de nous fournir sur les rapports systématiques des trois classes des Gymnospermes.

Nous voyons que les diverses formes de fleurs mâles des Gymnospermes peuvent être ramenées à deux types distincts, d'après l'organisation de l'étamine. Ce sont, d'une part le type *Cycadéen*, d'autre part le type *Gnétacéen*.

I. — L'étamine, chez les Cycadées, est une écaille qui porte des sacs polliniques insérés à sa face inférieure. La portion végétative de l'étamine, représentée par l'écaille elle-même, présente de grandes dimensions et possède une structure très complexe. Au-dessous d'un épiderme à couches cuticulaires bien développées se trouve une masse épaisse de tissu fondamental renfermant des éléments de soutien de deux sortes, fibres et sclérites, des glandes à tannin et à oxalate de chaux, ainsi que de nombreux canaux sécréteurs. Cette écaille reçoit, soit un, soit deux faisceaux qui se ramifient en un grand nombre de branches et s'épuisent peu à peu au sein du tissu fondamental à la manière des faisceaux des feuilles ordinaires ; de ces faisceaux partent d'autres cordons libéro-ligneux qui aboutissent chacun à la base d'un groupe de sacs et qui diffèrent des premiers par leur terminaison renflée en ampoule.

Les sacs polliniques des Cycadées ont une paroi constituée, soit par une simple assise de cellules épidermiques, soit par un épiderme renforcé d'une assise de fibres hypodermiques. L'épiderme, qui représente la zone élastique de la paroi, ne diffère de l'épiderme du reste de l'étamine que par le moindre développement de ses couches cuticulaires et la lignification de sa région profonde. Les cellules de cet épiderme portent sur leurs faces latérales des masses d'épaississement de nature cellulosique disposées en couches uniformes.

Le même type d'étamine se trouve réalisé avec des modifications plus ou moins importantes chez toutes les Conifères.

Les modifications consistent, d'une façon générale, dans une réduction de plus en plus accentuée de la portion végétative de l'étamine, représentée par l'écusson et le pédicelle, relativement à la portion fertile représentée par les sacs polliniques.

Tandis que chez les Araucariées et les familles voisines Taxodiées et Cupressinées, l'étamine a ses sacs disposés superficiellement comme chez les Cycadées, on voit, chez les autres Conifères, les sacs tendre à s'insérer de plus en plus profondément, de manière à constituer la majeure partie du corps de l'étamine.

En même temps que la portion végétative de l'étamine se réduit en volume, sa structure tend à se simplifier. Les éléments de soutien, très abondants dans les étamines à grand écusson des Araucariées et des Cupressinées, deviennent déjà beaucoup plus rares chez les Taxodiées, les Abiétinées, les Podocarpées, et disparaissent complètement chez les Taxinées. Il en est de même des glandes à tannin et à oxalate de chaux, ainsi que des canaux résinifères, de sorte que finalement le tissu fondamental de cette région de l'étamine n'est plus représenté que par un groupe d'éléments parenchymateux tous semblables entre eux, comme nous l'avons observé chez *Cephalotaxus* et *Taxus*.

L'appareil libéro-ligneux subit une réduction analogue. Les Araucariées sont, avec le *Sciadopitys*, les seules Conifères chez lesquelles le faisceau staminal fournit une branche spéciale destinée à la région des sacs, suivant le mode habituel aux Cycadées; partout ailleurs ce faisceau reste indivis et s'éteint en pointe libre, soit dans l'écusson, soit dans le pédicelle.

Par opposition à la réduction qui frappe la portion végétative de l'étamine, on voit la structure du sac pollinique se compliquer de

plus en plus, à mesure que l'étamine s'éloigne du type Cycadéen primitif. Le dispositif le plus simple est celui du *Phyllocladus*, chez lequel la paroi du sac pollinique est constituée par un épiderme de tous points semblable à l'épiderme des sacs des Cycadées. Chez les autres Podocarpées et chez les Araucariées, il se produit une première complication qui consiste dans la segmentation des masses latérales d'épaississement des cellules épidermiques en bandes parallèles séparées par des portions de membrane mince. Les bandes d'épaississement, encore à l'état de cellulose pure chez les plantes qui précèdent, deviennent chez les autres Conifères le siège d'une lignification plus ou moins active. En même temps ces ornements modifient leur disposition primitive et prennent successivement la forme de baguettes ou de barreaux d'échelle (Taxodiées, Cupressinées, Abiétinées), d'arcs ouverts vers l'extérieur (Taxinées), enfin d'anneaux complets (*Ginkgo*). Les changements dans la disposition des ornements des cellules élastiques sont accompagnés de changements de forme des cellules elles-mêmes qui prennent une orientation différente suivant les régions de la paroi. C'est ce que nous observons notamment sur le sac du *Ginkgo* où les cellules élastiques des bords et celles du milieu des valves affectent des directions rectangulaires. Chez le *Ginkgo* en outre, le sac pollinique réserve son épiderme en tant qu'assise protectrice et développe sa zone élastique exclusivement aux dépens de la couche sous-épidermique, atteignant ainsi la complication d'un sac d'Angiosperme.

Les variations qu'on observe dans la forme et la structure de l'étamine, en passant des Cycadées aux Conifères, indique une différenciation physiologique de plus en plus élevée, différenciation qui est elle-même en rapport avec la division du travail qui se produit chez les Conifères. Tandis que les Cycadées et les Conifères inférieures ont de grandes fleurs nues, constituées par des pièces toutes semblables entre elles et jouant le même rôle, les fleurs des Conifères supérieures, beaucoup plus petites, se montrent composées de pièces de deux sortes. Les pièces de la région supérieure de la fleur sont seules fertiles, ce sont les étamines ; les pièces stériles inférieures, ou bractées florales, représentent plus spécialement la partie protectrice de la fleur. Quand les bractées florales atteignent de grandes dimensions et qu'inversement la fleur reste très petite, comme c'est le cas notamment pour toutes les Taxinées, la fleur tout entière se trouve enveloppée dans l'involucre formé par

les bractées florales et abritée par celles-ci pendant la majeure partie de son développement. L'étamine, n'ayant plus à remplir la fonction protectrice qui est assurée par des pièces spéciales, réduit sa portion végétative, tandis qu'elle donne une importance de plus en plus grande à sa portion fertile.

En fin de compte, l'étamine des Conifères nous apparaît *comme une étamine de Cycadée qui tend, par suite de la division du travail, à se caractériser en tant qu'organe fertile, en même temps qu'elle perd ses caractères d'organe végétatif.*

II. — Au point de vue de la division du travail, les Gnétacées sont les Gymnospermes qui possèdent les fleurs mâles les plus parfaites. C'est chez elles en effet que la différenciation des pièces de la fleur en pièces supérieures fertiles et pièces inférieures protectrices atteint son plus haut degré. Mais, entre la fleur des Cycadées et des Conifères d'une part et la fleur des Gnétacées d'autre part, il y a plus qu'une différence de complication physiologique.

Les Gnétacées ont leurs sacs polliniques disposés, non plus sur le côté d'une écaille, mais à l'extrémité d'un support. L'étamine ne présente aucune trace d'écusson ; les sacs, dressés au sommet du pédicelle, s'ouvrent par une fente apicale. Chaque groupe de sacs est alimenté par un cordon libéro-ligneux qui n'est plus, comme chez les Cycadées et les Conifères, un rameau émis latéralement par le faisceau staminal, mais qui représente la terminaison même de ce faisceau.

Tous ces caractères semblent nous indiquer que nous avons affaire ici à une forme d'étamine qui, dès l'origine, a dû être dépourvue d'écusson et non pas à une étamine dont l'écusson a disparu par voie de réduction, comme c'est le cas pour l'If.

