

Frérot
1910

TRAITÉ DE BOTANIQUE

à l'usage

DES ASPIRANTS AU GRADE DE LICENCIÉ ES-SCIENCES NATURELLES
ET AU GRADE D'AGRÉGÉ DES LYCÉES POUR LES SCIENCES NATURELLES

PAR

C.-Eg. BERTRAND.



TOME PREMIER.

Lille 1881.

LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL.

Notice 000000 89
N° Inv. 00982
COTE: BER. 73

TRAITE
BOTANIQUE
L'ANNEE DE L'ÉCOLE

L'auteur se réserve le droit de traduction, et la propriété de toutes
les figures originales contenues dans cet ouvrage.

LILLE
M. S. L. L. L. L. L.

A Messieurs

Germain DELEBECQUE,

Jules DESCAMPS,

Acceptez, chers amis, la dédicace de ce livre comme un témoignage public de la reconnaissance que je vous dois ainsi qu'à tous les membres de votre famille.

C.-Eg. BERTRAND.

Lille, février 1881.

INDEX

Page 1

CONTENTS

1. Introduction

2. Chapter 1

3. Chapter 2

4. Chapter 3

5. Chapter 4

6. Chapter 5

7. Chapter 6

8. Chapter 7

9. Chapter 8

10. Chapter 9

11. Chapter 10

12. Chapter 11

13. Chapter 12

14. Chapter 13

15. Chapter 14

16. Chapter 15

17. Chapter 16

18. Chapter 17

19. Chapter 18

20. Chapter 19

21. Chapter 20

22. Chapter 21

23. Chapter 22

24. Chapter 23

25. Chapter 24

26. Chapter 25

27. Chapter 26

28. Chapter 27

29. Chapter 28

30. Chapter 29

31. Chapter 30

32. Chapter 31

33. Chapter 32

34. Chapter 33

35. Chapter 34

36. Chapter 35

37. Chapter 36

38. Chapter 37

39. Chapter 38

40. Chapter 39

41. Chapter 40

42. Chapter 41

43. Chapter 42

44. Chapter 43

45. Chapter 44

46. Chapter 45

47. Chapter 46

48. Chapter 47

49. Chapter 48

50. Chapter 49

51. Chapter 50

52. Chapter 51

53. Chapter 52

54. Chapter 53

55. Chapter 54

56. Chapter 55

57. Chapter 56

58. Chapter 57

59. Chapter 58

60. Chapter 59

61. Chapter 60

62. Chapter 61

63. Chapter 62

64. Chapter 63

65. Chapter 64

66. Chapter 65

67. Chapter 66

68. Chapter 67

69. Chapter 68

70. Chapter 69

71. Chapter 70

72. Chapter 71

73. Chapter 72

74. Chapter 73

75. Chapter 74

76. Chapter 75

77. Chapter 76

78. Chapter 77

79. Chapter 78

80. Chapter 79

81. Chapter 80

82. Chapter 81

83. Chapter 82

84. Chapter 83

85. Chapter 84

86. Chapter 85

87. Chapter 86

88. Chapter 87

89. Chapter 88

90. Chapter 89

91. Chapter 90

92. Chapter 91

93. Chapter 92

94. Chapter 93

95. Chapter 94

96. Chapter 95

97. Chapter 96

98. Chapter 97

99. Chapter 98

100. Chapter 99

101. Chapter 100

PRÉFACE.

Ce livre contient le résumé des *Leçons de Botanique* que j'ai professées devant MM. les auditeurs de la Faculté des Sciences de Lille pendant les années 1878, 1879, 1880. Mon but immédiat en le publiant, est de mettre à la disposition des aspirants au grade de licencié ès-sciences naturelles, un ouvrage qui leur vienne en aide dans la préparation de la partie botanique de l'examen qu'ils sont appelés à subir. Il s'adresse également aux simples amateurs de sciences naturelles, ces derniers y trouveront un tableau aussi fidèle que possible de l'état actuel des grandes questions de la Botanique.

La publication de ce livre me fournit l'occasion d'introduire dans l'enseignement classique, les résultats des dernières recherches anatomiques et physiologiques de MM. Nægeli, Schwendener, Cramer, Vesque, Wiesner, Treub, Strasburger, N. J. C. Müller, Pringsheim, Dippel, Sachs, Warming, Van Tieghem, Merget et les miennes propres. En agissant de la sorte, je me suis trouvé conduit à remanier profondément l'exposition de quelques-unes des grandes questions de la Botanique, et à modifier certaines des idées qu'on s'en fait généralement. Ce sont ces changements qui donneront à cet ouvrage son caractère propre.

Dans les cours que je donne à la Faculté de Lille, je me suis vu forcé d'admettre que le bachelier ès-sciences, étudiant en médecine ou en pharmacie, qui vient pour la première fois s'asseoir sur les

bancs de nos amphithéâtres, pour suivre nos leçons, n'a jamais fait de Botanique. La raison en est que les Sciences naturelles ne sont point exigées à l'examen du baccalauréat ès-sciences, dont le programme a servi jusqu'ici de base aux études scientifiques des élèves de nos lycées. Aussi me vois-je chaque année dans l'obligation de consacrer un certain nombre de leçons préliminaires à enseigner tout d'abord à mes nouveaux auditeurs, la terminologie de la science qu'ils viennent étudier. Je procéderai de même dans cet ouvrage. J'admettrai que le lecteur qui ouvre mon livre à la première page est dans la même situation que les étudiants dont nous parlions tout à l'heure, c'est pourquoi, sous le nom d'Introduction, je donnerai tout d'abord la Nomenclature si compliquée et souvent si peu rationnelle de la Botanique. Par là le lecteur se trouvera de suite à même de déterminer à l'aide des livres que l'on appelle Flores, Synopsis, etc., etc., une quelconque des plantes les plus vulgaires de notre pays, et de pouvoir recueillir dans la campagne ou dans les jardins, les plantes que nous prendrons comme exemples dans cet ouvrage. Il y aura utilité, sinon nécessité absolue, à suivre les faits que nous exposerons sur les exemples mêmes que nous aurons cités. Cette nécessité d'étudier tout d'abord certains types végétaux avant de s'adresser à une plante prise au hasard est très généralement méconnue, et pourtant c'est la seule raison d'être des jardins botaniques, des collections végétales et des laboratoires de botanique. Les nombreuses figures originales que nous donnerons dans cet ouvrage me permettront d'atténuer pour ceux de mes lecteurs que les hasards de la vie tiennent éloignés d'une grande ville, le défaut ou l'insuffisance de leur matériel d'études. Il leur suffira d'ailleurs de vouloir bien s'adresser au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille, pour que nous puissions leur venir en aide.

J'ai divisé mon livre en deux parties. Dans la première, j'étudie les végétaux d'une manière à la fois *générale et comparative*, dans leurs formes, leurs structures et leurs fonctions. Cette partie prendra le nom de BOTANIQUE GÉNÉRALE ET COMPARÉE. Dans la seconde partie, j'étudie les rapports des végétaux entre eux dans le temps et dans l'espace; la filiation qui rattache les uns aux autres, les principaux groupes végétaux; enfin, les plus importants de ces groupes. Cette partie a reçu le nom de BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE.

Je n'ai pas cru devoir introduire dans ce livre les applications si nombreuses de la Botanique. Il existe déjà un très grand nombre de traités spéciaux qui les contiennent. Pour exposer avec tout le développement et tout le soin qu'elles méritent chacune des questions que soulèvent les applications de la Botanique, je me trouverais entraîné trop loin du cadre ordinaire de mes études personnelles. Ce n'est pas qu'il n'y ait beaucoup à faire dans cette direction, qu'il n'y ait là d'importants résultats à découvrir, mais tel n'est pas l'objet du présent Traité. Tel qu'il est, il servira, je l'espère, de base aux recherches des spécialistes désireux d'appliquer, chacun à ses études particulières, les nouvelles données que ce livre contient.

Au temps où nous sommes, il n'est plus possible d'écrire un Traité du genre de celui-ci sans emprunter beaucoup à ses devanciers. J'ai pris ce qui m'a semblé bon partout où je l'ai trouvé. Que les auteurs auxquels j'ai fait mes emprunts reçoivent ici l'expression de mes remerciements. Toutefois, comme je ne puis, faute de place, indiquer tous les ouvrages que j'ai dû consulter lorsque j'ai écrit tel ou tel passage de mon livre, je bornerai mes indications bibliographiques à la mention des mémoires les plus importants. Le lecteur désireux d'étudier plus spécialement une question particulière, trouvera facilement les indications bibliographiques complémentaires dont il aura besoin, en feuilletant les tables des recueils qui se publient chaque année en France, en Allemagne et en Hollande.

Autant que j'ai pu le faire, j'ai cherché à donner de chacun des sujets dont je parle, une exposition aussi claire, aussi rationnelle, aussi condensée que possible. Pour tous ces sujets j'indique les points qui me semblent inconnus ou qui demandent à être élucidés par de nouvelles recherches. Ce mode d'exposition a, selon moi, l'avantage de bien faire voir ce qui est connu d'une question, ce qu'il faut y chercher encore, dans quelle direction il convient de pratiquer les recherches, enfin l'importance des résultats que l'on peut espérer obtenir. Par ce côté, mon livre pourra servir à l'étudiant déjà licencié.

Dans le but de rendre service aux aspirants aux grades universitaires et aussi aux amateurs de botanique, j'ai indiqué dans les

notes qui accompagnent chacune de mes leçons, les manipulations pratiques que le lecteur devra exécuter pour revoir par lui-même les principaux faits que je lui aurai signalés. Pour chacune de ces manipulations, on trouvera l'indication des préparations à faire; s'il y a lieu la manière de les faire, l'ordre dans lequel elles doivent être faites et les croquis qu'il convient d'en prendre. En exécutant ces travaux pratiques, le lecteur tirera de ses études tout le profit possible. Il acquerra même l'habitude des recherches personnelles.

Une *instruction* de quelques pages permettra au débutant d'exécuter tous les exercices pratiques que j'indiquerai.

Comme les épreuves pratiques ne sont pas les seules à préoccuper très vivement les aspirants aux grades universitaires, j'ai réuni en divers points de ce livre, les questions les plus importantes qu'ils peuvent rencontrer à leurs examens écrits ou oraux. Je ne saurais trop vivement engager les candidats à faire au moins tous les programmes des questions mentionnées, de manière à résumer chacune d'elles en un très petit nombre de paragraphes qu'ils auront toujours présents à l'esprit. Ils pourront, en s'associant par groupes de deux à quatre s'exercer à développer ces programmes soit oralement, soit par écrit. Des sommaires placés en tête de chacune de mes leçons pourront leur servir de modèles pour leurs programmes.

Je termine cette préface en annonçant la prochaine publication d'un *Cours élémentaire de Botanique* à l'usage des élèves de l'enseignement secondaire. Je donnerai en même temps un *Cours* plus élémentaire encore destiné à nos élèves des écoles primaires supérieures. Nous terminerons la série de ces publications par un livre de *Lectures botaniques* destiné aux jeunes enfants.

C.-EG. BERTRAND.

Lille, février 1881.

INTRODUCTION

ou

NOMENCLATURE BOTANIQUE.

C. DE BERTHOLD

PREMIERE PARTIE

NOMENCLATURE DE LA GRAINE — GERMINATION

INTRODUCTION

Sommaire

NOMENCLATURE DE LA GRAINE

NOMENCLATURE BOTANIQUE

1. Définition de la graine

Définition de la graine — Éléments de la graine — Éléments de la graine (Botanique, Zoologie, Anatomie)

2. Les conditions de la germination

1. Les conditions de la germination

Les conditions de la germination — Eau — Oxygène — Température — Lumière — Humidité — Ventilation — Acides — Alcalis — Sels — Métaux — Poisons — Médicaments — Substances végétales — Substances minérales — Substances animales — Substances chimiques — Substances physiques

2. Les conditions de la germination

Les conditions de la germination — Eau — Oxygène — Température — Lumière — Humidité — Ventilation — Acides — Alcalis — Sels — Métaux — Poisons — Médicaments — Substances végétales — Substances minérales — Substances animales — Substances chimiques — Substances physiques

PREMIÈRE LEÇON.

NOMENCLATURE DE LA GRAINE. — GERMINATION.

SOMMAIRE :

NOMENCLATURE DE LA GRAINE.

§ I. DÉFINITION DE LA GRAINE.

Définition du mot Graine. — Restrictions apportées à l'emploi de ce mot.
Parties principales de la graine. (*Embryon. Spermoderm. Albumen*).

§ II. NOMENCLATURE DE CHACUNE DES PARTIES DE LA GRAINE.

1. Nomenclature de l'embryon.

Axe hypocotylé. — Radicule. — Suspenseur ou proembryon. — Orientation de l'embryon.
— Cotylédons. (*Nombre des cotylédons. — Nombre apparent et nombre réel. — Mono et di-cotylédonées. — Polycotylédonées. — Fente cotylédonaire. — Insertion des cotylédons. — Principal rôle des cotylédons*). — Bourgeon gemmulaire. (*Définition de la gemmule. — Définition et description sommaire du bourgeon en général. — Définition des points de végétation*). — Embryons dégradés.

2. Nomenclature de l'albumen.

Nature des substances nutritives qui forment les albumens. — Qualification de ces divers albumens (*albumens farineux, cornés, huileux. — Il y a des transitions entre les uns et les autres*). — Endosperme. — Perisperme. — Albumens lisses, ruminés. — Valeur attribuée par Ad. Brongniart au caractère tiré de la présence ou de l'absence de l'albumen dans les graines.

3. Nomenclature du spermoderme.

Testa et Tegmen. — Hile et Micropyle. Graines à micropyle diamétralement opposé au hile. Graines à micropyle contiguü au hile. — Funicule, Chalaze, Raphé. — Canal micropylaire. — Embryons antitropes, homotropes, hétérotropes. — Rôles du spermoderme, adaptation du spermoderme en vue de la dissémination des graines, adaptation du spermoderme en vue de la fixation des graines au sol. — Végétation de la surface du spermoderme et du funicule. Strophioles, Caroncules, Arilles, Arillodes. — Graines dépourvues de spermoderme à leur maturité.

GERMINATION.

Définition de la germination.

Conditions pour que la germination ait lieu.

Gonflement du spermoderme. — Gonflement de l'embryon. — Déchirure du spermoderme.

Sortie de l'extrémité inférieure de l'embryon. — Fixation de la plante au sol. — (*Cas ordinaire. Particularités des Begonia, des Cucurbitacées, des Orchidées*). — Adhérence du spermoderme au sol pendant le temps de la germination.