D'autre part, les Gnétacées diffèrent des autres Gymnospermes par la structure de leurs sacs polliniques.

Chez les Gnétacées les cellules de l'épiderme du sac sont complètement dépourvues des zones d'épaississement dont la présence est absolument constante chez les Cycadées comme chez les Conifères ; en revanche ces cellules nous offrent des parois fortement sinueuses, caractère que nous n'avons observé chez aucune autre Gymnosperme. Cette ondulation des parois cellulaires a une certaine importance car, chez les Gnétacées comme chez les autres Gymnos-

permes, les cellules épidermiques de la feuille ont leurs parois parfaitement rectilignes ; de plus ce caractère se retrouve également chez toutes les Gnétacées, ce qui, joint à l'absence complète d'ornementations, nous montre bien que nous avons là un type tout particulier de structure du sac.

Si nous voulons condenser dans un énoncé unique les résultats de cette étude, nous dirons que, *par les caractères de l'appareil mâle, les Conifères viennent se placer naturellement à la suite des Cycadées, tandis que les Gnétacées s'écartent des deux groupes précédents et constituent des formes aberrantes parmi les Gymnospermes actuelles.*

EXPLICATION DES PLANCHES.

NOTATION GÉNÉRALE

<i>Et</i> , Etamine.	<i>Scl</i> , Sclérite.
<i>Sp</i> , Sac pollinique.	<i>Gl</i> , Glande résinifère.
<i>Ec</i> , Ecusson.	<i>Ctan.</i> , Cellule à tannin.
<i>Eca</i> , Lame ascendante de l'écusson.	<i>Ox</i> , Oxalate de chaux.
<i>Ecd</i> , Lame descendante de l'écusson.	<i>F</i> , Faisceau libéro-ligneux.
<i>Co</i> , Connectif.	<i>Fr</i> , Faisceau réparateur ou caulinaire.
<i>Zf</i> , Zone fertile.	<i>Fs</i> , Faisceau sortant.
<i>Mst</i> , Marge stérile.	<i>Fsp</i> , Faisceau en rapport avec des sacs polliniques.
<i>Ldéh.</i> , Ligne de déhiscence.	Δ , Centre ou pôle de différenciation ligneuse.
<i>So</i> , Sore.	<i>B₁</i> , Bois primaire.
<i>C</i> , Centre de figure.	<i>B₂</i> , Bois secondaire.
<i>Ep</i> , Epiderme.	Λ_1 , Liber primaire.
<i>Epe</i> , Epiderme externe.	Λ_2 , Liber secondaire.
<i>Epi</i> , Epiderme interne.	<i>Tr</i> , Trachéide annexe.
<i>St</i> , Stomate.	<i>Céc</i> , Cellules écrasées.
<i>Po</i> , Poil.	<i>Ex</i> , Exine.
<i>Hyp</i> , Hypoderme.	<i>In</i> , Intine.
<i>Tf</i> , Tissu fondamental.	
<i>Fscl</i> , Fibres sclérifiées.	

PLANCHE I.

Ceratozamia. — *Dioon*. — *Zamia*.

- Fig. 1. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*, vue par la face inférieure.
Gr. $\frac{3}{2}$.
- Fig. 2. — La même, après enlèvement des sacs polliniques. *Cic*. Cicatrice unique correspondant à l'insertion d'un groupe de sacs.
- Fig. 3. — Exemples de concrescence des étamines chez *Ceratozamia mexicana*.
G.N.
- A. Groupe de deux étamines offrant une réduction marquée de la région fertile sur les faces en contact ;
 - B. Groupe de deux étamines soudées par leur portion fertile et à écussons distincts, vues par la face inférieure ;
 - C. Les mêmes, vues par la face supérieure ;
 - D. Pièce résultant de la concrescence presque complète des deux étamines.

- Fig. 4. — *Ceratozamia* sp. Etamines provenant d'un même cône et montrant le passage de la forme normale de l'écusson à deux cornes divergentes (A) à celle d'un écusson à pointe médiane unique (H). Ech. $\frac{3}{4}$.
- Fig. 5. — Etamine de *Dioon edule*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 6. — La même, vue par la face supérieure.
- Fig. 7. — La même, vue par la face inférieure, après enlèvement des sacs polliniques. Cic. Cicatrice unique correspondant à l'insertion d'un groupe de sacs.
- Fig. 8. — Etamine de *Zamia integrifolia*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{4}{1}$.

PLANCHE II.

Ceratozamia.

- Fig. 1. — *Ceratozamia mexicana*. — Sac pollinique fermé, vu de profil. Gr. $\frac{15}{1}$. Cr. Crête supérieure.
- Fig. 2. — Le même, ouvert, vu de face.
- Fig. 3. — Pédoncule floral de *Ceratozamia mexicana*. — Section transversale de la région superficielle. Gr. $\frac{90}{1}$.
- Fig. 4. — Axe floral de *Ceratozamia mexicana*. — Portion de la section transversale moyenne. Gr. $\frac{2}{1}$. I et II, faisceaux réparateurs; fg et fd, faisceaux staminaux.
- Fig. 5. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. — Section transversale d'ensemble pratiquée au-dessus de l'extinction de l'arc vasculaire postérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 6. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. — Section transversale d'une pointe de l'écusson. Gr. $\frac{90}{1}$.
- Fig. 7. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. — Section transversale de la surface de l'écusson dans sa région basilaire. Gr. $\frac{135}{1}$.
- Fig. 8 à 11. — Parcours des faisceaux à la base de l'étamine de *Ceratozamia mexicana*. Gr. $\frac{10}{1}$ (Pour les notations, voir le texte, pages 27 à 29).
- Fig. 12. — Etamine de *Ceratozamia mexicana*. — Section longitudinale partielle, montrant les rapports des sacs polliniques et des faisceaux. Gr. $\frac{40}{1}$.
- Fig. 13. — Etamine de *Ceratozamia Miqueliana*. — Section transversale basilaire d'ensemble. Gr. $\frac{10}{1}$.

PLANCHE III.

Ceratozamia. — *Zamia*. — *Encephalartos*. — *Macrozamia*. — *Cycas*.

- Fig. 1. — Sac pollinique de *Ceratozamia mexicana*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{260}{1}$.
- Fig. 2. — Le même. — Section transversale de la paroi dans la région de la ligne de déhiscence *Ldéh*.
- Fig. 3. — Section transversale d'ensemble d'un sac pollinique de *Ceratozamia mexicana*. Gr. $\frac{40}{1}$.
ad et *ag*, arêtes antérieures ;
pd et *pg*, arêtes postérieures.
- Fig. 4. — Moitié d'une étamine de *Zamia integrifolia*, vue par la face inférieure. Les sacs polliniques sont numérotés par groupes. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 5. — La même, après enlèvement des sacs, montrant la répartition des divers groupes de sacs.
- Fig. 6. — Étamine de la région moyenne d'un cône d'*Encephalartos Altensteinii*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{4}{3}$. *Zf*, zone fertile représentée par les parties ombrées ; *mst*, marge stérile.
- Fig. 7. — Étamine du sommet d'un cône d'*Encephalartos Lehmanni*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{4}{3}$.
- Fig. 8. — Étamine moyenne de *Macrozamia spiralis*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 9. — Étamine moyenne de *Cycas siamensis*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 10. — Étamine moyenne de *Cycas circinalis*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{4}{3}$.

PLANCHE IV.

Stangeria. — *Encephalartos*. — *Cycas*.