La première racine. — Elle n'est pas la continuation de l'axe hypocotylé. — Pivot. — Collet. — Coléorhize. — Endorhizées et Exorhizées. — Absence de la racine principale. — Absence de racine.

Redressement de l'embryon, mise en liberté de la gemmule.

Cotylédons hypogés, cotylédons épigés.

Interruption et reprise de la germination.

§ I. — DÉFINITION DE LA GRAINE.

Définition du mot *graine*.

Nous prendrons comme point de départ de la Nomenclature Botanique le corps que tout le monde connaît sous le nom de *Graine*, lorsque cette graine est mûre et sèche. La *Graine* ou *Semence* est un appareil au moyen duquel la plante assure la dispersion de ses descendants dans le monde extérieur. Prise en soi, la Graine n'est qu'un kyste disséminateur, toujours formé d'une coque imperméable à l'air et à la lumière, dans laquelle est enfermée, une jeune plante, un nouvel individu végétal plongé dans une immobilité absolue. C'est la *présence de cette nouvelle individualité, née d'une fécondation*, qui donne au kyste séminal son caractère propre.

Restrictions apportées à l'emploi de ce mot.

Le terme Graine est réservé aux plantes Phanérogames ou végétaux à reproduction aérienne.

Parties principales de la graine.

Embryon, spermoderme, albumen.

L'individu végétal que contient toute graine mûre s'y montre si réduit dans ses dimensions qu'on l'appelle un *Embryon*. L'enveloppe protectrice de la graine est le *Spermoderme* ou *Tégument séminal*. Parfois à portée de l'embryon et à l'abri du spermoderme nous trouvons

une réserve nutritive accumulée là en prévision des développements futurs de la jeune plante. Cette réserve est désignée par le nom général d'*Albumen* (1). Fig. 1, et fig. 2.

Fig. 1.

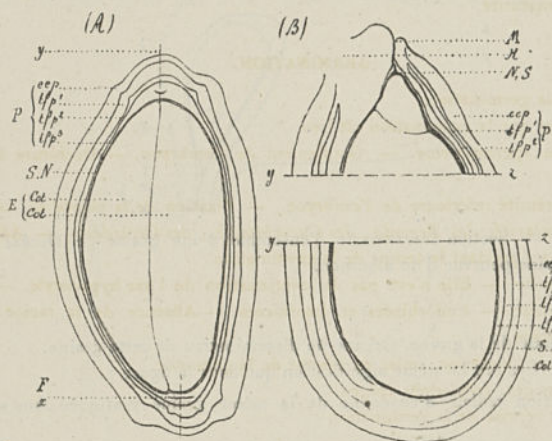


Fig. 1. (A). — Section transversale d'une graine du *Cucurbita pepo* (Potiron), pratiquée vers le milieu de cette graine suivant la ligne *xy* de la figure 1 (B). Exemple de graine dépourvue d'albumen à la maturité. — La réserve nutritive de cette graine a été absorbée par l'embryon pendant les premières phases de son développement. Le tissu qui renfermait la réserve nutritive a été écrasé par l'embryon contre la paroi du tégument séminal.

P, S, N, désignent les régions du tégument séminal qui correspondent aux divers téguments ovulaires qui lui ont donné naissance.

eep, *tfp1*, *tfp2*, *tfp3*. Zones de la partie extérieure P. du tégument séminal.

F. Le tissu nourricier ou le système des faisceaux de la graine.

E. Embryon.

Cot. Les cotylédons de l'embryon.

yz. Trace sur le plan de la figure de la section radiale représentée en (B) Fig. 1.

(B). — Section radiale d'ensemble de la même graine pratiquée dans son plan hile-micropylaire

H. Le point d'attache de la graine sur la plante mère (*Hile*).

M. L'orifice de la graine par lequel a pénétré l'élément fécondant (*Micropyle*).

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 1 (A).

(1) On qualifie d'*albuminées* les graines qui sont pourvues d'albumen, et d'*exalbuminées* celles qui en sont privées.

Fig. 2.

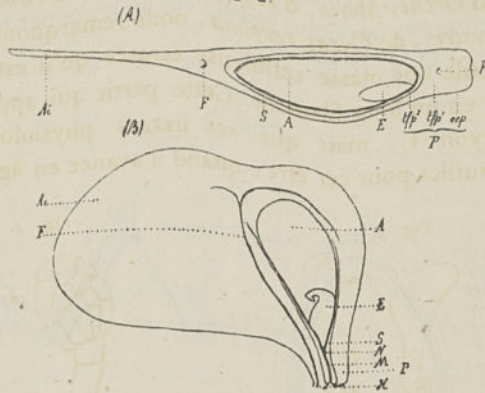


Fig. 2. (A). — Section transversale d'ensemble d'une graine de *Dyckia remotiflora*. Exemple de graine pourvue d'un albumen.

E. Embryon.

A. Albumen.

Ai. Aile latérale de la graine. Organe de dissémination de cette graine.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 1.

(B). — Section radiale d'ensemble de la même graine pratiquée dans son plan hile-micropylaire.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 1.

§ II. — NOMENCLATURE DE CHAQUE PARTIE DE LA GRAINE.

I. Nomenclature de l'embryon.

Axe hypocotylé Dans l'embryon d'une graine mûre, on distingue facilement une région centrale, cylindrique, allongée l'*Axe hypocotylé*, que l'on nomme encore *Tigelle*, quand on veut indiquer que cette partie est, dans le jeune individu, le représentant morphologique de la tige de la plante adulte. Nous préférons de beaucoup le nom d'axe hypocotylé qui ne préjuge rien.

Radicule. L'axe hypocotylé se termine inférieurement par une partie arrondie qui a reçu le nom de *Radicule*. Il a toujours été admis qu'en s'allongeant la radicule devient la première racine de la plante. Lorsqu'on examine les choses de plus près on reconnaît qu'il n'en est rien. Le mot radicule consacre donc une idée fautive; son usage est néanmoins très général.

Suspendeur ou proembryon. Si nous examinons à la loupe la surface de la radicule d'un embryon quelconque, et mieux encore si nous prenons comme exemple un

embryon d'*Orchis Morio*, d'*Hypopitys glabra*, d'*Orobanche minor*, de *Pinus sylvestris*, de *Cycas revoluta*, nous remarquons en un point de cette radicule une masse celluleuse écrasée qu'il est parfois possible de dévider en un long filament. Cette partie qui appartient au corps de l'embryon (1), mais que ses usages physiologiques spéciaux rendent inutiles pour cet être, quand il avance en âge, est appelée le



Fig. 3.

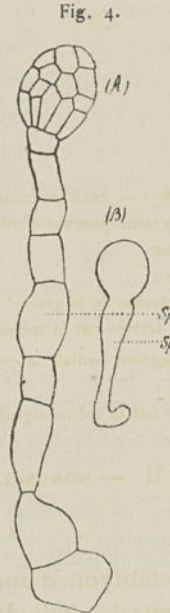


Fig. 4.

Fig. 3. — Embryon de *Cycas revoluta* avant la germination.

AH. Axe hypocotylé.

Rd. Extrémité radicaire de l'embryon. — Radicule des auteurs.

Sp. Suspenseur de l'embryon. — Proembryon de quelques auteurs. — Ce suspenseur est ordinairement accompagné par les débris de deux autres suspenseurs Sp' , Sp'' appartenant à des embryons qui se sont arrêtés au début de leur développement.

Cot. Région cotylédonaire de l'embryon. — Ordinairement dans les *Cycas*, le nombre réel des cotylédons n'est pas reconnaissable extérieurement.

Fig. 4. (A). — Embryon d'*Orchis latifolia* aux premières phases de son développement.

Le suspenseur de cet embryon joue ici le rôle d'organe d'absorption. Gr. $\frac{270}{1}$. — Sp. Suspenseur de l'embryon.

(1) Dans les *Pins*, les *Cycas*, on trouve souvent accolés au suspenseur de l'embryon de deux à huit filaments cellulux secs, raccornis, qui représentent chacun le suspenseur d'un embryon avorté.

(B). — Embryon d'*Orchis latifolia* à l'époque de la maturité de la graine. — Le suspenseur de l'embryon est desséché. — La région radulaire de l'embryon n'est reconnaissable que parce qu'elle porte les débris du suspenseur. La région cotylédonaire de cet embryon n'est pas distincte de son axe hypocotylé. Le corps de l'embryon est ici réduit, au moment de la germination, à un globeule celluleux sphérique. Gr. $\frac{80}{1}$.

Fig. 5.

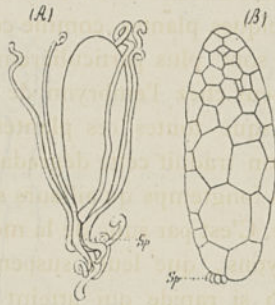


Fig. 5. (A). — Embryon de *Phalenopsis grandiflora* aux premières phases de son développement. — On remarquera le volume et l'état laciné du suspenseur de cet embryon. Le suspenseur joue encore ici le rôle d'organe absorbant. Gr. $\frac{240}{1}$. — Sp. Suspenseur de l'embryon.

(B). — Embryon de *Phalenopsis grandiflora* à l'époque de la maturité de la graine (1). — La région radulaire de l'embryon est indiquée par les restes du suspenseur écrasé et desséché. Le corps de l'embryon n'est pas partagé en cotylédons ni en axe hypocotylé. Gr. $\frac{240}{1}$.

suspenseur ou le *proembryon*. Fig. 3, fig. 4 et fig. 5. Le nom de proembryon est mauvais en ce sens qu'il suppose une production préexistante à l'embryon, sur laquelle celui-ci apparaîtrait. C'est en effet l'idée des auteurs qui emploient cette expression. Ces savants réservent le nom d'embryon aux parties du jeune végétal qui se produisent à l'extrémité du suspenseur. Pour nous, le mot *embryon* (synonyme du mot *individu très jeune*) désignera partout et toujours, l'être issu de la fécondation dans son entier. Nous ne nous préoccupons pas de savoir si cet être se débarrasse ou non à un moment quelconque de sa jeu-

(1) Ces embryons de *Phalenopsis* sont figurés d'après M. Treub *Embryogénie de quelques Orchidées*, in-4^o, Amsterdam 1879.

nesse, de parties qui lui sont devenues inutiles. On n'appelle pas proembryon le placenta ou le cordon ombilical d'un fœtus de mammifère, ni embryon le corps nourri par ce placenta. A quoi bon établir chez les végétaux, une nomenclature qui semblerait au moins singulière chez les animaux. Le suspenseur sera donc pour nous la terminaison inférieure filiforme du corps de l'embryon. Cette partie est le plus souvent complètement écrasée, réduite à une masse minime, sèche, cornée, fort difficile à voir dans beaucoup d'embryons arrivés à maturité. Quelques plantes, comme celles que nous avons mentionnées plus haut, sont plus particulièrement favorables pour l'observation du suspenseur chez l'embryon de leurs graines mûres, et cela parce que, presque toutes ces plantes sont dégradées ou primitives. Leur embryon traduit cette dégradation ou cette ancienneté, en conservant plus longtemps qu'ailleurs ses parties sans différenciation physiologique. C'est par suite de la moindre différenciation organique de ces embryons, que leurs suspenseurs ne sont point exposés à la destruction si rapide qui atteint ordinairement cette région de l'être.

Orientation
de l'embryon.

Dans tout ce qui suit nous supposerons toujours, lorsqu'il sera question d'un embryon *isolé*, que son axe hypocotylé est placé *verticalement*, son suspenseur étant tourné vers le sol.

Cotylédons.

A l'extrémité de l'axe hypocotylé opposée à la radicule nous observons, si nous avons affaire à un embryon enkysté à une période très avancée de son développement, un système de pièces assez compliqué. Tout d'abord on voit s'insérer sur les flancs de la partie supérieure de l'axe hypocotylé, un certain nombre de grosses lames charnues qui très souvent forment la majeure partie du corps de l'embryon. Ces pièces ou *Cotylédons* sont au nombre de *un* dans le *Canna*, de *deux* dans le *Melon*, de *trois* dans le *Laurier-rose*. D'un embryon à l'autre, le nombre des pièces cotylédonaires varie donc. Il est généralement de *un* ou *deux*. Mais dans les *Pins*, les *Sapins*, ce nombre peut s'élever jusqu'à *treize*. Le nombre réel des cotylédons de l'embryon peut d'ailleurs se trouver dissimulé soit par l'adhérence de ces organes entre eux comme dans les *Cycas*, les *Barringtonia*, les *Bertbolletia*, soit par l'atrophie de quelques uns d'entre-eux, ceux qui restent profitant de cette circonstance pour prendre un très grand développement

Nombre
des cotylédons.

Nombre
apparent
et
nombre réel.

Cette dernière disposition se voit très bien dans les *Trapa natans*, les *Hiræa*.

Mono
et
Dicotylédonnées

Les plantes dont l'embryon ne possède qu'un seul cotylédon, sont dites *Monocotylédonnées*, fig. 6, celles dont l'embryon a deux cotylédons sont appelées *Dicotylédonnées*, fig. 7. A ces deux noms correspondent pour les plantes qui les portent des différences d'or-

Fig. 6.

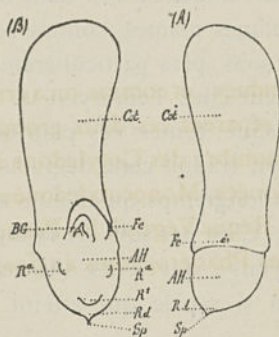


Fig. 6. (A). — Embryon de *Canna Warcewiczii* à l'époque de la maturité de la graine. — Exemple d'embryon monocotylédoné.

AH. Axe hypocotylé.

Rd. Région radicaire.

Sp. Trace du suspenseur.

Cot. Cotylédon.

Fe. Fente gemmulaire du cotylédon.

(B). — Section radiale d'un embryon de *Canna Warcewiczii* pratiquée dans le plan qui contient la fente gemmulaire du cotylédon.

Bg. Bourgeon gemmulaire.

R¹. Première racine. — Racine principale ou racine primaire des auteurs.

R^a. Racines adventives latérales de l'axe hypocotylé.

Fig. 7.