- Fig. 1. — Cône mâle normal de *Stangeria paradoxa*. Gr. $\frac{9}{14}$.
- Fig. 2. — Étamine de *Stangeria paradoxa*, vue de l'axe floral. Gr. $\frac{3}{2}$.
- Fig. 3. — Cône mâle anormal de *Stangeria paradoxa*. Gr. $\frac{3}{5}$ (Pour la notation, voir le texte, page 54).
- Fig. 4. — Étamine de la base d'un cône d'*Encephalartos Lehmanni*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{3}{2}$.
- Fig. 5. — Étamine de la base d'un cône d'*Encephalartos cycadifolius* montrant la répartition des sacs en deux aires distinctes. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 6. — Cône mâle de *Cycas siamensis*. Gr. $\frac{3}{7}$.

PLANCHE V.

Ceratozamia. — *Dioon*. — *Zamia*. — *Stangeria*. — *Encephalartos*.

- Fig. 1. — Sac pollinique de *Ceratozamia mexicana*. — Paroi vue de face, montrant la terminaison supérieure de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{125}{1}$.
LM, ligne de symétrie du sac.
- Fig. 2. — Etamine de *Dioon edule*. — Section moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 3. — *Zamia integrifolia*. — Groupe de deux sacs polliniques en voie de déhiscence, vus de profil. Gr. $\frac{15}{1}$.
- Fig. 4. — *Zamia integrifolia*. — Poil rameux de la surface du pédoncule floral. Gr. $\frac{90}{1}$.
- Fig. 5. — Axe floral de *Zamia integrifolia*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{125}{1}$.
C. tan. Cellules tannifères.
- Fig. 6. — Etamine de *Zamia integrifolia*. — Section moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{15}{1}$.
- Fig. 7. — Etamine de *Stangeria paradoxa*, vue par la face inférieure. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 8. — Axe floral d'*Encephalartos Lehmanni*. — Section transversale d'un faisceau réparateur pris dans la portion supérieure de l'axe. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 9. — Pédoncule floral de *Stangeria paradoxa*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 10. — Etamine de *Stangeria paradoxa*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$. *Finv.*, faisceaux inversement orientés constituant l'arc vasculaire postérieur.
- Fig. 11. — Etamine de *Stangeria paradoxa*. — Section transversale d'un faisceau de l'arc antérieur. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 12. — Sac pollinique de *Stangeria paradoxa*, pris un peu avant la maturité. — Section transversale de la paroi, au voisinage de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{215}{1}$.
- Fig. 13. — Sac pollinique jeune de *Stangeria paradoxa*. — Section transversale montrant le début de la formation des épaissements épidermiques. Gr. $\frac{140}{1}$.

PLANCHE VI.

Stangeria. — *Encephalartos*.

- Fig. 1 à 7. — Cône anormal de *Stangeria paradoxa*. — Coupes transversales successives de l'axe floral. Gr. $\frac{2}{1}$. (Pour les notations, voir le texte, pages 56 et 57).
- Fig. 8. — Axe floral d'*Encephalartos cycadifolius*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{125}{1}$.

PLANCHE VII.

Stangeria. — Macrozamia.

- Fig. 1 à 7. — Cône anormal de *Stangeria paradoxa*. — Coupes transversales successives de l'axe floral (suite). Gr. $\frac{2}{1}$ pour les Fig. 1 à 3, et $\frac{2,75}{1}$ pour les Fig. 4 à 7.
- Fig. 8. — Sac pollinique de *Macrozamia spiralis*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{150}{1}$.

PLANCHE VIII.

Stangeria. — Encephalartos. — Macrozamia.

- Fig. 1 à 3. — Cône anormal de *Stangeria paradoxa*. — Coupes transversales successives de l'axe floral (Fin). Gr. $\frac{2,75}{1}$.
- Fig. 4. — Etamine d'*Encephalartos Lehmanni*. — Portion de la face inférieure, après enlèvement des sacs poliniques, pour montrer l'indépendance des insertions de ces sacs. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 5. — Etamine d'*Encephalartos Altensteinii*, région basilaire. — Section transversale de la portion centrale. Gr. $\frac{10}{1}$. *Fm.* Faisceau supérieur médian.
- Fig. 6. — Etamine d'*Encephalartos longifolius*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{2,5}{1}$.
- Fig. 7. — Ecusson de l'étamine d'*Encephalartos longifolius*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{125}{1}$.
- Fig. 8. — Sac pollinique d'*Encephalartos Lehmanni*. — Section transversale de la paroi au niveau d'une arête. Gr. $\frac{250}{1}$.
- Fig. 9. — Le même. — Section transversale de la paroi dans sa région mince (face). Gr. $\frac{230}{1}$.
- Fig. 10. — Sac pollinique d'*Encephalartos Altensteinii* pris un peu avant la maturité. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 11. — Sac pollinique d'*Encephalartos longifolius*. — Section transversale de la paroi au voisinage de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 12. — Sac pollinique d'*Encephalartos horridus*. — Section transversale de la paroi dans sa portion mince. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 13. — Sac pollinique d'*Encephalartos cycadifolius*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{150}{1}$.
- Fig. 14. — Etamine de *Macrozamia spiralis*. — Portion de la section transversale moyenne, montrant les rapports des sacs et de la lame staminale. Gr. $\frac{10}{1}$. *Cox*, cellules à oxalate de chaux.

PLANCHE IX.

Macrozamia. — *Cycas*.

- Fig. 1. — Etamine de *Macrozamia spiralis*. — Portion de la face inférieure, montrant l'indépendance des régions d'insertion des sacs. Gr. $\frac{8,5}{1}$. *LM*, ligne médiane de l'étamine. *Bd*, bord de l'étamine.
- Fig. 2. — Pédoncule floral de *Macrozamia spiralis*. — Section transversale de la couronne libéro-ligneuse. Gr. $\frac{8,5}{1}$.
- Fig. 3. — Etamine de *Cycas siamensis*. — Section transversale d'ensemble pratiquée à la base de la région fertile. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 4. — Etamine de *Cycas siamensis*. — Section transversale de la face inférieure. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 5 à 7. — Etamine de *Cycas siamensis*. — Etats successifs d'un même faisceau, au moment de l'émission d'un cordon vasculaire *Fsp* destiné à alimenter un groupe de sacs. Gr. $\frac{125}{1}$.
- Fig. 8. — Sac pollinique de *Cycas siamensis*. — Section transversale de la paroi dans sa région mince. Gr. $\frac{250}{1}$.
- Fig. 9. — Etamine de *Cycas circinalis*. — Portion de la région fertile vue de face, pour montrer l'indépendance relative des divers groupes de sacs. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 10. — Etamine de *Cycas circinalis*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{4,5}{1}$.

PLANCHE X.

ARAUCARIÉES. — ABIÉTINÉES.

- Fig. 1. — *Araucaria Cookii*. — Ensemble de la fleur mâle. G.N.
- Fig. 2. — Axe floral d'*Araucaria Cookii*. — Portion de la région médullaire. Gr. $\frac{60}{1}$.
- Fig. 3. — Axe floral d'*Araucaria Cookii*. — Section transversale de la région superficielle. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 4. — Axe floral d'*Araucaria Cookii*. — Faisceau réparateur en coupe transversale. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 5. — Etamine d'*Araucaria Cookii*. — Section longitudinale médiane d'ensemble. Gr. $\frac{7}{1}$. *Fa*, faisceau ascendant destiné à l'écusson; *Fd*, faisceau descendant en rapport avec les sacs polliniques.
- Fig. 6 et 7. — Types du parcours des faisceaux dans l'étamine d'*Araucaria Cookii*. *Fa*, faisceaux ascendants; *Fd*, faisceau descendant.

- Fig. 8. — Etamine d'*Araucaria Cookii*. — Section transversale d'ensemble du pédicelle. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 9. — Etamine d'*Araucaria Cookii*. — Section transversale de l'écusson dans sa région médiane. Gr. $\frac{60}{1}$. *Ep.s*, épiderme supérieur; *Ep.i*, épiderme inférieur.
- Fig. 10. — Etamine d'*Araucaria Cookii*. — Portion de coupe transversale du pédicelle. Gr. $\frac{95}{1}$. *fhyp.*, fibre hypodermique.
- Fig. 11. — Sacs polliniques d'*Araucaria Cookii* à divers degrés de déhiscence. Gr. $\frac{13}{1}$.
a, sac encore fermé, vu de profil.
b, sac au début de la déhiscence.
c, sac complètement ouvert et enroulé sur lui-même; *fex.*, face externe de la paroi; *fin*, face interne.
- Fig. 12. — Sac pollinique jeune d'*Araucaria Cookii*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{85}{1}$. *Zm*, zone moyenne de grandes cellules à tannin.
- Fig. 13. — Sac pollinique d'*Araucaria Cookii*. — Section transversale de la paroi au voisinage de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 14. — Sac pollinique d'*Araucaria Cookii*, coupé suivant une arête de la paroi. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 15. — Etamine d'*Araucaria excelsa*, à sacs ouverts, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 16. — Sac pollinique très jeune d'*Araucaria imbricata*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{30}{1}$. *Mp*, masse pollinique.
- Fig. 17. — Etamine d'*Araucaria imbricata*, vue de profil. Gr. $\frac{2,5}{1}$.
- Fig. 18. — Etamine de *Dammara robusta*, à sacs fermés, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 19. — Etamine à trois sacs de *Dammara robusta*. Section transversale moyenne de la région fertile. Ensemble. Gr. $\frac{25}{1}$. *Sm*, sac médian; *Sl*, sac latéral.
- Fig. 20. — Portion basilaire du cône mâle de *Pinus austriaca*. Gr. $\frac{2,5}{1}$. *Bm*, bractée mère réduite à sa partie basilaire persistante; *Bf*, bractée florale; *Pf*, pédoncule floral.
- Fig. 21. — Etamine de *Pinus austriaca*, vue de profil. Gr. $\frac{9}{1}$.
- Fig. 22. — La même, vue par dessous.
- Fig. 23. — Bractée mère de la fleur chez *Pinus austriaca*. — Section longitudinale pratiquée au niveau de la région de rupture. Gr. $\frac{20}{1}$. *Le*, lame de liège dont l'apparition détermine la chute de la partie caduque *Pc*; *Pp*, portion persistante de la bractée.
- Fig. 24. — *Pinus austriaca*. — Épiderme inférieur de la bractée mère, vu de face. Gr. $\frac{165}{1}$.
- Fig. 25. — *Pinus austriaca*. — Bractée florale, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.

- Fig. 26. — Bractée mère du cône chez *Pinus austriaca*. — Détail de la région médiane. Gr. $\frac{85}{1}$.
- Fig. 27. — Axe floral de *Pinus austriaca*. — Section transversale de la région superficielle. Gr. $\frac{80}{1}$.
- Fig. 28. — Etamine de *Pinus austriaca*. — Section transversale d'ensemble de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$. Cr, crête latérale correspondant au bord de la lame staminale.

PLANCHE XI.

ABIÉTINÉES.

- Fig. 1. — Etamine de *Pinus austriaca*. — Section transversale du connectif dans sa région supérieure. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 2. — Sac pollinique de *Pinus austriaca*, vu de profil, montrant l'orientation variable des files de cellules épidermiques du bord (*Bd*) de la lame staminale. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 3. — Sac pollinique de *Pinus austriaca*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 4. — Grain de pollen de *Pinus austriaca*, vu de profil. Gr. $\frac{335}{1}$. *Cst.i.*, cellule stérile inférieure; *Cst.s.*, cellule stérile supérieure.
- Fig. 5. — *Cedrus Libani*. — Etamine fermée, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$. *Bd*, bord de la lame staminale.
- Fig. 6. — *Cedrus Libani*. — Etamine à trois sacs ouverts, vue de l'extérieur. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 7. — Etamine de *Cedrus Libani*, à sacs ouverts. — Section transversale moyenne de la région fertile. Gr. $\frac{10}{1}$. *Zm*, zone moyenne élastique de la paroi.
- Fig. 8. — Sac pollinique de *Cedrus Libani*. — Paroi en coupe transversale. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 9. — Etamine de *Cedrus Libani*. — Section transversale du connectif dans sa région supérieure. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 10. — Pollen de *Cedrus Libani*. Gr. $\frac{235}{1}$. *Cst.i.*, cellule stérile inférieure; *Cst.s.*, cellule stérile supérieure.
- Fig. 11. — Etamine de *Larix Europæa*, ouverte, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 12. — *Larix Europæa*. — Bractée florale supérieure vue par sa face externe. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 13. — Etamine de *Larix Europæa* montrant la disposition oblique des lignes de déhiscence. Gr. $\frac{7}{1}$. — *a*, point de jonction des deux lignes d'ouverture; *bc*, ligne de symétrie de l'étamine.

- Fig. 14. — Coupe transversale des cellules de la gaine corticale de l'axe floral de *Larix Europæa*. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 15. — Grain de pollen de *Larix Europæa*, privé de son enveloppe externe. Gr. $\frac{95}{1}$. *Ie*, zone externe de l'intine; *Ii*, zone interne de l'intine; *Cst.i*, cellules stériles inférieures; *Cst.s*, cellule stérile supérieure.
- Fig. 16. — Etamine de *Picea excelsa*. — Section transversale moyenne de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 17. — Pédoncule floral de *Picea excelsa*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 18. — Pollen de *Picea excelsa*. Gr. $\frac{145}{1}$. *Cst.i*, cellule stérile inférieure; *Cst.s*, cellules stériles supérieures.
- Fig. 19. — Etamine d'*Abies nobilis*, vue de profil, au moment de la déhiscence. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 20. — Pédoncule floral d'*Abies nobilis*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 21. — Etamine d'*Abies nobilis*. — Section transversale d'ensemble de la région fertile. Gr. $\frac{10}{1}$. *Zm*, zone moyenne élastique de la paroi.
- Fig. 22. — Paroi d'un sac pollinique d'*Abies nobilis*, vue de face. On voit au premier plan les grandes cellules de l'épiderme *Ep*, et au-dessous les éléments de l'assise élastique moyenne *Zm*. Gr. $\frac{190}{1}$.
- Fig. 23. — Section transversale de la paroi du sac pollinique d'*Abies nobilis*. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 24. — Section transversale de la région supérieure du connectif de l'étamine d'*Abies nobilis*. Gr. $\frac{95}{1}$. *Ep.c*, épiderme du connectif constituant une assise élastique analogue à l'épiderme des sacs *Ep.s*; *St*, Stomate.
- Fig. 25. — Fleur mâle de *Tsuga canadensis*. Ensemble. Gr. $\frac{7}{1}$. *Bf*, bractées florales; *Pf*, pédoncule floral; *Et*, étamines.
- Fig. 26. — Etamine de *Tsuga canadensis*, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 27. — La même, vue de l'axe floral.
- Fig. 28. — Axe floral de *Tsuga canadensis*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 29. — Etamine de *Tsuga canadensis*. — Section transversale moyenne, un peu oblique, de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 30. — Etamine de *Tsuga canadensis*. — Section transversale de la région fertile vers les $\frac{2}{3}$ de sa longueur. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 31. — Etamine de *Pseudotsuga Douglasii* ouverte. — Section longitudinale d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$.

- Fig. 32. — *Pseudotsuga Douglasii*. — Grain de pollen privé de son exine. Gr. $\frac{300}{1}$,
Ie, zone externe de l'intine; *Ii*, zone interne de l'intine; *Nf*,
 noyau de la cellule fertile; *Cst.i*, cellules stériles inférieures;
Cst.s, cellules stériles supérieures.

PLANCHE XII.

TAXODIÉES. — CUPRESSINÉES.