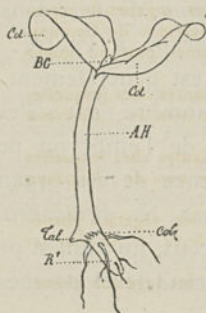


Fig. 7. — Embryon de *Cucurbita pepo* en germination. — Exemple d'embryon dicotylédoné. — L'axe hypocotylé de cet embryon présente à sa partie inférieure un renflement latéral ou talon *tal*, qui sert dans le cas actuel à retenir les enveloppes séminales sur le sol. On voit la première racine R¹ surgir du sein de la partie inférieure de l'axe hypocotylé.

Colz. Coléorhize ou colerette formée autour de la base de la première racine par les tissus superficiels déchirés de la région inférieure de l'axe hypocotylé.

Fig. 8.

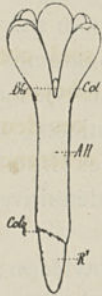


Fig. 8. — Embryon d'*Araucaria excelsa* en germination (1). — Exemple d'embryon polycotylédoné. Les lettres ont la même signification que dans les figures 6 et 7.

ganisation générale assez étendues ; et comme on a cru remarquer que de toutes les différences qui séparent ces deux groupes de plantes, la plus constante est encore le nombre des Cotylédons de leur embryon, on a fait des noms Dicotylédonées, Monocotylédonées, les synonymes de deux grandes divisions du Règne Végétal, les Phanérogames angiospermes dicotylédonées, et les Phanérogames angiospermes monocotylédonées (2), (3).

(1) D'après des échantillons que je dois à la générosité de MM. Oswald de Kerchove, gouverneur du Hainaut et A. Van Geert, habile horticulteur de Gand.

(2) Le caractère tiré du nombre des cotylédons pour distinguer Mono et Dicotylédonées, est employé depuis 1684. Jusqu'ici ce caractère n'a été considéré comme primordial que parce que sa constance est très grande. En reprenant l'étude de l'embryon des phanérogames avec les moyens dont nous disposons aujourd'hui, nous reconnaissons que le nombre des cotylédons n'est que la traduction extérieure de la symétrie architecturale de la jeune plante phanérogame. A ce titre, le nombre des cotylédons est un caractère d'une grande valeur philosophique et historique. La division des phanérogames angiospermes en monocotylédonées et dicotylédonées est elle aussi absolue qu'on l'admet assez généralement, nous ne le croyons pas, et nous sommes plutôt portés à admettre que les monocotylédonées ne sont que des transformations par adaptation d'un groupe de végétaux dicotylédonés.

(3) Ne voulant pas encourir le reproche de créer des mots nouveaux, nous nous sommes imposé comme règle de conserver autant que possible les noms employés par nos devanciers, même quand ils ne répondent plus à leur étymologie. C'est ainsi que nous emploierons les noms, universellement adoptés, de *Phanérogames* et de *Cryptogames*, de *Phanérogames angiospermes* et *gymnospermes*, mais au lieu d'attacher aux qualifications de Phanérogames et de Cryptogames la signification de végétaux dont les organes de reproduction sont plus ou moins faciles à voir ; au lieu d'attacher aux qualifications de Gymnospermes et d'Angiospermes l'idée de végétaux phanérogames à graines plus ou moins vêtues, nous précisons le sens de ces noms de la manière suivante :

1^o Nous désignons sous le nom de : *Végétaux Phanérogames* les plantes chez lesquelles la dispersion des éléments mâles se fait dans l'air, ce qui leur a valu le nom de : *Végétaux à reproduction aérienne* ;

2^o Nous désignons sous le nom de : *Végétaux Cryptogames* les plantes chez lesquelles la dispersion des éléments mâles se fait dans l'eau, ce qui leur a valu le nom de : *Végétaux à reproduction aquatique* ;

3^o Nous désignons sous le nom de *Phanérogames gymnospermes*, les végétaux phanérogames chez lesquels la glande génitale femelle est simultanément chargée de sécréter les cellules femelles et de recueillir les cellules mâles ;

4^o Nous désignons sous le nom de : *Phanérogames angiospermes*, les végétaux phané

Polycotylédonnées.

Lorsque le nombre des cotylédons de l'embryon est supérieur à deux, fig. 8, on n'a pas cru devoir créer de nom spécial pour les plantes qui présentent ce caractère ; on les a longtemps considérées comme des formes particulières de plantes dicotylédonnées, mais à cotylédons divisés en lobes plus ou moins distincts, rappelant le dispositif bien connu des cotylédons de quelques Crucifères (*Chou, Navet, Radis*). Cette manière de voir paraît définitivement abandonnée.

Fente gemmulaire.

Lorsqu'un embryon ne possède qu'un seul cotylédon, ce dernier enveloppe généralement toute la partie terminale de l'axe hypocotylé, et la cache comme au fond d'un puits. Un pertuis plus ou moins long, très étroit, qui semble creusé dans la masse du cotylédon, va de l'extérieur jusqu'au sommet de l'axe hypocotylé. On nomme *Fente gemmulaire* le point où ce pertuis vient s'ouvrir au dehors.

Insertion des cotylédons.

Dans la majorité des embryons monocotylédonnés, la région d'insertion du cotylédon sur l'axe hypocotylé est très large, si large même qu'elle occupe parfois une circonférence entière, et qu'elle n'est jamais moindre qu'une demi circonférence. Le plan de cette circonférence d'insertion n'est pas nécessairement perpendiculaire à la direction de l'axe hypocotylé. On conçoit sans peine qu'une telle disposition ne permette que l'hypertrophie d'une seule lame cotylédonnaire. Dans le cas d'embryons dicotylédonnés, la région d'insertion de chaque cotylédon est moindre ou au plus égale à la moitié de la circonférence de l'axe hypocotylé. Les deux cotylédons paraissent toujours insérés sur une même circonférence horizontale(1).

rogames chez lesquels la glande femelle n'a d'autre rôle que la sécrétion des cellules femelles.

Réduites à une simple différence dans le degré de localisation du travail physiologique. la Gymnospermie et l'Angiospermie n'ont d'intérêt qu'autant que : sachant que les végétaux gymnospermés sont les plus anciens, on s'efforce de faire connaître les types de transition qu'ont dû traverser certains de leurs représentants pour donner naissance aux angiospermés. Les plantes actuelles ne nous fournissent pas la solution de ce grand problème, mais les belles recherches encore inédites de M. B. Renault sur les graines silicifiées du terrain houiller supérieur, ne tarderont pas à combler notre desideratum. La Gymnospermie et l'Angiospermie étant ainsi comprises, qu'y a-t-il maintenant de si surprenant, quand nous retrouvons aujourd'hui dans l'allure de la glande génitale femelle d'angiospermés dégradées des caractères qui semblent primordiaux, et qui reproduisent ceux des gymnospermés ; n'est-ce pas là un des procédés ordinaires de l'Ontogénie et de la Phyllogénie.

Nos groupes des Phanérogames, des Cryptogames, des Angiospermés et des Gymnospermés ne diffèrent pas jusqu'ici des groupes que les autres auteurs désignent par les mêmes noms. Nous faisons toutes nos réserves pour l'avenir, les découvertes que la Paléontologie végétale nous apporte chaque jour pouvant renverser complètement toutes ces distinctions.

(1) L'axe hypocotylé étant supposé vertical.

Lorsque l'embryon a plus de deux cotylédons, la région d'insertion de ces organes est toujours plus petite qu'une demi circonférence. Il n'a pas été constaté si dans ce cas tous les cotylédons étaient ou non insérés sur la même circonférence horizontale. Ce caractère serait des plus importants à connaître.

Les cotylédons ne sont, avons-nous dit, que des expansions latérales très développées de la région supérieure des axes hypocotylés; ce sont des organes adaptés à des rôles physiologiques très spéciaux. Ils se montrent, ou bien comme des organes de grand volume, gorgés de nourriture, ce sont alors des réservoirs où l'embryon n'a qu'à puiser les substances nécessaires à son alimentation; ou bien comme des lames minces, de grande surface, très perméables, ce sont alors des organes d'absorption des substances nutritives contenues dans l'albumen qui les entoure. Il est possible parfois d'enlever l'albumen d'une graine, ou les gros cotylédons d'un embryon, de les remplacer l'un et l'autre par une provision artificielle de nourriture, sans que le développement de l'embryon soit sensiblement modifié. En dehors de ce rôle, les cotylédons servent à protéger le sommet de l'axe hypocotylé, (fig. 9).

Principaux
rôles des
cotylédons.

Fig. 9.

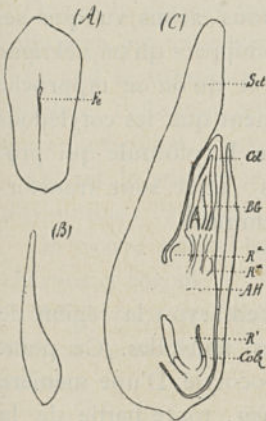


Fig. 9. (A). — Embryon de *Zea maïs* (Maïs) isolé, vu de face.

(B). — Embryon de *Zea maïs* isolé, vu de profil. — L'embryon est complètement enveloppé, dans son scutellum.

(C). — Section radiale du même embryon.

Set. Scutellum ou expansion dorsale du cotylédon des auteurs. — Ce scutellum serait le véritable cotylédon d'après M. Van Tieghem (1).

Cot. Cotylédon des auteurs. — Gaine gemmulaire formée par la ligule du cotylédon, d'après M. Van Tieghem.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes. — On remarquera l'insertion profonde de la première racine de la plante sur

la partie inférieure de l'axe hypocotylé. Cet axe est ici extrêmement court. Colz. en se déchirant, lors de l'élongation de la première racine de la plante, formera la coléorhize.

(1) Ph. Van Tieghem. *Observations anatomiques sur le Cotylédon des Graminées*. Annales des Sciences naturelles. V^o série. Tome 15.

Bourgeon
gemmaire.
Définition
de la gemmule.

Si l'on écarte l'un de l'autre les cotylédons d'un embryon dicotylédoné, ou si l'on déchire le cotylédon d'un embryon monocotylédoné, on aperçoit au sommet de l'axe hypocotylé et le terminant supérieurement, un petit *bourgeon*, *gemmule* ou *plumule*, dont le degré de développement et de complication varie beaucoup d'une plante à l'autre. Tout l'ensemble que l'on désigne par les noms de *gemmule*, *bourgeon gemmaire*, *bourgeon primordial*, *bourgeon terminal* de l'embryon est un assemblage d'organes encore très peu développés. Réduit à sa forme la plus ordinaire, on y distingue une partie centrale axile, l'axe du bourgeon; cet axe porte latéralement des expansions foliacées, appendices ou feuilles, d'autant plus âgées qu'elles sont plus éloignées du sommet de l'axe.

C'est toujours par son sommet ou extrémité supérieure que le bourgeon gemmaire s'accroît.

Définition
et description
sommaire
du bourgeon
en général.

Le mot *bourgeon* est un terme général qui correspond toujours à la description que nous venons d'en donner: une colonne centrale, petite, croissant par son sommet et portant sur ses flancs des expansions, appendices ou feuilles, d'autant plus jeunes qu'on s'approche davantage du sommet de la colonne centrale. L'expression *bourgeon gemmaire* indique donc le bourgeon que l'on trouve à l'extrémité supérieure de l'axe hypocotylé. Comme nous avons vu que ses appendices ou feuilles sont d'autant plus développées qu'on s'éloigne davantage du sommet de l'axe hypocotylé et qu'on se rapproche plus des cotylédons, on admet très généralement que les cotylédons ne sont que les feuilles les plus extérieures de la plumule qui profitant de leur position se sont hypertrophiées, et se sont transformées en appareil protecteur du reste de la gemmule.

Définition
des points
de végétation.

Nous appellerons *point de végétation* de l'embryon la région de l'axe hypocotylé où se produisent les parties nouvelles. Ce point occupe et indique le sommet de l'axe hypocotylé. D'une manière générale, nous appellerons *point de végétation*, toute partie de la plante où nous verrons se produire de nouveaux organes. Le *point de végétation terminal* d'un bourgeon se trouve, d'après la description que nous en avons donnée, au sommet de l'axe de ce bourgeon.

Embryons
dégradés.

Dans certaines plantes phanérogames dégradées par le parasitisme ou l'humicolisme, on remarque que l'embryon de la graine mûre est beaucoup plus simple que celui que nous venons de décrire. Chez les Orchidées, (Fig. 4 et 5), les *Pyrola*, les *Cytimus*, les *Hypopitys*, les *Orobanches*, l'axe hypocotylé de l'embryon est formé d'un petit amas globuleux d'éléments cellulaires faisant suite à un très long suspenseur. Ces embryons n'acquièrent leurs cotylédons et leur gemmule que pendant la germination de la graine, si tant est toutefois qu'il soit permis d'assimiler aux cotylédons et aux appendices gemmulaires, les mamelons informes qui hérissent la surface de ces êtres dans les premières phases de leur développement. Il y a là de très curieuses assimilations morphologiques dont l'étude jusqu'ici n'a pas été suffisamment faite.

II. Nomenclature de l'albumen.

Nature
des substances
nutritives
qui forment
les albumens.

Les substances nutritives qui forment l'albumen des graines consistent soit en matières ternaires (amidon, cellulose, huile) soit en matières quaternaires (albumine (1).) Selon sa nature chimique l'albumen a reçu différentes qualifications.

Qualification
des divers
albumens.

Quand la matière mise en réserve dans l'albumen est de l'amidon, l'albumen est dit *amylacé*, *farineux* ou *féculent*.

Quand la substance mise en réserve dans l'albumen est de la cellulose, l'albumen est dit *corné*. Ce nom vient de la grande consistance particulière à ces albumens.

Quand la substance mise en réserve est un mélange d'huile et d'albumine, l'albumen est dit *huileux* ou *charnu*.

On trouve toutes les transitions imaginables entre les albumens charnus et cornés.

Même dans les albumens farineux les mieux caractérisés il est toujours possible de retrouver de l'huile, de l'albumine et de la cellulose.

(1) L'huile et l'albumine existent simultanément dans les graines. Presque toujours ces deux substances sont combinées entre elles sous la forme de globules d'aleurone. Ce n'est que très rarement ou dans des graines rancies que l'on observe l'huile à l'état de gouttelettes libres et l'albumine à l'état de cristalloïdes libres.

Endosperme-
Périsperme.

Quand la réserve nutritive qui forme l'albumen s'est déposée dans les restes de l'épithélium ou tissu sécréteur de la glande génitale femelle transformé par voie de dégénérescence albumineuse, grasseuse, amylacée ou cellulosique, on le nomme *Endosperme* ou *Albumen proprement dit*, (Fig. 10). Dans le cas où ce dépôt nutritif s'est accumulé dans les débris du tissu protecteur de l'épithélium de la glande femelle, on le nomme *Périsperme* (Fig. 11); alors une partie des tissus qui entrent ordinairement dans la constitution du spermoderme, est dévoyée de son rôle ordinaire de tissu protecteur, et employée comme réservoir de l'albumen. Dans quelques graines la réserve nutritive est double. Il y a à la fois un *Endosperme* et un *Périsperme*, (Fig. 12-13). On remarque alors dans quelques cas une très curieuse localisation de fonctions, les deux albumens

Fig. 10.

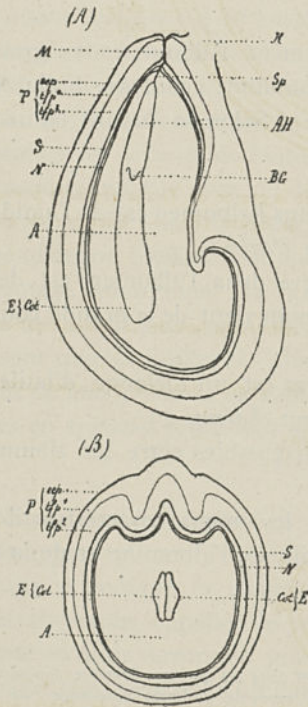


Fig. 10 (A). — Section radiale d'ensemble de la graine de *Vitis vinifera* (Vigne) pratiquée dans son plan hilo-micropylaire. — Exemple de graine pourvue d'un endosperme.

E. Embryon, AH. Axe hypocotylé.
Cot. Cotylédon. BG. Bourgeon gemmulaire.

A. Albumen proprement dit. Endosperme.

P. S. N. Différentes couches du spermoderme.

M. Micropyle. H. Hile.

(B). — Section transversale d'ensemble de la même graine.

Fig. 11.

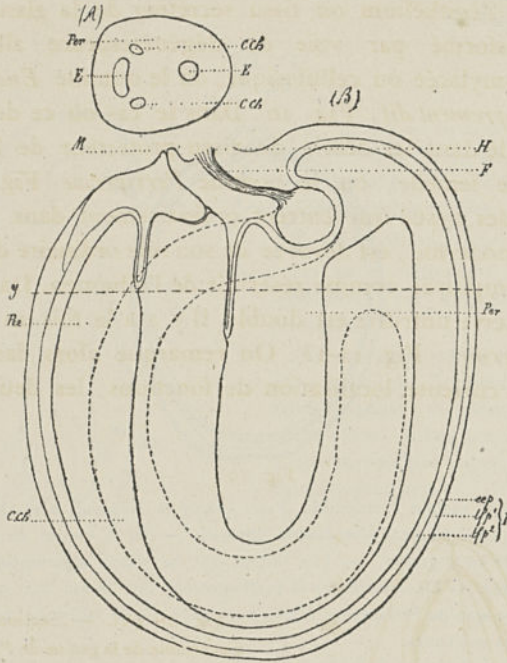


Fig. 11 (A). — Section transversale d'ensemble de la graine de *Thalia dealbata* pratiquée dans un plan dont la trace est marquée en *xy* sur la figure (B). — Exemple de graine Périspermée.

E. Embryon.

Per. Périsperme ou albumen nucellaire.

C. ch. Canaux chalaziens, servant de vessies natatoires lors de la dissémination de cette graine.

(B). — Section radiale d'ensemble de la graine de *Thalia dealbata* pratiquée dans son plan hilo-micropylaire.

y. Trace du plan de la section radiale figurée en (A).

Fig. 12.

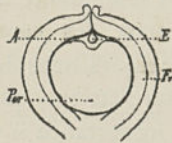


Fig. 12. — Section radiale d'ensemble d'un fruit non encore mûr de *Piper nigrum* (Poivre) et de la graine qu'il contient. — Exemple de graine avec double albumen.

A. Albumen proprement dit ou endosperme.
Per. Périsperme ou albumen nucléaire
Fr. La paroi du Fruit.

Fig. 13.

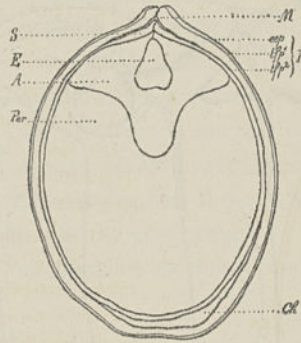


Fig. 13. Section radiale d'ensemble d'une graine de *Nymphaea alba* (Nénuphar blanc). — Exemple de graine pourvue d'un double albumen. — On a enlevé le tégument accessoire qui recouvre cette graine. — Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes. — On remarquera le prolongement que le sac qui contient l'Endosperme enfonce au sein du Périsperme. C'est là un reste d'une habitude très générale chez les Phanérogames anciennes.

Ch. La région chalazienne de la Graine.

contiennent des matières nutritives de nature chimique différente, le périsperme contient de l'amidon, tandis que l'endosperme renferme de l'aleurone.

On qualifie d'*intraire* tout embryon qui est entouré par son albumen, (Fig. 14). On qualifie d'*extraire* celui qui est posé à la surface de l'albumen, (Fig. 15).

Albumens
lisses ruminés.

En général la surface de l'albumen est *lisse*, sans plis. Lorsque cette surface est plissée comme dans les Anonacées, les *Torreya*, l'albumen est dit *ruminé*.

Valeur
attribuée
par Brongniart
au caractère
tiré
de la présence
ou de l'absence
d'albumen
dans les graines

La présence ou l'absence d'albumen, sa nature et sa consistance, ont fourni à Ad. Brongniart des caractères importants à l'aide desquels il a pu grouper quelques-unes de ses Classes de Phanérogames angiospermes. Si l'on s'étonne que le grand maître que nous regrettons ait accordé une importance si capitale à un caractère tiré de la dégénérescence d'une partie du tissu de la glande femelle, on en sera moins surpris lorsqu'on saura que Brongniart jugeant comme

les botanistes de son temps n'accordait une telle valeur à ce caractère que parce que sa constance est très grande.

Fig. 14.

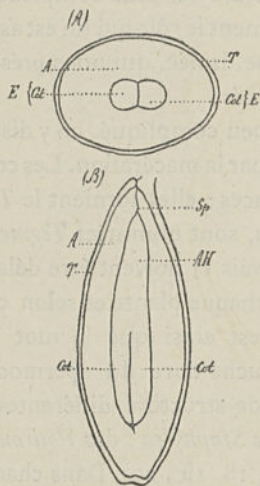


Fig. 14 (A). — Section transversale d'ensemble d'une graine de *Campanula rotundifolia*. — Exemple de graine à embryon intraire.

T. Le tégument séminal entier.

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

(B). — Section radiale d'ensemble d'une graine de *Campanula rotundifolia* pratiquée dans son plan hilo-micropylaire. — Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 15.



Fig. 15. — Section radiale d'ensemble d'une graine de *Pitcairnia maidifolia*, pratiquée dans son plan hilo-micropylaire. — Exemple de graine albuminée à embryon extraire. — Les lettres ont les mêmes significations que dans les figures précédentes.

P. C. prolongement chalazien du tégument séminal.

III. — Nomenclature du spermoderme.

Nous avons appelé *Tégument séminal* ou *Spermoderme*, l'enveloppe qui protège les parties essentielles de la graine contre l'action de l'air, de la lumière, de l'eau et des chocs extérieurs. La structure de ce

tégument détermine sa valeur comme organe protecteur. Cette structure est des plus variables ; tantôt c'est une mince pellicule qui remplit si mal ses fonctions que celles-ci sont confiées à des organes voisins ; tantôt le tégument séminal offre une structure des plus complexes , et , grâce à cette disposition , remplit parfaitement le rôle qui lui est assigné. Ce sont les plantes dont la graine est nue , isolée , qui nous présentent les téguments séminaux les plus compliqués.

Testa
et Tegmen.

Dès qu'un spermoderme est tant soit peu compliqué , on y distingue facilement plusieurs couches séparables par la macération. Les couches externes sont généralement dures , coriaces ; elles forment le *Testa* ou *Testa*. Les couches plus internes , molles , sont nommées *Tegmen*. Les noms de *Testa* et de *Tegmen* sont mauvais et doivent être délaissés , car sous ces noms , on désigne , selon chaque plante et selon chaque auteur , les parties les plus diverses. C'est ainsi que le mot *Testa* , servant généralement à désigner la couche dure du spermoderme , s'appliquera à des couches d'origine et de structure différentes , dans les téguments séminaux des *Phylica* , des *Staphylea* , des *Potirons* ; des *Grenadiers* , des *Tamiers*. (Fig. 16 , 17 , 18 , 19 , 20). Dans chacun de ces exemples , la couche désignée sous le nom de *Tegmen* n'est pas moins variable que celle que l'on appelle *Testa*.

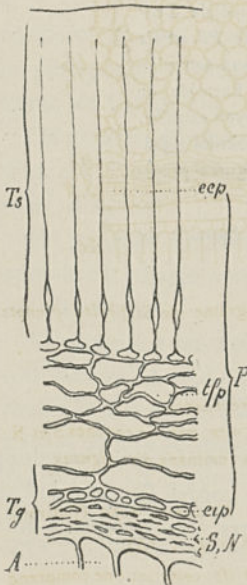


Fig. 16.

Fig. 16. — Section transversale du tégument séminal de la graine de *Phylica arborea*, Grossissement $\frac{230}{1}$.

P, S, N, désignent les régions du tégument séminal correspondant aux divers téguments ovulaires qui leur ont donné naissance.

eep, *tfp*, *cip*, zones de la partie extérieure P, du tégument séminal.

Ts, testa.

Tg, tegmen.

Dans cet exemple , le *testa* est formé d'une seule couche d'éléments cellulaires à parois épaissies empruntés à l'épiderme externe de la partie extérieure P du tégument séminal.

Cette figure peut servir de type pour la structure des téguments séminaux dits *crustacés*.

Fig. 17.



Fig. 18.

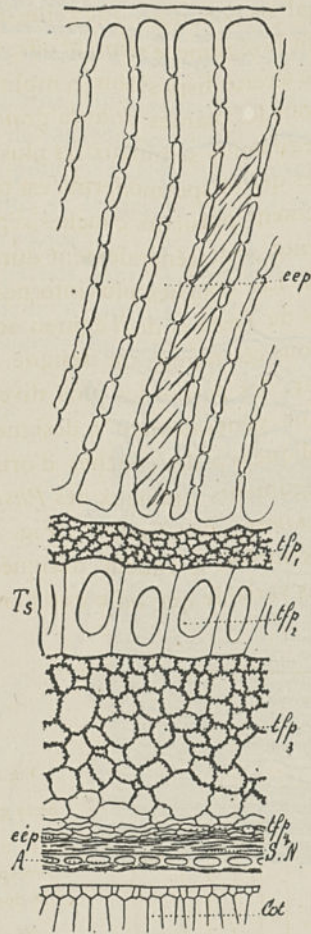


Fig. 17. — Section transversale du tégument séminal de la graine de *Staphylea pinnata*
Grossissement $\frac{230}{1}$

Les lettres ont la même signification que dans la fig 16.

*tfp*₁, *tfp*₂, *tfp*₃ Les trois zones de la couche *tfp* de la figure précédente.

Dans cet exemple le *testa* est fourni par la couche *tfp*₁ ; le *tegmen*, par les couches S et N.
Cette figure peut servir de type pour la structure des téguments séminaux dits *ligneux*.

Fig. 18. — Section transversale du tégument séminal de *Cucurbita pepo* (Potiron).
Grossissement $\frac{230}{1}$ Les lettres ont la même signification que dans la fig. 1 (A).

Dans cet exemple, le *testa* est fourni par la zone *tfp*₂ de l'assise *tfp*; cette zone ne comprend

ici qu'un seul rang d'éléments cellulaires. Le *tegmen* est produit par l'ensemble des assises *tfp*₄, *eip*, S, N, A. — A est ce qui reste de l'albumen de cette graine dans les parties où ce tissu est le plus développé. La zone *eep* de la partie extérieure P du tégument séminal se gélifie au contact de l'eau et se transforme en une matière mucilagineuse. — Cette figure peut servir de type pour la structure des téguments séminaux *mi-partie secs* et *mi-partie ligneux*.

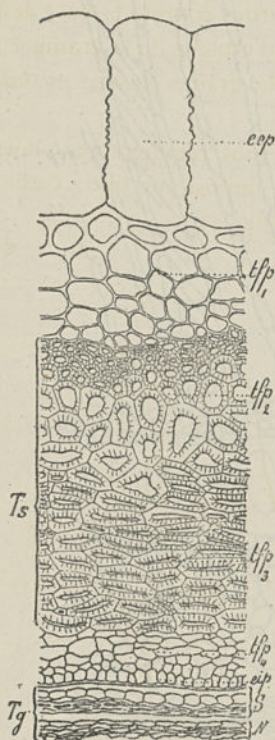


Fig. 19.

Fig. 19. — Section transversale du tégument séminal de la graine de *Punica granatum* (Grenadier) Grossissement $\frac{230}{4}$. — Les lettres ont la même signification que dans la figure 18.

Dans cet exemple, le *testa* est fourni par les zones *tfp*₂, *tfp*₃ de l'assise *tfp*. Le *tegmen*, séparable en deux pellicules, est produit par les assises S et N. Le *testa* est recouvert extérieurement par des couches cellulaires *tfp*₁, *eep*, dont les parois sont molles et très minces. Ces éléments surtout ceux de *eep* sont gorgés d'une matière liquide, sucrée, parfumée et colorée en rose. — Cette figure peut servir de type pour la structure des téguments séminaux *mi-partie charnus* et *mi-partie ligneux*.

Fig. 20.

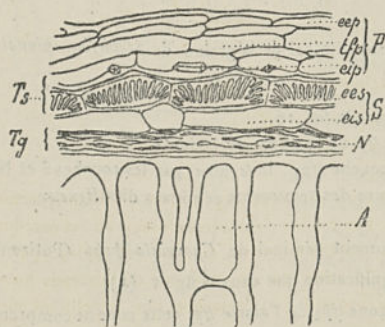


Fig. 20. — Section transversale du tégument séminal de la graine de *Tamus communis* (Tamier) Grossissement $\frac{230}{4}$. — Les lettres ont la même signification que dans la fig. 16.