- Fig. 1. — *Sciadopitys verticillata*. — Inflorescence mâle vue de profil. $\frac{1}{2}$. *Ag*,
 aiguilles; *Fl*, fleurs mâles.
- Fig. 2. — *Sciadopitys verticillata*. — Fleur mâle isolée. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 3. — *Sciadopitys verticillata*. — Bractée mère de la fleur, vue par sa face
 interne. Gr. $\frac{3}{1}$. *Lr*, ligne de rupture.
- Fig. 4. — Etamine de *Sciadopitys verticillata*, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 5. — Section transversale d'un faisceau réparateur de l'axe de l'inflores-
 cence mâle chez *Sciadopitys verticillata*. Le faisceau est coupé
 vers la base de l'axe. Gr. $\frac{65}{1}$.
- Fig. 6. — Bractée mère de la fleur chez *Sciadopitys verticillata*. — Section
 longitudinale. Gr. $\frac{7}{1}$. *Pp*, portion persistante; *Pc*, portion
 caduque; *Lr*, ligne de rupture.
- Fig. 7. — Bractée mère de la fleur chez *Sciadopitys verticillata*. — Section
 transversale de la portion caduque, dans sa région médiane.
 Gr. $\frac{145}{1}$. *Ep.e*, épiderme externe; *Ep.i*, épiderme interne.
- Fig. 8. — Etamine de *Sciadopitys verticillata*. — Section longitudinale médiane.
 Gr. $\frac{10}{1}$. *Fa*, faisceau ascendant destiné à l'écusson *Ec*; *Fd*, fais-
 ceau descendant vers les sacs polliniques *Sp*.
- Fig. 9. — Etamine de *Sciadopitys verticillata*. — Section transversale de la région
 moyenne de l'écusson. Gr. $\frac{65}{1}$.
- Fig. 10. — Sac pollinique de *Sciadopitys verticillata*. — Section transversale
 de la paroi. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 11. — *Sciadopitys verticillata*. — Grain de pollen après gonflement dans
 l'eau et rupture de l'exine *Ex*. Gr. $\frac{165}{1}$. *Nf*, noyau de la cellule
 fertile; *In*, intine.
- Fig. 12. — Fleur mâle jeune de *Sequoia gigantea*. Gr. $\frac{7}{1}$. *Et*₁, première paire
 d'étamines.
- Fig. 13. — Etamine de *Sequoia gigantea*, vue de l'intérieur, sacs fermés. Gr.
 $\frac{7}{1}$. *Ped*, pédicelle de l'étamine.
- Fig. 14. — Axe floral de *Sequoia gigantea*. — Section transversale moyenne.
 Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 15. — Bractée florale de *Sequoia gigantea*. — Section transversale de la
 région médiane. Gr. $\frac{65}{1}$.

- Fig. 16. — Etamine de *Sequoia gigantea*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 17. — Sac pollinique de *Sequoia sempervirens*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 18. — *Sequoia gigantea*. — Grain de pollen privé de son exine. Gr. $\frac{265}{1}$.
Ie, zone externe de l'intine; *Ii*, zone interne de l'intine; *Nf*, noyau de la cellule fertile; *Cst*, cellule stérile.
- Fig. 19. — Etamine de *Sequoia sempervirens*, vue de l'intérieur de la fleur, sacs ouverts. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 20. — Etamine d'*Arthrotaxis cupressoides*, fermée, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 21. — Etamine d'*Arthrotaxis cupressoides*. — Section transversale de la région moyenne de l'écusson. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 22. — Fleur mâle de *Cunninghamia sinensis*. Gr. $\frac{7}{1}$. *Bm*, bractée mère. *Bf*, bractées florales, *Et*, étamines.
- Fig. 23. — Etamine de *Cunninghamia sinensis*, vue de l'intérieur, sacs ouverts. Le pédicelle *Ped* est redressé par l'effet de la dessiccation. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 24. — Etamine de *Cunninghamia sinensis*. Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{18}{1}$.
- Fig. 25. — Inflorescence mâle de *Taxodium distichum*. Gr. $\frac{7}{1}$. *Flt*, fleur terminale; *Fl*, fleur latérale; *Bm*, bractée mère réduite à sa base persistante.
- Fig. 26. — Etamine de *Taxodium distichum*, vue obliquement de l'intérieur, sacs fermés. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 27. — La même. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$. *Fa*, branche ascendante du faisceau staminal; *Fd*, branche descendante.
- Fig. 28. — Fleur mâle de *Cryptomeria Japonica*. Gr. $\frac{3}{1}$.
- Fig. 29. — Etamine de *Cryptomeria Japonica*, vue de l'intérieur, sacs fermés. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 30. — Etamine de *Cryptomeria Japonica*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 31. — Etamine de *Cryptomeria Japonica*. — Face externe de l'écusson en section transversale. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 32. — *Juniperus communis*. — Ensemble de la fleur mâle. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 33. — Etamine de *Juniperus communis*, à deux rangs de sacs en voie de déhiscence, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 34. — Axe floral de *Juniperus communis*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 35. — Axe floral de *Juniperus communis*. — Coupe transversale de deux faisceaux. Détail. Gr. $\frac{165}{1}$.

- Fig. 36. — Etamine de *Juniperus communis*. — Section transversale de la région moyenne de l'écusson. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 37. — Trachéide annexe de l'étamine de *Juniperus communis*. — Section transversale montrant le détail de deux ponctuations aréolées avec leurs prolongements en baguettes. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 38. — Sac pollinique de *Juniperus sinensis*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{165}{1}$.

PLANCHE XIII.

CUPRESSINÉES. — PODOCARPÉES.

- Fig. 1. — Ensemble de la fleur mâle de *Juniperus sinensis*. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 2. — Fleur mâle de *Juniperus sinensis*. — Section transversale d'ensemble au niveau de l'insertion d'une paire d'étamines. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 3. — Section transversale d'ensemble de l'axe floral de *Juniperus sinensis*. Gr. $\frac{16}{1}$.
- Fig. 4. — Pédoncule floral de *Juniperus sinensis*. — Portion de coupe transversale. Gr. $\frac{115}{1}$. *Ga*, gaine protectrice.
- Fig. 5. — Détail de l'insertion d'un sac pollinique dans l'étamine de *Juniperus sinensis*. — Gr. $\frac{115}{1}$. *Pc*, parenchyme conducteur, reliant la masse pollinique au faisceau *F*; *Ep.p*, épiderme du pédicelle de l'étamine; *Ep.s*, épiderme du sac pollinique.
- Fig. 6. — Epiderme du sac pollinique de *Juniperus sinensis*, vu de face. — Ornaments des cellules. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 7. — Fleur mâle d'*Actinostrobus pyramidalis*. Ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 8. — Etamine d'*Actinostrobus pyramidalis* dont on a détaché les sacs polliniques, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{10}{1}$. *Cic*, points d'insertion des sacs; *Ped*, pédicelle de l'étamine; *Eca*, portion ascendante de l'écusson; *Ecd*, portion descendante de l'écusson.
- Fig. 9. — Etamine d'*Actinostrobus pyramidalis*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{18}{1}$.
- Fig. 10. — Trachéide annexe de l'étamine d'*Actinostrobus pyramidalis*. — Ponctuation aréolée en section transversale. Gr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 11. — Fleur mâle de *Fitz-Roya Patagonica*. — Ensemble. Gr. $\frac{2,5}{1}$.
- Fig. 12. — Etamine de *Fitz-Roya Patagonica*. — Section transversale de la région médiane de l'écusson. Gr. $\frac{145}{1}$. *Ep.i*, épiderme inférieur; *Ep.s*, épiderme supérieur.
- Fig. 13. — *Frenela rhomboïdea*. — Groupe de trois fleurs mâles. Gr. $\frac{3}{1}$. *Fla*, fleur axillaire.