Dans cet exemple, le *testa* est formé par les parois profondes de la couche *eip*, et les parois superficielles de la couche *ees*. *ees*, assise la plus extérieure de la partie S du tégument séminal. Les parois

extérieures de cette assise sont criblées de canalicules. Dans les cellules de la couche *eip*, on trouve de gros cristaux d'oxalate de chaux ; ils sont empâtés dans la paroi profonde de ces cellules. — Cette figure peut encore servir de type pour la structure des téguments séminaux *mi-partie secs* et *mi-partie ligneux*.

Hile
et Micropyle.
—
Graines
à micropyle
opposé au hile.

En examinant la surface d'une graine, on y remarque une large cicatrice, le *Hile*, que l'on convient de regarder comme la base de la graine. Cette cicatrice est la trace du point d'attache de la graine à la plante mère. Le *Sommet*, ou extrémité de la graine *opposée au hile*, est occupé par un petit bec, le *Micropyle*.

Dans une graine, dont toutes les parties sont régulièrement développées, le micropyle est diamétralement opposé au hile ; c'est le cas des graines de *Cycas*, d'*Encephalartos* (fig. 21).

Fig. 21.

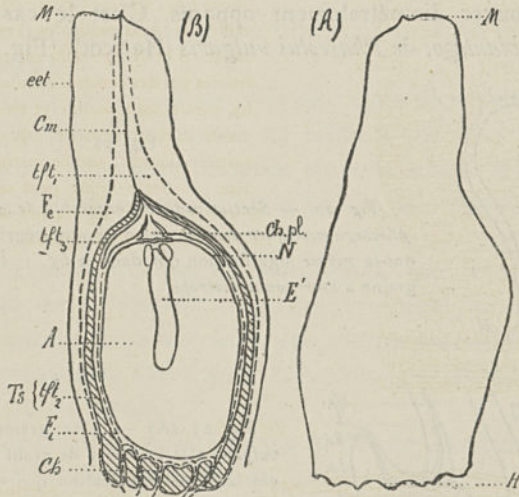


Fig. 21. (A). — Graine d'*Encephalartos altensteinii*. $\frac{2}{3}$ de g. n.

H, le point d'attache de la graine sur la plante mère. (*Hile*).
M, l'orifice de la graine par lequel a pénétré l'élément fécondant. (*Micropyle*).
(B). — Section radiale de la même graine.

Ts, testa ligneux, formé aux dépens d'une zone profonde *tft₂* du tissu *tft₁*. Extérieurement ce *testa* est recouvert par une zone charnue, comestible, colorée en rouge vif, et parcourue par un système de faisceaux nourriciers *Fe*. Intérieurement, ce *testa* est tapissé par une mince pellicule brune, sèche, parcourue elle aussi par un système de faisceaux nourriciers *Fi*. Vers l'orifice intérieur du canal micropylaire, on remarque que la pellicule mem-

π' Plaque cicatricielle du hile.

π'' Plaque cicatricielle du funicule.

La. Languette de la partie profonde du tégument qui vient s'interposer entre l'axe hypocotylé et les cotylédons de l'embryon. Cette languette est due à la courbure de la graine.

f. Prolongement du faisceau nourricier F dans la languette *La.*

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

Le dispositif des graines de *Cycas*, chez lesquelles le hile et le micropyle sont diamétralement opposés, est très rare chez les Phanérogames angiospermes, où il n'existe guère que chez les Pipéracées, quelques Urticées, quelques Polygonées, les Enantioblastées et quelques Aroïdées. Il est, au contraire, absolument général chez toutes les Gymnospermes vivantes et fossiles. Le dispositif des graines de *Haricot* et d'*Alisma*, dans lesquelles le hile et le micropyle sont contigus, est la règle générale pour les Phanérogames angiospermes.

Funicule.

Le pédicelle qui supporte la graine et la fixe à la plante mère a reçu le nom de *Funicule*.

Chalaze. Raphé

La région de la graine où son faisceau nourricier s'épanouit est nommée la *Chalaze*. Si la chalaze ne coïncide pas avec le hile, la partie du faisceau nourricier comprise entre le hile et la chalaze se nomme *Raphé*. Ce nom vient de la saillie que cet organe forme à la surface de la graine.

Canal micropylaire.

En coupant une graine par un plan passant par le micropyle et le centre du hile, on voit partir du premier un canal, le *canal micropylaire*, dont l'embouchure intérieure aboutit très près du point d'insertion du suspenseur de l'embryon, très près, par conséquent, de la radicule de cet embryon.

Ce voisinage constant de la radicule de l'embryon enfermé dans une graine, et de l'orifice intérieur du canal micropylaire de celle-ci, permet de reconnaître la position de son micropyle (fig. 24).

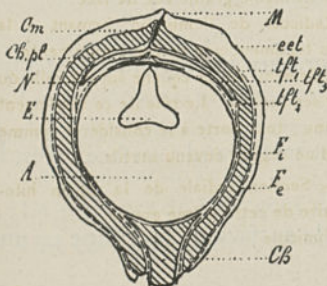


Fig. 24.

Fig. 24. — Section radiale d'une graine de *Cycas revoluta*. Les lettres ont la même signification que dans la fig 21. — Cette figure peut servir de type pour les graines à embryon antitrope.

Embryons
antitropes,
homotropes,
hétérotropes.

On qualifie d'*antitropes*, les embryons des graines dont le micropyle est diamétralement opposé au hile ; on appelle *homotropes* les embryons des graines dont le micropyle est contigu au hile.

Dans les graines d'*Anagallis arvensis* (Mouron rouge), de *Ricin*, les embryons sont qualifiés d'*hétérotropes* parce qu'au premier abord, l'extrémité inférieure de leur axe hypocotylé ne semble pas correspondre exactement à l'embouchure interne du canal micropytaire. Ce nom doit cesser de leur être appliqué, parce qu'il est facile de reconnaître que le point d'attache de leur suspenseur est, comme partout ailleurs, très voisin de l'orifice interne du canal micropytaire. Un dispositif analogue à celui des embryons hétérotropes, s'observe dans les graines polyembryonnées des *Ardisia* et des *Orangers*.

Rôles du
spermoderme.
Adaptation du
spermoderme
en vue de la
dissémination
des graines.
Adaptation du
spermoderme
en vue de
la fixation
de la graine
pendant
le temps de la
germination.

En plus de son rôle d'appareil protecteur pour les parties essentielles du kyste séminal, le spermoderme est très-souvent chargé d'assurer la dispersion des graines dans le monde, et leur fixation au sol, pendant le temps de la germination.

L'obligation pour le spermoderme d'assurer la dispersion des graines concorde avec des modifications importantes de sa surface. Ces modifications ont pour effet de produire :

1° Des graines à *surface ailée ou velue*, lorsque la dissémination a lieu directement dans l'air, et qu'elle doit être favorisée par le vent.

2° Des graines à *spermoderme ligneux intérieurement et charnu extérieurement*, quand la dissémination se fait par l'intermédiaire des animaux.

3° Des graines *lourdes à testa solide*, quand elles sont exposées à heurter violemment le sol lors de leur dispersion.

4° Des graines à *spermoderme creusé de cavités closes* qui, lors de la dissémination, fonctionnent comme des vessies natatoires, maintiennent la graine à la surface de l'eau, et assurent sa dispersion par les courants.

Le spermoderme assure la fixation des graines au sol pendant le temps de leur germination,

1° En appliquant sur le sol humide une très-grande surface ; c'est le cas des graines ailées et velues,

2° En transformant, par dessiccation, la surface de la graine en une

substance gommeuse qui devient un mucilage adhésif sous l'action de l'eau.

3° En couvrant la surface de la graine de poils hygroskopiques.

Sur la surface de quelques graines, comme celles des *Chélidoinés*, on remarque des productions plus ou moins localisées que l'on appelle *Strophioles* lorsqu'elles sont situées au voisinage du raphé, *Caroncules* lorsqu'elles apparaissent sur les bords du micropyle. Certaines de ces productions émanées du funicule, revêtent la graine d'un tégument accessoire que l'on appelle un *Arille*. Si ces productions sont tellement disposées qu'elles laissent l'orifice micropylaire à découvert, on les désigne sous le nom d'*Arillodes*.

Ces enveloppes supplémentaires et ces productions de la surface de la graine ont pour but de venir en aide au spermoderme dans l'accomplissement du rôle qu'il doit remplir, lors de la dispersion des graines.

Graines
dépourvues
de
spermoderme
à leur
maturité.

Dans un très-petit nombre de graines arrivées à maturité, le spermoderme fait défaut; tel est le cas des *Véroniques* et des *Justicia*. Dans ces plantes, la masse formée par l'albumen et l'embryon est si grande que l'enveloppe séminale ne peut plus la contenir; elle se déchire de toutes parts et ses débris sont bientôt presque complètement englobés dans l'intérieur de la masse albumino-embryonnaire.

GERMINATION.

Définition
de la
germination.

On appelle *germination*, la reprise du développement de l'embryon enkysté dans une graine.

Tant que la graine demeure sèche, elle se conserve avec toutes ses propriétés. Seule sa faculté germinative s'affaiblit à mesure qu'elle avance en âge. Sous ce rapport, on observe d'une plante à l'autre des variations fort étendues.

Conditions
pour que la
germination
ait lieu.

Les conditions nécessaires pour que l'embryon enfermé dans une graine reprenne son activité sont :

La présence de l'eau.

La présence de l'oxygène de l'air.

Une certaine quantité de chaleur.

Presque toujours ces trois conditions sont suffisantes. Ce sont ces conditions que nous réunissons autour de la graine, lorsque nous la plaçons dans un sol meuble pour la faire germer.

Gonflement
du
spermoderme.
Gonflement
de l'Embryon.
Déchirure
du
spermoderme.

Sous l'action prolongée de l'eau, le tégument de la graine se laisse pénétrer par ce liquide, il l'absorbe et se gonfle; mais en même temps il se ride et se plisse parce que l'amande (1) ne peut suivre tout d'abord l'augmentation de volume de son enveloppe. Bientôt l'eau pénètre jusqu'à l'embryon et à la réserve nutritive. Ceux-ci se gonflent à leur tour si rapidement qu'ils déchirent le tégument séminal devenu trop petit. Cette déchirure a lieu parfois d'une manière irrégulière, comme cela se voit chez les *Haricot* (fig. 25); d'autres fois, elle se fait suivant des lignes prédisposées par leur organisation à devenir le siège de cette déhiscence, comme cela se voit chez le *Melon*. Chez les *Musa* ou *Bananiers* (fig. 26), la ligne de déhiscence est disposée de telle façon que la graine s'ouvre par un opercule. Dans tous les cas, la déchirure du tégument séminal se fait près du micropyle.

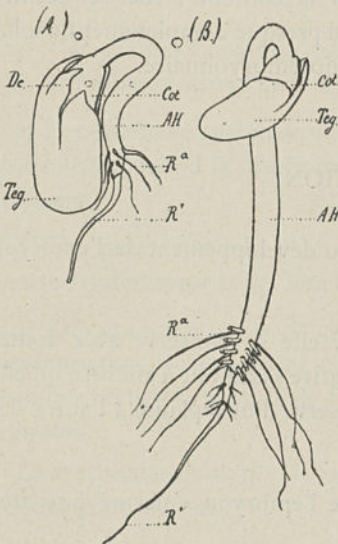


Fig. 25.

Fig. 25. (A). — Germination de *Phaseolus vulgaris* (Haricot), montrant la déchirure irrégulière du spermoderme.

Teg Tégument séminal ou spermoderme.

De La déchirure.

R₁ Racine principale née vers l'extrémité de l'axe hypocotylé.

Ra Racines adventives nées sur les flancs de la région inférieure de l'axe hypocotylé.

(B). — Une germination de la même plante plus avancée que la précédente. — Cette figure montre l'élongation de l'axe hypocotylé. — Les lettres ont la même signification que ci-dessus.

(1) On désigne parfois sous le nom d'amande l'ensemble des parties recouvertes par le spermoderme.

Fig. 26.

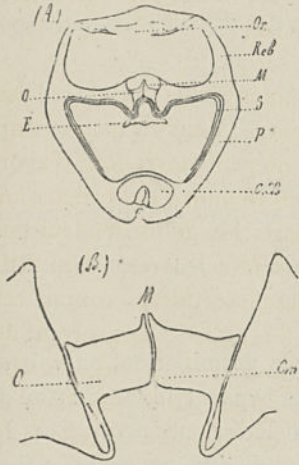


Fig. 26. (A). — Section radiale d'ensemble de la graine de *Musa ornata*.

Reb. Rebord de la surface de la graine formant une fossette au fond de laquelle est caché le micropyle.

Or. L'ouverture de cette fossette.

M. Micropyle.

O. Opercule micropylaire.

C. Ch. Cavité chalazienne.

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

(B). Section radiale de la région operculaire de la même graine grossie.

Sortie de la base de l'axe hypocotylé. Cas ordinaires.

Dès que le tégument séminal d'une graine est entr'ouvert, on voit surgir par la déchirure qui vient de se produire; l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé de l'embryon qu'elle renferme. Quelle que soit la position donnée à la graine au moment du semis, la partie de l'embryon qui se montre ainsi au dehors, se courbe vers le sol humide, le rencontre, et, très généralement, y pénètre plus ou moins profondément

Fig. 27.

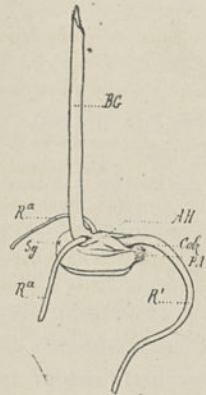


Fig. 27. — Germination de *Zea Maïs* (Maïs). — Le grain de Maïs était maintenu dans la position que nous avons figurée. Les racines Ra R1 se dirigent vers le sol humide. Le bourgeon gemmulaire B G se dresse verticalement. Sg point d'attache de l'organe collecteur femelle du grain de maïs. Cet organe collecteur nommé *Stigmate* s'est flétri postérieurement à la fécondation, puis a été brisé.

Begonia.

(fig. 27). Ce n'est que très rarement que l'axe hypocotylé semble se poser sur le sol pour s'y épâter en une sorte de tubercule qui s'attache

à la terre par des poils émanés de toute sa surface. Ce phénomène s'observe très nettement chez les *Begonia*, (fig. 28). Ce n'est que beaucoup plus tard que ces embryons émettent des organes fixateurs spéciaux appelés *Racines*.

Fig. 28.



Fig. 28. — Germination de *Begonia discolor*.

Pd, la région inférieure de l'axe hypocotylé de l'embryon transformée en un tubercule d'appui.

pl, poils fixateurs de la plante au sol. Ces poils remplissent simultanément le rôle d'organes absorbants.

Cucurbitacées.