- Fig. 14. — Fleur mâle de *Frenela rhomboïdea*, en section longitudinale. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 15. — Sac pollinique de *Frenela rhomboïdea*. — Portion de la paroi, vue de face, pour montrer la forme en clou des épaisissements épidermiques. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 16. — Etamine de *Frenela robusta*, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 17. — Fleur mâle de *Callitris quadrivalvis*. — Ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 18. — Fleur mâle de *Chamæcyparis Nuthænsis*. — Ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$.
*Et*₁, première paire d'étamines.
- Fig. 19. — Etamine de *Chamæcyparis Nuthænsis*, en voie de déhiscence, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 20. — Etamine de *Chamæcyparis Nuthænsis*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 21. — Rameau de *Cupressus torulosa*, avec bourgeon anormal représentant une fleur mâle *Fl*_♂. G. N.
- Fig. 22. — Etamine de *Cupressus torulosa*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 23. — Groupe de deux fleurs mâles de *Thuia dolabrata*. Gr. $\frac{2,5}{1}$.
- Fig. 24. — Fleur mâle de *Biota orientalis*. — Ensemble. Gr. $\frac{3,5}{1}$.
- Fig. 25. — Etamine de *Biota orientalis*, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 26. — Trachéide annexe de l'étamine de *Biota orientalis*. — Ponctuation aréolée, en section transversale. Gr. $\frac{335}{1}$.
- Fig. 27. — Fleur mâle de *Thuia occidentalis*. — Ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 28. — Etamine de *Thuia occidentalis* dont on a enlevé les sacs polliniques, vue obliquement de l'intérieur. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 29. — Ensemble de la fleur mâle de *Podocarpus dacrydioides*. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 30. — Etamine de *Podocarpus dacrydioides*, en voie de déhiscence, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 31. — Etamine de *Podocarpus dacrydioides*, à sacs fermés, vue obliquement de l'intérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 32. — Inflorescence mâle de *Podocarpus Andina*. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 33. — Etamine de *Podocarpus Andina*, à sacs fermés, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 34. — Etamine de *Podocarpus totara*, en voie de déhiscence, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$. *Co*, connectif.
- Fig. 35. — Etamine de *Podocarpus elongata*, vue obliquement de l'extérieur. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 36. — *Podocarpus Nageia*. — Ecaille pollinifère de la base de l'inflorescence, intermédiaire, comme forme, entre les bractées stériles et les étamines normales. *a*, vue obliquement par sa face interne; *b*, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.

PLANCHE XIV.

PODOCARPÉES. — TAXINÉES.

- Fig. 1. — Axe floral de *Podocarpus polystachya*. — Section transversale d'un faisceau réparateur. Gr. $\frac{145}{1}$.
- Fig. 2. — Etamine de *Podocarpus polystachya*. — Section transversale moyenne de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$. Co, connectif.
- Fig. 3. — Etamine de *Podocarpus polystachya*. — Section transversale de la région supérieure du connectif. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 4. — Portion de la paroi du sac pollinique de *Podocarpus polystachya*. — Section transversale. Gr. $\frac{145}{1}$.
- Fig. 5. — Portion de la paroi du sac pollinique de *Podocarpus Nageia*. — Section transversale. Gr. $\frac{265}{1}$.
- Fig. 6. — Portion de la paroi du sac pollinique de *Podocarpus dacrydioides*. — Section transversale. Gr. $\frac{145}{1}$.
- Fig. 7. — Grain de pollen de *Podocarpus polystachya*, vu par sa face ventrale. Gr. $\frac{215}{1}$.
- Fig. 8. — Grain de pollen de *Podocarpus polystachya* montrant le recloisonnement des trois rangs de cellules stériles. La masse stérile *Cst* s'est trouvée dissociée accidentellement entre 2 et 3. Gr. $\frac{215}{1}$.
- Fig. 9. — Autre grain de pollen de *Podocarpus polystachya*. Les deux cellules supérieures 2 et 3 paraissent seules recloisonnées. Gr. $\frac{215}{1}$.
- Fig. 10. — Grain de pollen à trois ballonnets de *Podocarpus dacrydioides*, vu par le pôle dorsal. Gr. $\frac{115}{1}$.
- Fig. 11. — Le même, vu de profil. Gr. $\frac{145}{1}$.
- Fig. 12. — Etamine de *Dacrydium elatum*, vue de profil. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 13. — Etamine de *Dacrydium elatum*. Section transversale d'ensemble au sommet de la région fertile. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 14. — Grain de pollen de *Dacrydium elatum*, vu de profil. Gr. $\frac{165}{1}$. Bal, ballonnet.
- Fig. 15. — Fleur mâle de *Saxe-Gothea conspicua*. — Ensemble. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 16. — Etamine en voie de déhiscence de *Saxe-Gothea conspicua*; a, vue de profil; b, vue par dessous. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 17. — Etamine ouverte de *Phyllocladus trichomanoïdes*, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 18. — Sac pollinique de *Phyllocladus trichomanoïdes*. — Epiderme vu de face. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 19. — Sac pollinique de *Phyllocladus trichomanoïdes*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{95}{1}$.

- Fig. 20. — Inflorescence mâle de *Cephalotaxus pedunculata*. Gr. $\frac{3,5}{1}$. *Bm*, bractée mère d'une fleur; *Fl*, fleur mâle.
- Fig. 21. — *Cephalotaxus pedunculata*. — Bractée de la base de l'inflorescence, vue par sa face externe. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 22. — *Cephalotaxus pedunculata*. — Bractée du sommet de l'inflorescence, vue par sa face externe. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 23. — Fleur de la base d'une inflorescence de *Cephalotaxus pedunculata*. Gr. $\frac{4}{1}$.
- Fig. 24. — Etamine moyenne de *Cephalotaxus drupacea*, vue obliquement de l'intérieur. Gr. $\frac{8}{1}$.
- Fig. 25. — Etamine à trois sacs de *Cephalotaxus Fortunei*, en voie de déhiscence, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 26. — *Cephalotaxus Fortunei*. — Pièce résultant de la concrescence latérale de plusieurs étamines. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 27. — *Cephalotaxus Fortunei*. — Pièce unique résultant de la concrescence des étamines du sommet de la fleur. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 28. — *Cephalotaxus Fortunei*. — Bractée mère portant deux sacs polliniques. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 29. — Axe floral de *Cephalotaxus drupacea*. — Section transversale moyenne. Détail. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 30. — Bractée protectrice de l'inflorescence chez *Cephalotaxus pedunculata*. Section transversale de la région moyenne. Gr. $\frac{95}{1}$. *Epi*, épiderme inférieur; *Eps*, épiderme supérieur.
- Fig. 31. — Etamine de *Cephalotaxus Fortunei*. — Section longitudinale médiane. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 32. — Etamine de *Cephalotaxus pedunculata*. — Section longitudinale médiane de l'écusson. Gr. $\frac{50}{1}$. *St*, stomate.
- Fig. 33. — Sac pollinique de *Cephalotaxus pedunculata*. — Cellule épidermique vue de face, pour montrer la disposition des bandes d'épaississement. Gr. $\frac{145}{1}$.
- Fig. 34. — Sac pollinique de *Cephalotaxus pedunculata*. — Section transversale de la paroi. Gr. $\frac{95}{1}$. *Pol*, grains de pollen.
- Fig. 35. — Grain de pollen de *Cephalotaxus Fortunei*, dépouillé de son exine. Gr. $\frac{145}{1}$. *Nf*, noyau de la cellule fertile; *Cst*, cellule stérile unique.
- Fig. 36. — Fleur mâle de *Torreya myristica*. — Ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$.
- Fig. 37. — Etamine à quatre sacs de la base de la fleur de *Torreya myristica*, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 38. — Etamine à trois sacs de *Torreya myristica*, vue de l'intérieur. Gr. $\frac{3,5}{1}$.