Dans les Cucurbitacées, au début de la germination, on voit se produire vers la partie inférieure de l'axe hypocotylé, sur le côté de cet axe qui regarde le sol, un renflement latéral ou talon (Fig. 29) qui correspond tout-à-fait à l'épâttement tuberculeux de la région inférieure de l'axe hypocotylé des *Begonia*. Ici cet organe dévoyé de son premier rôle sert à l'embryon à se débarrasser de sa coque séminale au moment du redressement de l'axe hypocotylé. De puissants organes de fixation surgissent de bonne heure de la région inférieure de l'axe et rendent inutile sa transformation en un tubercule d'appui.

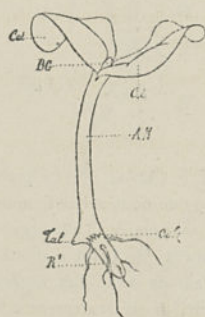


Fig. 29.

Fig. 29. — Germination de *Cucurbita Pepo*. (Potiron).

Tal, Le talon latéral de l'axe hypocotylé.

Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 7.

Orchidées.

Chez les Orchidées, l'embryon en germination reste longtemps enfermé dans le tégument séminal. A l'abri de cette coque, ses éléments se cloisonnent. L'embryon, grossissant toujours, rompt son enveloppe protectrice. A ce moment, il consiste en un très petit tubercule arrondi dont la base est indiquée par les traces du suspenseur. Ce tubercule se pose sur le sol et s'y attache par des poils émanés

de différents points de sa surface. Ce n'est que beaucoup plus tard, comme dans les *Begonia*, que l'embryon émet ses racines (Fig. 30).

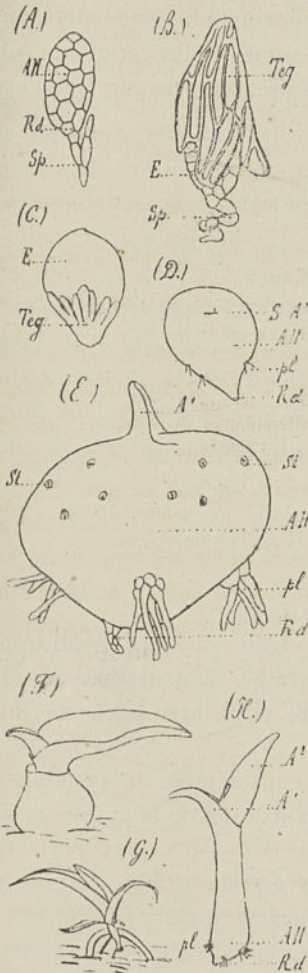


Fig. 30.

Fig. 30. (A). — Embryon de *Restrepia vittata*.

(B). — Embryon de *Pleurothallis clausa* à demi retiré de son tégument.

(C). — Embryon de *Miltonia spectabilis* déchirant le tégument séminal Teg et à peu près débarrassé de ce tégument. Dans cette figure la radicule de l'embryon est à la partie supérieure.

(D). — Embryon de *Miltonia spectabilis* plus avancé que le précédent.

S. le sommet ou point végétatif de l'axe hypocotylé. Ce sommet est recouvert par le premier appendice A. — On voit déjà quelques touffes de poil pl à la surface de l'axe hypocotylé renflé en tubercule.

(E). — Le même embryon plus développé encore. Rd Indication de la radicule.

St Stomates, orifices par lesquels se fait principalement l'entrée et la sortie des gaz dans la plante.

Les poils pl forment ici des touffes isolées au lieu d'être dispersées sur toute la surface du tubercule comme chez les *Begonia*.

F. — Embryon de *Miltonia spectabilis* portant trois feuilles.

(G). — Jeune *Miltonia spectabilis*, âgé de deux ans et demi (2/3 de grandeur naturelle.)

(H). — Jeune *Vanilla planifolia* portant deux feuilles et n'ayant pas encore de racine. (1)

Dans l'embryon en germination, le siège principal de l'accroissement est souvent son axe hypocotylé. Chez les Dattiers (Fig. 31) et les Palmiers en général, c'est au contraire le cotylédon qui, en s'allongeant, pousse la partie inférieure de l'embryon hors de la graine

(1) Toutes les figures depuis A jusqu'à H sont empruntées au mémoire de M. Ed. Prillieux. *Observations sur la germination du Miltonia spectabilis et de diverses autres Orchidées.* Ann. d. Sc. nat. IV Série Tome XII.

et l'enfonce à une grande profondeur dans le sol. Chez le *Maïs* (Fig. 27), l'embryon en germant déchire quelque peu les téguments protecteurs, mais sans que son axe hypocotylé ni son cotylédon s'allongent sensiblement. Ces exemples montrent les variations qui peuvent se produire d'une plante à l'autre, dans la part que l'axe hypocotylé prend à la fixation de l'être.

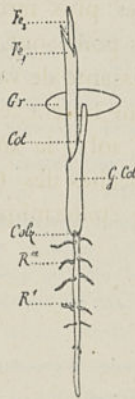


Fig. 31.

Fig. 31. — Germination de *Phanix dactylifera*. (Dattier).

Exemple d'embryon implanté dans le sol par l'élongation de son cotylédon.

Gr La graine.

Fe₁, Fe₂, première et deuxième feuille du bourgeon gemmulaire.

G. Col. Gaine cotylédonaire.

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

Adhérence des spermodermes au sol pendant le temps de la germination.

Pendant le temps que s'accomplit l'élongation de l'axe hypocotylé et son implantation, il importe que la graine demeure fixée au sol. Parmi les procédés employés par la plante pour arriver à cette fin, quelques-uns méritent d'être signalés.

Pour les graines très lourdes, la masse considérable du kyste disséminateur est une condition qui assure la fixation de la graine au sol pendant le temps de la germination.

Dans les graines très légères et à très grande surface, comme les graines ailées des *Dyckia*, les graines velues de quelques *Ippomaea*, la grande surface de la graine lui assure une grande surface de contact avec le sol humide et par cela même une très grande adhérence avec ce sol. La grande surface du spermoderme sert ici à deux fins en favorisant la dissémination, et en assurant la fixation, lorsque la graine a trouvé des conditions favorables à son développement.

Dans les *Lins*, la surface de la graine mûre, modifiée chimiquement par la dessiccation, est susceptible d'absorber des quantités énormes d'eau et de se transformer en un mucilage glutineux qui colle les graines au sol.

Dans les *Cuphea* et dans les Lythariées en général, la fixation de la graine au sol pendant le temps de la germination est assurée d'une manière tout-à-fait spéciale. A première vue, ces graines, arrivées à maturité, paraissent lisses. Si on les sème dans un sol très mouillé on n'observe rien de particulier. Vient-on, au contraire, à les semer à la surface d'un sol humide, en ayant soin de recouvrir la terrine à semis d'une lame de verre, on voit, après quelques heures, la portion de la surface de ces graines qui ne touche pas le sol, toute hérissée de poils; quelques heures plus tard, ces poils sont appliqués sur le sol et y ont pénétré. Ces poils sont très hygroscopiques; sous l'influence de la quantité croissante de vapeur d'eau, ils s'allongent en se tordant, peu à peu de leur base à leur sommet; grâce à ce mécanisme, ils pénètrent dans le sol à la manière d'un tire-bouchon. Dans les graines mûres et sèches des *Cuphea*, ces poils sont enfermés chacun dans une cellule épidermique de la surface de la graine, (Fig. 32).

Fig. 32.

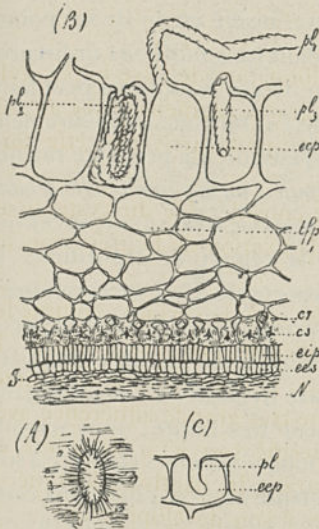


Fig. 32. (A). — Graine de *Cuphea silenoides* semée à la surface d'un sol humide et recouverte d'une cloche. Les poils hygroscopiques qu'elle porte se sont allongés sous l'influence de la vapeur d'eau, ils se sont attachés au sol.

(B). — Section du tégument séminal de la graine de *Cuphea silenoides*.

*Pl*₁, un des poils hygroscopiques de cette graine sorti de sa cellule.

*Pl*₂, un des poils hygroscopiques enfermés dans sa cellule, avant sa dévagination.

*Pl*₃, un des poils hygroscopiques commençant à sortir de sa cellule.

cr. Couche cellulaire dont chaque élément contient un cristal d'oxalate de chaux.

cs. Couche cellulaire dont chaque élément a lignifié ses parois. Cette couche joue le rôle de *Testa*. Le *Tegmen* serait représenté ici par la couche *N*.

Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 18.

(C). — Une cellule superficielle de la graine de *Peplis* montrant un poil hygroscopique très court invaginé.

La première
racine.
Pilorhize.

Dès que l'axe hypocotylé d'un embryon a pénétré dans le sol, parfois même avant qu'il l'atteigne, on voit surgir *du sein de sa région inférieure, tantôt latéralement, tantôt dans son prolongement apparent*, un corps cylindro-conique dont le point d'accroissement est terminal; ce corps se dirige vers le sol et s'y enfonce profondément; on le nomme *Racine*; son sommet est couvert d'une lame de tissu protecteur (tissu subéreux), que l'on appelle *Coiffe* ou *Pilorhize*.

La première
racine n'est
pas le prolon-
gement direct
de l'axe
hypocotylé.

Quelque plante que l'on considère, la première racine naît toujours dans l'épaisseur du corps de l'embryon; il peut en naître un nombre quelconque, mais dans une espèce donnée, le nombre des premières racines est sensiblement constant. Quand il ne naît qu'une seule racine à l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé, cette racine semble souvent placée dans le prolongement de cet axe, aussi beaucoup d'auteurs, même des plus modernes, ont-ils considéré la première racine des plantes comme résultant de la transformation directe de la partie inférieure de l'axe hypocotylé, de là le nom de *radicule* donné à la partie inférieure de l'embryon, celle là qui en s'allongeant était censée donner la première racine.

La première racine n'est donc jamais le prolongement de l'axe hypocotylé; c'est un organe différent de cet axe, inséré en un de ses points qui semble déterminé sur chaque plante dans les conditions ordinaires de la vie, mais que la moindre variation de ces conditions peut faire apparaître partout ailleurs. L'axe hypocotylé se termine inférieurement par l'extrémité arrondie qui portait le suspenseur. La première racine, *même quand elle apparaît dans cette extrémité, même quand elle semble prolonger l'axe hypocotylé*, N'EST QU'UN ORGANE ÉTRANGER, ADVENTIF. Chercher comme on l'a fait jusqu'ici, la région de transition, le passage de la racine principale à l'axe hypocotylé, c'est méconnaître à la fois la nature morphologique de la racine et celle de l'axe hypocotylé. La racine principale s'insère sur celui-ci de la même manière qu'elle le ferait sur un autre organe. L'axe hypocotylé est un organe terminé en pointe mousse à accroissement très-limité; nous verrons en étudiant son système de faisceaux que tous viennent s'éteindre à son extrémité, nous indiquant par là que la plante ne croît plus dans cette direction.

Absence
de racine
principale.
Absence
de racine.

Un certain nombre d'axes hypocotylés ne portent jamais de racines, tels sont ceux des *Cuscutes* et des *Orobanches*. Certaines Phanérogames comme l'*Epipogium Gmelini*, le *Corallorhiza* n'ont même jamais de racines, d'après MM. Prillieux et Rees.

Pivot. Quand la première racine d'une plante prend un grand développement on la nomme *Pivot*. Le mot pivot est réservé par quelques auteurs aux grosses racines principales qui, en raison même de leur grand diamètre, deviennent charnues dans leur région d'insertion sur l'axe hypocotylé.

Collet. On appelle *Collet* le point d'insertion de la première racine sur l'axe hypocotylé. Ce même nom de collet a été appliqué par quelques auteurs au point d'insertion des cotylédons sur l'axe hypocotylé. Enfin d'autres savants, conciliant ces deux avis, ont employé ce même mot pour désigner tout l'axe hypocotylé. Le mot de collet, utile en jardinage, doit être abandonné comme expression scientifique.

Coléorhize.
Endorhizés
et Exorhizés.

Par suite même de son origine endogène, la première racine en se développant déchire les tissus superficiels qui la recouvrent; il en résulte comme une collerette autour de sa base. Cette collerette a reçu le nom de *Coléorhize* (fig. 33). Le célèbre botaniste français, L. C. Richard, considérait l'absence ou la présence de coléorhize à la base de la première racine de l'embryon comme un caractère distinctif d'une

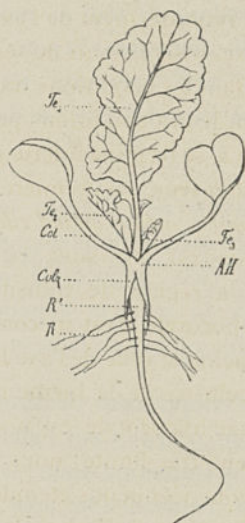


Fig. 33.

Fig. 33. — Germination de *Raphanus sativus*. (Radis.) montrant une Coléorhize *Colz* très développée par suite de l'implantation profonde de la racine principale dans l'axe hypocotylé.

R Racines secondaires nées à la surface de la racine principale *R1*

Les Cotylédons *Cot*. sont lobés.

Fe1, Fe2, Fe3, Feuilles.

très grande valeur, équivalant presque au caractère fourni par le nombre des cotylédons de l'embryon. Richard croyant avoir constaté que les végétaux monocotylédons présentaient seuls une coléorhize à la base de leur première racine, les qualifia d'*Endorhizés*, c'est-à-dire végétaux

dont les premières racines naissent à l'intérieur des tissus de l'axe hypocotylé. Aux endorhizés ou monocotylédons, il opposait les *Exorhizés* ou dicotylédons, chez lesquels il supposait que la première racine provenait de l'élongation directe de l'axe hypocotylé de leur embryon. Richard lui-même fit connaître de nombreuses exceptions à cette division, aujourd'hui abandonnée.

Mise en liberté
de la gemmule
et
redressement
de l'embryon.

Une fois fixée dans le sol, soit par son axe hypocotylé seulement, soit par les racines nées sur cet axe, la plante essaye de mettre sa gemmule en liberté. A cet effet, tantôt les cotylédons grandissant profitent de la déchirure du tégument séminal et de son adhérence au sol pour s'en dégager. Chez les *Melons*, nous avons vu que le talon qui est à la base de l'axe hypocotylé sert très efficacement à cet usage. Tantôt les cotylédons demeurent enfermés dans la graine, ne pouvant se débarrasser de la coque séminale; alors leurs bases s'allongent beaucoup, poussent la gemmule hors de la graine, et, en s'écartant l'une de l'autre, la mettent en liberté. Dès que le spermodermis est abandonné dans le sol ou à sa surface, l'embryon se redresse et épanouit ses cotylédons. Dans les cas où les cotylédons ou tout au moins leur sommet restent enfermés dans la graine, ils demeurent là pour achever d'absorber toute la réserve nutritive; cette opération terminée, beaucoup d'entr'eux, n'ayant plus aucune raison d'être, se flétrissent et se détachent de la plante.

Cotylédons
hypogés
et épigés.

On dit que les cotylédons de l'embryon sont *hypogés* lorsqu'ils demeurent enfermés dans la graine, et même simplement quand l'élongation de la partie supérieure de l'axe hypocotylé n'est pas suffisante pour les amener à la surface du sol. On appelle *épigés* les cotylédons qui viennent à la surface du sol lors de la germination.

Toutes les matières nécessaires au développement de l'embryon, pendant le temps de la germination, sont fournies par l'albumen et par l'embryon lui-même. A la fin de la germination toute la réserve nutritive renfermée dans la graine est épuisée. On peut parfois enlever la réserve nutritive d'une graine et la remplacer par une provision artificielle.

Interruption
de la
germination.

Quand la germination d'un embryon est commencée, il est parfois possible de l'interrompre par une dessiccation lente et de la faire

repandre par le retour de l'eau. Alors il se forme généralement plusieurs racines latérales sur la surface de l'axe hypocotylé, et pas de racine principale. Si celle-ci s'était déjà formée lors du début de la germination, au retour de l'eau, elle ne reprend pas son développement. Cette expérience ne réussit du reste qu'avec quelques embryons, comme ceux d'*Erable*, etc.

NOTES COMPLÉMENTAIRES DE LA PREMIÈRE LEÇON.

§ I. — PRÉPARATIONS (1).

A. — Etude d'ensemble d'une graine.

Programme de la marche à suivre pour faire l'étude d'ensemble d'une graine donnée. — On a choisi comme exemple la graine du *Potiron*. Cette graine peut être considérée comme le type des graines exalbuminées à embryon homotrope.

1. Extérieur de la graine.

La graine vue de face.

La graine vue de profil.

La graine vue par sa région hilo-micropylaire (2).

(1) A chaque indication de préparation correspond au moins un croquis. Les meilleurs croquis sont ceux que l'on fait au trait et *sans ombre*.

(2) Sur les croquis de l'extérieur de la graine, on indiquera le micropyle, le hile, la position du raphé, celle de la chalaze, le bourrelet marginal qui marque la région de déhiscence du spermoderme lors de la germination.

2. Section radiale d'ensemble de la graine pratiquée dans son plan hilo-micropylaire (3).

3. Section transversale d'ensemble de la graine (4).

4. Embryon isolé (5).

L'embryon isolé vu de face (6).

L'embryon isolé vu de profil, ses cotylédons étant accolés.

L'embryon isolé vu de profil, ses cotylédons étant écartés.

5. Section radiale d'ensemble de l'embryon pratiquée dans le plan de symétrie de l'un de ses cotylédons (7).

(3) Cette coupe se fait en enlevant avec un rasoir, parallèlement au plan qui contient le hile, le micropyle et le chalaze, une lame aussi mince que possible et *complète* de la graine. La coupe faite est placée sur un *slide* dans une goutte de glycérine. Le tout est recouvert d'un *cover*. On examine cette préparation à la loupe montée par réflexion avec le doublet N^o 10. On l'étudie ensuite par transparence avec les objectifs oo, et o du microscope. On fera bien d'en prendre le croquis à la chambre claire avec l'objectif oo. On indiquera sur ce croquis le micropyle, le hile, le raphé, la chalaze, les limites du tégument séminal et ses diverses régions, l'embryon, les restes de l'albumen. Dans un exemple de graine albuminée on indiquerait l'albumen.

(4) Cette coupe se fait comme la précédente mais dans un plan perpendiculaire à cette dernière et vers son milieu. Dans le cas particulier du *Potiron*, cette coupe passe également par le milieu des côtés de la graine. Pour chaque graine la direction de la coupe transversale d'ensemble ne peut être connue qu'après avoir étudié sa section radiale d'ensemble. — On notera sur le croquis de cette préparation les mêmes indications que pour la préparation précédente, on y mettra bien en évidence l'orientation du plan de symétrie des cotylédons de l'embryon par rapport au plan hilo-micropylaire.

(5) Pour isoler commodément l'embryon, on laisse séjourner, pendant quelques heures dans de l'eau à 60^o, quelques graines de *Potiron*. On enlève le tégument séminal des graines ramollies avec un scalpel, en se bornant d'abord à dégager complètement l'une des faces de la graine. On soulève alors très délicatement l'embryon avec une aiguille plate. En procédant sans brusquerie, on aura quelquefois l'occasion de constater encore l'existence de restes du suspenseur de l'embryon vers le milieu du dôme radicaire. L'embryon isolé est placé dans un verre de montre contenant quelques gouttes d'un liquide formé de

(1)	}	Eau.....	45 gr.
		Glycérine .	50 gr.
		Alcool....	5 gr.

(6) Je dis qu'un embryon est vu de face quand l'œil de l'observateur qui l'examine est dans le plan de symétrie d'un de ses cotylédons. L'embryon est vu de profil quand l'œil de l'observateur qui l'examine est dans un plan passant par l'axe de l'embryon perpendiculaire à la vue de face. Ces indications définissent complètement la face et le profil des embryons mono et dicotylédonnés. Il n'en est pas de même pour la face et le profil des embryons polycotylédonnés. Nous appellerons face d'un embryon polycotylédonné la figure qu'il donne à un observateur placé dans le plan de symétrie d'un de ses cotylédons. Nous ne parlerons pas du profil de ces embryons. On ne pourra le faire que lorsque des recherches ultérieures auront établi la valeur morphologique respective et l'âge relatif des cotylédons des embryons polycotylédonnés.

(7) Pour faire cette coupe on commence par reconnaître, en étudiant les préparations 1, 2, 3, 4, la direction générale de l'embryon dans la graine et la position du plan de symétrie de ses cotylédons par rapport au plan hilo-micropylaire du kyste séminal. Cela fait, on pratique des coupes d'ensemble de la graine parallèlement au plan de symétrie des

6. Sections transversales d'ensemble de l'embryon (8).

Section transversale d'ensemble de l'embryon vers le milieu de son axe hypocotylé.

Section transversale d'ensemble de l'embryon au niveau de la gemmule.

Section transversale d'ensemble de l'embryon au-dessus de la gemmule.

7. Sections radiales minces d'une partie du tégument séminal (9).

Section radiale mince du tégument séminal pratiquée en un point quelconque.

cotylédons jusqu'à ce que l'une d'elles coïncide avec ce plan. La coupe correspondante est placée sur un slide dans une grosse goutte du liquide glycérique (1), le slide est porté sous la loupe montée. A l'aide des aiguilles, à l'œil nu, ou avec le doublet N° 10, on sépare les téguments séminaux de l'embryon. Ceci fait on nettoie la préparation et l'on y ajoute une goutte d'une solution concentrée de potasse. On laisse agir pendant deux heures. Après ce temps on lave la préparation avec le liquide glycérique (1) et on la recouvre d'un cover. Quelques minutes après l'addition de la potasse on peut examiner la préparation *par transparence* au doublet N° 10 ou aux objectifs 00 et 0, de manière à déterminer la direction des coupes transversales d'ensemble que nous indiquons à l'alinéa 6. — On accélère quelquefois l'action de la potasse en chauffant légèrement la préparation pendant quelques minutes après l'addition de ce réactif.

(8) Ces coupes ne peuvent être faites que quand par toutes les préparations précédentes on connaît parfaitement la position relative du plan de symétrie des cotylédons de l'embryon et la place que les diverses parties de cet embryon occupent dans le kyste séminal. On obtient alors chacune des trois préparations indiquées dans l'alinéa N° 6 en pratiquant des sections d'ensemble de la graine parallèlement à des plans :

Le premier perpendiculaire au milieu de l'axe hypocotylé.

Le second perpendiculaire à l'axe général de l'embryon vers le tiers inférieur de la gemmule.

Le troisième perpendiculaire à l'axe général de l'embryon vers le milieu de la longueur des cotylédons.

(9) Pour pratiquer ces diverses coupes radiales du tégument séminal lorsque la graine à étudier est très grande, comme celle de Potiron, on détache dans le tégument séminal parallèlement à la direction générale indiquée, en se servant d'un scalpel bien tranchant, une languette large de 1 à 2 millimètres, longue de 3 millimètres. Les côtés qui limitent cette languette doivent être très nets et bien rectilignes. La languette détachée est placée dans la fente d'un bon bouchon fin sans piqûre, la partie interne du spermodermes regardant l'index de la main gauche, la partie externe du tégument séminal regardant la paume du pouce de la main gauche. La longueur de la languette est parallèle au bord supérieur de la fente pratiquée dans le bouchon. On serre assez fortement la partie supérieure du bouchon entre le pouce et l'index gauche puis à l'aide du rasoir on détache des coupes minces en procédant comme il est indiqué dans l'*Instruction générale pour les manipulations*.

Si la graine à étudier est très petite, on prend un bon bouchon fin sans piqûre, de 5 à 6 millimètres de diamètre. A l'aide d'un rasoir, on fait une surface plane bien unie à l'une de ses extrémités, puis avec un pinceau, on étend une très mince couche de colle forte sur cette surface plane. On dépose une graine sur cette lame de colle, la graine est orientée de telle façon que la surface de la section que l'on en veut faire soit parallèle à la surface plane du bouchon. On laisse sécher l'objet pendant 3/4 d'heure puis on laisse tomber sur la graine une petite goutte de colle forte. On laisse sécher pendant 24 heures, le lendemain on détache dans la colle forte avec un rasoir des lames très minces parallèlement à la surface du bouchon; parmi toutes ces lames il y a une qui contient la section cherchée. En général, cette section donne d'un seul coup les préparations 2, 5, 7, 9, et les coupes radiales de l'albume quand la graine est albuminée.

Section radiale mince du tégument séminal dans la région hilo-micropylaire.

Section radiale mince du tégument séminal dans la région du raphé.

Section radiale mince du tégument séminal dans la région chalazienne.

Section radiale mince du tégument séminal dans la région diamétralement opposée au raphé.

8. Sections transversales minces d'une partie du tégument séminal (10).

Section transversale mince du tégument séminal pratiquée en un point quelconque.

Section transversale mince d'une partie du tégument séminal pratiquée vers le milieu du raphé.

Section transversale mince d'une partie du tégument séminal pratiquée vers le milieu de la région chalazienne.

Section transversale mince d'une partie du tégument séminal pratiquée vers le milieu de la région opposée au raphé.

9. Sections radiales minces de l'embryon (11).

Section radiale mince de la région gemmulaire de l'embryon pratiquée dans le plan de symétrie des cotylédons.

Section radiale mince de la région radiculaire de l'embryon.

10. Sections transversales minces de l'embryon (12).

Section transversale mince de l'embryon pratiquée vers le milieu de la région moyenne de son axe hypocotylé.

(10) Ces diverses coupes transversales minces du tégument séminal s'obtiendront en plaçant des languettes détachées du spermodermis comme il est dit ci-dessus (9), dans la fente d'un bouchon de liège, la longueur de la languette étant cette fois perpendiculaire à la direction de l'ouverture supérieure de la fente.

Si l'on avait à étudier une graine très petite, on fixerait une graine sur un bouchon en employant le procédé indiqué ci-dessus ; on donnerait à cette graine l'orientation voulue pour la coupe transversale que l'on en veut obtenir.

(11) Les sections radiales minces de l'embryon s'obtiendront en bornant autant que possible à l'embryon, la coupe d'ensemble de la graine, au moyen de laquelle nous obtenons d'ordinaire la coupe radiale d'ensemble de l'embryon. On cherchera dans le cas des préparations actuelles à obtenir des coupes très minces de l'embryon au lieu de chercher à en obtenir des coupes très étendues.

Si les embryons dont il s'agit d'obtenir des coupes radiales minces sont très volumineux, on fera ces coupes fines en tenant les embryons directement entre les doigts.

(12). Les sections transversales minces de l'embryon s'obtiennent en procédant avec les précautions que nous venons de mentionner dans la note 11.

Section transversale mince de l'embryon pratiquée entre le $\frac{1}{3}$ et le $\frac{1}{4}$ inférieur de la gemmule.

Section transversale mince de l'embryon pratiquée vers le milieu de ses cotylédons, (13), (14), (15), (16), (17), (18).

On appliquera le programme tracé ci-dessus et les notes qui y sont annexées aux graines des plantes dont les noms suivent :

(13). Les préparations mentionnées aux alinéas 7, 8, 9, 10, ne peuvent être bien réussies qu'à la condition d'employer des graines *bien mûres et bien sèches*. Lorsqu'on a lieu de craindre que la surface extérieure des coupes minces du tégument séminal se gélifie quand on les dépose dans le liquide glycérique (1), on place les coupes dans une goutte de glycérine épaisse. — On sait d'ailleurs d'avance qu'il y a lieu de compter avec cette gélification l'ayant déjà vue se produire lorsqu'on a ramolli les graines qui ont servi à préparer l'embryon isolé. — On obtient la glycérine épaisse en faisant bouillir pendant quinze minutes dans une capsule de porcelaine vernie de 120^{cc} placée sur un feu doux, 100 grammes de glycérine pure du commerce.

(14). Toutes les coupes minces sont placées sur des slides dans les liquides indiqués spécialement ou dans le liquide glycérique (1). Toutes sont recouvertes d'un cover après quoi on les examine au microscope par transparence avec l'objectif 0 puis avec les objectifs 2, 3, 6.

(15). Si les graines à étudier étaient albuminées, on ajouterait aux préparations mentionnées ci-dessus :

1^o Des sections radiales d'ensemble de l'albumen.

2^o Des sections transversales d'ensemble de l'albumen.

Ces deux séries de coupes seraient obtenues en même temps que les sections radiales et transversales d'ensemble de l'embryon.

3^o Une section radiale mince de l'albumen.