- Fig. 39. — Etamine de *Torreya myristica*. — Section longitudinale médiane montrant les rapports du faisceau et des glandes. Gr. $\frac{20}{1}$. *Car.*, canal résinifère provenant de l'axe floral.
- Fig. 40. — Etamine de *Torreya myristica*. — Section transversale moyenne de la région fertile. Gr. $\frac{7}{1}$. *Pd.*, pédicelle de l'étamine.
- Fig. 41. — Etamine de *Torreya nucifera* complètement ouverte. Gr. $\frac{10}{1}$. *Cl.*, débris des cloisons de séparation des sacs polliniques.
- Fig. 42. — Etamine de *Torreya nucifera* — Section transversale moyenne de la région fertile. Gr. $\frac{9,5}{1}$.

PLANCHE XV.

TAXINÉES. — SALISBURIÉES. — GNÉTACÉES.

- Fig. 1. — Fleur mâle de *Taxus baccata*. — Ensemble. Gr. $\frac{5}{1}$. *Bp.*, bractée protectrice.
- Fig. 2. — Etamine de *Taxus baccata*, vue de profil. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 3. — Etamine de *Taxus baccata*, ouverte, vue par dessous. Gr. $\frac{9}{1}$.
- Fig. 4. — Etamine de *Taxus baccata*. — Section longitudinale médiane d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 5. — Etamine de *Taxus baccata*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 6. — Etamine de *Taxus baccata*. — Section transversale moyenne du connectif. Gr. $\frac{30}{1}$.
- Fig. 7. — Etamine de *Taxus baccata*. — Portion de coupe transversale intéressant les parois de deux sacs contigus. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 8. — Etamine à deux sacs de *Ginkgo biloba*, vue de profil. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 9. — Etamine à trois sacs de *Ginkgo biloba*, vue par sa face externe. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 10. — Etamine à quatre sacs de *Ginkgo biloba*, vue par sa face externe. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 11. — Bractée mère de la fleur chez *Ginkgo biloba*. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{8}{1}$.
- Fig. 12. — Bractée mère de la fleur chez *Ginkgo biloba*. — Section transversale d'un faisceau. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 13. — Axe floral de *Ginkgo biloba*. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne. Gr. $\frac{20}{1}$.

Fig. 14. — Axe floral de *Ginkgo biloba*. — Portion de la section transversale. Gr. $\frac{100}{1}$.

Fig. 15. — Sac pollinique de *Ginkgo biloba*. — Section longitudinale de la paroi. Gr. $\frac{200}{1}$. *Cél*, cellules élastiques.

Fig. 16. — Grain de pollen de *Ginkgo biloba*, vu de profil. Gr. $\frac{220}{1}$. *Nf*, noyau de la cellule fertile ; *Cst*, cellules stériles.

Fig. 17. — Figure montrant les variations de forme et de volume des grains de pollen chez les principaux genres de Conifères. Gr. $\frac{95}{1}$.

- a. Pollen d'*Araucaria* et *Dammara*.
- b. » de *Pinus* et *Cedrus*.
- c. » de *Picea* et *Abies*.
- d. » de *Larix*, *Tsuga* et *Pseudotsuga*.
- e. » de *Sciadopitys*.
- f. » de *Sequoia*, *Taxodium* et *Cryptomeria*.
- g. » d'*Arthrotaxis* et *Cunninghamia*.
- h. » de *Juniperus* et de toutes les Cupressinées.
- i. » de *Podocarpus*.
- j. » de *Dacrydium*.
- k. » de *Saxe-Gothea*.
- l. » de *Phyllocladus*.
- m. » de *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Taxus*.
- n. » de *Ginkgo*.

Fig. 18. — *Welwitschia mirabilis*. — Inflorescence mâle. Ensemble. GN.

Fig. 19. — Fleur mâle de *Welwitschia mirabilis*. — Ensemble. *Br*₁, première paire de bractées ; *Br*₂, seconde paire de bractées ; *So*, sore ; *Ov*, pavillon de l'ovaire rudimentaire qui occupe le centre de la fleur.

Fig. 20. — Androcée de *Welwitschia mirabilis*. — *Tst*, tube staminal ; *So*, sore.

Fig. 21. — Sore normal à trois loges de *Welwitschia mirabilis*. Gr. $\frac{10}{1}$.

Fig. 22. — Sore à quatre loges de *Welwitschia mirabilis*, vu du centre de la fleur. Gr. $\frac{10}{1}$.

Fig. 23. — Fleur mâle de *Welwitschia mirabilis*. — Diagramme. *1g*, *2g*, *3g*, sores de l'étamine gauche ; *1d*, *2d*, *3d*, sores de l'étamine droite.

Fig. 24. — *Welwitschia mirabilis*. — Axe général des inflorescences. Section transversale basilaire d'ensemble. Gr. $\frac{8}{1}$. *Ci*, couronne interne de faisceaux ; *Ce*, couronne externe.

Fig. 25. — *Welwitschia mirabilis*. — Axe d'une inflorescence. Section transversale moyenne de la région florifère. Gr. $\frac{20}{1}$.

Fig. 26. — Axe de l'inflorescence mâle de *Welwitschia mirabilis*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{100}{1}$. *Iscl*, flot de sclérites.

Fig. 27. — Axe de l'inflorescence de *Welwitschia mirabilis*. — Section transversale d'un faisceau du cercle principal. Gr. $\frac{100}{1}$. *Scl*, liber primaire sclérifié.

Fig. 28. — Bractée mère de la fleur mâle chez *Welwitschia mirabilis*. Gr. $\frac{5}{1}$.

- Fig. 29. — *Welwitschia mirabilis*. — Bractée florale de la seconde paire. Portion de la section transversale. Gr. $\frac{100}{1}$.
- Fig. 30 à 32. — Coupes successives à la base de l'axe floral de *Welwitschia mirabilis*. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 30. — *Fg* et *Fd*, faisceaux gauche et droit de l'axe floral.
- Fig. 31. — Chacun des faisceaux *Fg* et *Fd* s'est partagé en trois lobes. *Fst.g* et *Fst.d.*, faisceaux staminaux gauche et droit.
- Fig. 32. — Chacun des faisceaux *Fst.g* et *Fst.d.* s'est divisé à son tour en trois branches destinées aux trois anthères de chaque étamine. Les quatre faisceaux restant se réunissent au centre de l'axe floral et se terminent à la base de l'ovule.

PLANCHE XVI.

GNÉTACÉES.

- Fig. 1. — Tube staminal de *Welwitschia mirabilis*. — Section transversale d'ensemble au sommet. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 2. — Tube staminal de *Welwitschia mirabilis*. — Portion de la section moyenne. Faisceau. Gr. $\frac{100}{1}$.
- Fig. 3. — Sore de *Welwitschia mirabilis*. — Section transversale à la base des loges. Gr. $\frac{10}{1}$. *Cl*, cloison.
- Fig. 4. — Le même. — Section transversale moyenne. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 5. — Le même. — Section longitudinale médiane montrant la terminaison du faisceau *F* dans la région centrale commune aux cloisons *Cl*.
- Fig. 6. — Sore de *Welwitschia mirabilis*. — Section transversale basilaire montrant la terminaison en ampoule du faisceau du sore. Gr. $\frac{60}{1}$.
- Fig. 7. — Sac pollinique de *Welwitschia mirabilis*. — Paroi vue de face. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 8. — Le même. — Section transversale de la paroi au voisinage de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 9. — Inflorescences mâles d'*Ephedra distachya*. Gr. $\frac{2}{1}$. *Ai*, axe général portant une inflorescence terminale principale et deux petites inflorescences latérales; *Bm*, bractée mère d'une fleur; *So*, sores.
- Fig. 10. — Fleur mâle d'*Ephedra distachya* dépouillée de son enveloppe et vue par sa face interne.
- Fig. 11. — La même, vue par sa face externe. Gr. $\frac{7}{1}$. *1g*, *2g*, *3g*, *4g*, sores de l'étamine gauche; *1d*, *2d*, *3d*, *4d*, sores de l'étamine droite.
- Fig. 12. — Diagramme correspondant à la fleur précédente.

- Fig. 13. — Fleur mâle d'*Ephedra distachya*, à colonne staminale bifurquée, vue par sa face externe. *Bm*, bractée mère de la fleur; *Bf*, bractée florale. *1g*, *2g*, *3g*, *4g*, sores de l'étamine gauche; *1d*, *2d*, *3d*, *4d*, sores de l'étamine droite.
- Fig. 14. — Diagramme correspondant à la fleur précédente.
- Fig. 15. — *Ephedra distachya*. — Moitié droite d'une fleur à colonne staminale bifurquée à partir de la base, vue de l'extérieur. Gr. $\frac{7}{1}$.
- Fig. 16. — Fleur mâle à six sores d'*Ephedra campylopora*. — Diagramme.
- Fig. 17. — Fleur mâle à cinq sores d'*Ephedra fragilis*, dépouillée de son enveloppe et vue par sa face externe. Gr. $\frac{10}{1}$. *1g*, *3g*, sores de l'étamine gauche; *1d*, *3d*, sores de l'étamine droite; 2, sore inséré sur la ligne médiane de la colonne staminale.
- Fig. 18. — Fleur mâle d'*Ephedra altissima*. — Diagramme.
- Fig. 19. — Pédoncule général des inflorescences d'*Ephedra distachya*. — Section transversale d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$. *Iscl*, îlot de sclérites.
- Fig. 20. — Détail de la coupe précédente. Gr. $\frac{140}{1}$.
- Fig. 21. — Pédoncule des inflorescences mâles d'*Ephedra distachya*. — Détail de la surface. Gr. $\frac{65}{1}$. *Iscl*, îlot de sclérites.
- Fig. 22. — Axe de l'inflorescence d'*Ephedra distachya*. — Section transversale moyenne d'ensemble. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 23. — Bractée mère de la fleur chez *Ephedra distachya*. — Portion de la section transversale moyenne. Gr. $\frac{65}{1}$.
- Fig. 24. — Fleur d'*Ephedra distachya* à sept sores et à colonne staminale simple. Section transversale moyenne de cette colonne. Gr. $\frac{33}{1}$. Les faisceaux portent les numéros des sores correspondants.
- Fig. 25. — Fleur d'*Ephedra distachya* à sept sores et à colonne staminale bifurquée. — Section transversale moyenne de cette colonne. Gr. $\frac{33}{1}$.
- Fig. 26. — Axe floral d'*Ephedra distachya*. Section transversale de la moitié de l'axe. — Détail. Gr. $\frac{65}{1}$.
- Fig. 27. — Sore d'*Ephedra distachya*. — Section longitudinale dans le plan de la cloison médiane *Cl*; F, terminaison du faisceau. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 28. — Le même. — Section longitudinale perpendiculaire à la cloison médiane. Gr. $\frac{10}{1}$.
- Fig. 29. — Sac pollinique d'*Ephedra distachya*. — Section transversale de la paroi au voisinage de la ligne de déhiscence. Gr. $\frac{95}{1}$.
- Fig. 30. — Inflorescence mâle de *Gnetum Gnemon*. — Ensemble. Gr. $\frac{2}{1}$. *Fl*, fleurs; *Br*, bractées.

- Fig. 31. — Fleur mâle jeune de *Gnetum Gnemon*. — Section longitudinale d'ensemble. Gr. $\frac{50}{1}$. *Bf*, bractées florales; *Af*, axe floral; *Sp*, sac pollinique; *Pol*, pollen.
- Fig. 32. — Fleur mâle de *Gnetum*. — Diagramme. *lg*, *ld*, sacs polliniques gauche et droit.
- Fig. 33. — Axe de l'inflorescence de *Gnetum paniculatum*. — Section transversale au niveau de l'insertion d'un groupe de fleurs. Gr. $\frac{20}{1}$. *Cr*, couronne de faisceaux réparateurs; *Cf*, couronne de faisceaux floraux; *Ff*, faisceaux se rendant à une fleur de la base du groupe.
- Fig. 34. — Axe de l'inflorescence de *Gnetum paniculatum*. — Section transversale d'ensemble d'un entre-nœud. Gr. $\frac{20}{1}$.
- Fig. 35. — Axe de l'inflorescence de *Gnetum paniculatum*. — Section transversale d'un faisceau. Gr. $\frac{100}{1}$. *f*, fibre du tissu fondamental.



TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.....	Pages. 1
-------------------	-------------

PREMIÈRE PARTIE.

Cycadées.

HISTORIQUE.....	5
<i>Ceratozamia</i>	13
<i>Dioon</i>	43
<i>Zamia</i>	45
<i>Stangeria</i>	49
<i>Encephalartos</i>	58
<i>Macrozamia</i>	70
<i>Cycas</i>	72
CONCLUSIONS.....	82

DEUXIÈME PARTIE.

Conifères.

HISTORIQUE.....	87
CHAPITRE PREMIER. — Araucariées	94
<i>Araucaria</i>	94
<i>Dammara</i>	108
CHAPITRE DEUXIÈME. — Abiétinées	113
<i>Pinus</i>	113
<i>Cedrus</i>	122
<i>Larix</i>	125

	Pages.
<i>Picea</i>	129
<i>Abies</i>	132
<i>Tsuga</i>	135
<i>Pseudotsuga</i>	137
CHAPITRE TROISIÈME	139
§ 1. — Taxodiées ..	139
<i>Sciadopitys</i>	139
<i>Sequoia</i>	145
<i>Arthrotaxis</i>	148
<i>Cunninghamia</i>	149
<i>Taxodium</i>	150
<i>Cryptomeria</i>	153
§ 2. — Cupressinées	154
<i>Juniperus</i>	155
<i>Actinostrobus</i>	162
<i>Fitz-Roya</i>	163
<i>Frenela</i>	163
<i>Callitris</i>	164
<i>Chamæcyparis</i>	165
<i>Cupressus</i>	166
<i>Libocedrus</i>	166
<i>Thuiopsis</i>	167
<i>Biota</i>	167
<i>Thuia</i>	168
CHAPITRE QUATRIÈME. — Podocarpées	169
<i>Podocarpus</i>	169
<i>Dacrydium</i>	178
<i>Saxe-Gothea</i>	179
<i>Phyllocladus</i>	180
CHAPITRE CINQUIÈME. — Taxinées	182
<i>Cephalotaxus</i>	182
<i>Torreya</i>	188
<i>Taxus</i>	191
CHAPITRE SIXIÈME. — Salisburiées	194
<i>Ginkgo</i>	194
CONCLUSIONS	200

TROISIÈME PARTIE.

Gnétacées.

	Pages
HISTORIQUE	211
<i>Welwitschia</i>	214
<i>Ephedra</i>	222
<i>Gnetum</i>	233
CONCLUSIONS	236
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	238
EXPLICATION DES PLANCHES	243



DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ :

ZOOLOGIE. — Les Cestodes. — Organisation, développement, classification.

GÉOLOGIE. — Le terrain jurassique dans le Boulonnais.

Vu et approuvé :

Lille, le 1^{er} Août 1896.

LE DOYEN,

J. GOSSELET

Correspondant de l'Institut.

Vu et permis d'imprimer :

Lille, le 7 Août 1896.

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE,

BAYET

Correspondant de l'Institut.