4^o Une section transversale mince de l'albumen.

On essaiera sur ces deux dernières coupes l'action de l'eau iodo-iodurée, légèrement glycéricisée, l'action d'une solution très étendue de bleu d'aniline soluble à l'eau, l'action du chloroiodure de zinc et celle de l'acide osmique au $\frac{1}{1000}$. Ces réactifs ont pour but de nous renseigner sur la nature chimique des substances de réserve emmagasinées dans l'albumen. Dans l'examen des coupes minces d'un albumen il faut indiquer avec soin la structure de l'albumen dans le voisinage du tégument séminal et dans le voisinage de l'embryon. On fait un croquis à part des substances de réserve de l'albumen.

(16) Si la graine est périspermée au lieu d'être albuminée, on fait les quatre séries de coupes que nous venons d'indiquer dans la note (15) mais les deux premières séries ne comprennent chacune qu'une coupe d'ensemble que l'on obtient en même temps que les sections radiale et transversale d'ensemble de la graine. Pour le reste, on procède comme si l'on avait affaire à une graine pourvue d'endosperme.

Dans les cas où la graine a à la fois un albumen et un périsperme, on étudie chacun d'eux comme s'il était seul en notant avec grand soin les rapports de ces deux tissus sur leur face de contact.

(17) On étudie fréquemment les albumens en plaçant les coupes que l'on en détache exclusivement dans la glycérine épaisse.

(18) Un liquide tout aussi fréquemment employé que le liquide glycérique dont nous avons donné la formule (1) est le suivant :

(2)	}	Glycérine pure ordinaire.....	50 gr.
		Acide acétique cristallisable...	30 gr.
		Alcool à 90 ^o	10 gr.
		Eau distillée.....	10 gr.

nous l'appelons le liquide acéto-glycérique.

- Phaseolus vulgaris* (Haricot). *Campanula rotundifolia* (Campanule).
Amygdalus communis (Amandier). *Platanthera bifolia*.

Linum usitatissimum (Lin) (1). *Nerium oleander* (Laurier rose). (7).
Raphanus sativus (Radis). *Gossypium* (Cotonier).
Paeonia (Pivoine). *Ruellia*.
Vitis vinifera (Vigne). *Ippomæa*.
Acacia platyclada. *Cuphea silenoïdes*.
Abrus precatorius. *Althea rosea*.
Calystegia sepium. *Epilobium molle*.
Strychnos nux-vomica.
Asparagus officinalis (Asperge). *Justicia* (8).
Polygonatum vulgare (Sceau de Salomon). *Veronica beccabunga* (Véronique).

Moringa pterygosperma (2). *Canna Warcewiczii* (Canna) (9).
Stapelia. *Thalia dealbata*.
Paulownia.
Asclepias vincetoxicum. *Curcuma* (10).
Bignonia catalpa. *Zingiber zerumbet*.
Tamus communis.
Dyckia remotiflora. *Tradescantia virginiana* (11).
Tulipa gesneriana.

Ricinus communis (Ricin) (3). *Evonymus europæus* (Fusain).
Tacca pinnatifida. *Nymphaea alba* (Nénuphar blanc).
Punica granatum (Grenadier) (4). *Opuntia vulgaris* (Figuier de Barbarie) (12).
Ribes nigrum (Groseiller). *Myristica fragrans* (Muscadier).
Magnolia. *Cycas revoluta* (Cycas).
Citrus aurantium (Oranger) (5). *Salisburia adiantifolia* (Ginko).
Ardisia crenata. *Taxus baccata* (If).
Orobanchè minor (6). *Pinus sylvestris* (Pin).
 Cupressus funebris (Cyprés).
 Juniperus communis (Genévrier). (13).

(1) Les graines de ce groupe ont toutes un albumen très développé. Il y a lieu d'éviter la gélification de la partie extérieure du tégument séminal chez les *Lins*, les *Radis*. les *Calystegia*.

(2) Les graines de ce groupe ont un tégument séminal prolongé en aile. — On peut

On remarquera que dans la liste ci-dessus, nous ne mentionnons que des graines. Nous évitons ainsi une difficulté que rencontrent parfois les candidats à la licence au cours de leurs examens pratiques, où il arrive fréquemment que pour apprécier la valeur des élèves, les examinateurs donnent des fruits alors qu'ils demandent seulement d'étudier la graine enfermée dans ces fruits. Aux termes stricts des règlements les candidats sont en droit de refuser les fruits, quand la question qui leur est posée est formulée : « *Etude d'une graine de...* les échantillons qu'on leur remet n'étant pas alors rigoureusement conformes à l'énoncé donné. En agissant ainsi ils éviteront les surprises que réservent ordinairement aux candidats les fruits de :

- Mirabilis jalapa* (Belle de nuit).
- Fagopyrum esculentum* (Sarrazin).
- Zea maïs* (Maïs).
- Triticum usitatissimum* (Blé).
- Daucus carota* (Carotte).

éviter la coupe radiale d'ensemble de la graine de *Dyckia* en plaçant la graine entière, à plat dans une grosse goutte de glycérine déposée sur un slide. La goutte est recouverte d'un cover et le tout est porté à l'ébullition. En laissant refroidir et en rechauffant à plusieurs reprises la graine est rendue suffisamment transparente.

(3) Dans les graines de ce groupe il faut remarquer le grand développement des éléments de la couche *e e s* de la partie S du tégument séminal. Dans le *Ricin* ces éléments ont des parois fortement épaissies. Dans les *Tacca* la région extérieure du tégument séminal est gélatinifère.

(4) La surface externe du tégument séminal des graines de ce groupe est charnue.

(5) Les graines de ce groupe sont polyembryonnées.

(6) Les graines de ce groupe sont très petites. Le corps embryonnaire n'est pas différencié dans la graine mûre en axe hypocotylé et en cotylédons.

(7) La surface du spermodermis de ces graines présente des poils qui sont hygroscopiques chez les *Cuphea*.

(8) Les graines de ce groupe n'ont pas de spermodermis quand elles sont mûres.

(9) Les graines de ce groupe ont un périsperme, elles n'ont pas d'endosperme. — On étudiera d'une manière toute particulière les canaux chalaziens et le micropyle des *Thalia*. — Il faudra faire ramollir ces graines pendant 6 heures dans de l'eau à 60° avant de les étudier.

(10) Dans les graines de ce groupe, on trouve un périsperme et un endosperme.

(11) Dans les graines de ce groupe, le hile est opposé au micropyle, l'embryon est antitrope.

(12) Les graines de ce groupe ont autour de la graine un tégument accessoire. Ce tégument accessoire laisse le micropyle à découvert dans l'*Evonymus*. Il recouvre, au contraire, le micropyle dans le *Nymphea* — La graine de *Nymphea* présente à la fois un périsperme et un endosperme.

(13) Les graines de ce groupe ont toutes le micropyle opposé au hile. Dans les *Pins*, l'embryon est polycotylédoné. Dans les *Taxus* on remarque un tégument accessoire autour de la base de la graine. On voit un rudiment de ce même tégument accessoire à la base de la graine des *Ginkgo*. Dans toutes ces graines on signalera les restes de la chambre polliniques. Dans la graine de *Cycas* on recherchera avec soin les faisceaux nourriciers intérieurs et extérieurs à la coque ligneuse de cette graine.

Geum urbanum (Benoîte).
Helianthus annuus (Soleil).
Piper nigrum (Poivre noir).
Sparanium ramosum.
Alisma plantago (Plantain d'eau).

B. — Étude d'ensemble d'un embryon à l'époque de la maturité de la graine (1).

Programme de la marche à suivre pour faire l'étude d'ensemble de l'embryon d'une graine mûre — On a choisi comme exemple l'embryon d'un *Pin*.

1. Extérieur de l'embryon.

L'embryon vu de face.

Dans le cas d'un embryon mono ou dycotylédoné on représenterait ensuite :

L'embryon vu de profil les cotylédons étant accolés.

L'embryon vu de profil les cotylédons étant écartés pour montrer la gemmule.

2. Section radiale d'ensemble de l'embryon pratiquée dans le plan de symétrie d'un de ses cotylédons.

3. Sections transversales d'ensemble de l'embryon.

Section transversale d'ensemble de l'embryon vers le milieu de son axe hypocotylé.

Section transversale d'ensemble de l'embryon vers le $\frac{1}{3}$ inférieur de la gemmule.

Section transversale d'ensemble de l'embryon vers le milieu des cotylédons.

4. Sections radiales minces de l'embryon.

Section radiale mince de la région gemmulaire de l'embryon pratiquée dans le plan de symétrie d'un de ses cotylédons.

Section radiale mince de la région radulaire de l'embryon.

5. Sections transversales mince de l'embryon.

Section transversale mince de l'embryon pratiquée vers le milieu de la région moyenne de son axe hypocotylé.

(1) En général pour cette question les embryons qu'il s'agit d'étudier sont donnés enfermés dans leur graine.

Section transversale mince de l'embryon pratiquée vers le $\frac{1}{3}$ inférieur de sa gemmule.

Section transversale mince des cotylédons au-dessus de la gemmule.

6. Préparation de l'ensemble du point de végétation de l'embryon (1).

7. Préparation du suspenseur.

Le suspenseur avant son déroulement.

Le suspenseur déroulé.

On étudiera d'après le même programme les embryons ci-dessous désignés.

Nous indiquons en tête de chaque groupe les parties que nous désirons voir mettre en évidence, d'une manière toute particulière, dans les préparations et sur les dessins.

I. Embryons dans lesquels il est encore très facile d'observer le suspenseur à l'époque de la maturité de la graine.

Cycas revoluta (Cycas).

Cuscuta major (Cuscute).

Taxus baccata (If).

Orobanche rapum.

Cupressus funebris (Cyprès).

Platanthera bifolia (2).

II. Embryons à étudier en vue du nombre de leurs cotylédons.

Picea excelsa (Pesse).

Thalia dealbata.

Cedrus deodara (Cèdre de l'Himalaya).

Maranta zebra.

Nerium oleander (Laurier rose).

Musa ensete (Bananier).

Guilandina bonduc.

Asparagus officinalis (Asperge).

Taxus baccata (If).

Phoenix dactylifera (Dattier).

Cucumis melo (Melon).

Cycas revoluta (Cycas).

Raphanus sativus (Radis).

Bertbolletia excelsa (Noyer du Brésil).

Tragopogon pratensis (Salsifis des prés).

Æsculus hippocastanum (Marronnier d'Inde).

Ricinus communis (Ricin).

Trapa natans (Chataigne d'eau).

Vitis vinifera (Vigne).

Hiræa Houlettiana.

Nymphaea alba (Nénuphar blanc)

Cuscuta major (Cuscute).

Nuphar luteum (Nénuphar jaune)

Orobanche minor.

Canna Warcewiczii (Canna).

(1) Cette préparation se fait avec le secours de la loupe montée et des aiguilles.

(2) On pourrait encore citer le *Viscum album* (Gui), le *Loranthus europæus* mais dans ces exemples l'embryon serait donné en fermé dans le fruit. La graine de ces plantes est réduite à l'embryon. Elle ne possède ni tégument séminal ni albumen.

C. — Etude d'ensemble de l'Endosperme (1) d'une graine mûre.

Programme de la marche à suivre pour faire l'étude d'ensemble de l'Endosperme d'une graine mûre. — On a choisi comme exemple l'Endosperme d'une graine de *Lin.*

1. Extérieur de l'amande.

L'amande vue de face.

L'amande vue de profil.

2. Section radiale d'ensemble de l'amande pratiquée dans le plan hilo-micropylaire de la graine.

3. Section radiale d'ensemble de l'amande pratiquée dans le plan de symétrie d'un des cotylédons de l'embryon.

4. L'endosperme sans l'embryon.

L'endosperme vu de face.

L'endosperme vu de profil.

5. Sections transversales d'ensemble de l'endosperme.

Section transversale d'ensemble de l'endosperme pratiquée dans le plan de la section transversale de l'embryon vers le milieu de son axe hypocotylé.

Section transversale d'ensemble de l'endosperme pratiquée dans le plan de la section transversale de l'embryon au niveau du $\frac{1}{3}$ inférieur de la gemmule.

Section transversale d'ensemble de l'endosperme pratiquée dans le plan de la section transversale d'ensemble de l'embryon vers le milieu de la longueur de ses cotylédons.

6. Sections radiales minces de l'endosperme.

Deux sections radiales minces de l'endosperme pratiquées près de la région radiculaire de l'embryon. La première dirigée parallèlement au plan de symétrie d'un des cotylédons de l'embryon, la seconde dirigée perpendiculairement à la première, l'une et l'autre passant par l'axe général de l'embryon.

Section radiale mince de l'endosperme au niveau des cotylédons.

Section radiale mince de l'endosperme au-delà de la région où s'étend l'embryon.

7. Sections transversales minces de l'endosperme.

(1) Les endospermes sont donnés enfermés dans les graines.

Section transversale mince de l'endosperme au niveau du milieu de la longueur de l'axe hypocotylé de l'embryon.

Section transversale mince de l'endosperme au niveau de la gemmule de l'embryon.

Section transversale mince de l'endosperme au niveau du milieu de la longueur des cotylédons de l'embryon.

Section transversale mince de l'endosperme au niveau du milieu de la partie dans laquelle l'embryon ne s'étend pas.

8. On figurera à part la forme des corpuscules des matières nutritives emmagasinées dans l'endosperme.

9. Etude chimique des substances de réserve emmagasinées dans l'albumen.

Pour faire cette étude des coupes minces radiales et transversales de l'albumen seront placées:

Dans une goutte de glycérine ordinaire additionnée de 10 p. % d'eau distillée pour montrer la structure des grains d'aleurone.

Dans une goutte d'eau iodo-iodurée pour montrer l'amidon et les cristaalloïdes.

Dans une goutte de glycérine très faiblement iodo-iodurée additionnée de 10 p. % d'eau distillée pour conserver l'amidon et les cristaalloïdes teints par l'iode.

Dans une goutte de chloro-iodure de zinc étendu de 200 p. % de chlorure de zinc pur, ou dans une goutte de chloro-iodure de zinc pur, pour montrer les matières cellulosiques.

Dans une goutte d'une solution très pâle de bleu d'aniline soluble à l'eau additionnée d'une goutte de liquide acéto-glycérique pour montrer les cristaalloïdes.

Dans une goutte d'une solution d'acide osmique au 1/1000 pour montrer les matières grasses.

Dans une goutte d'acide acétique cristallisable pour montrer les globoïdes de certains grains d'aleurone.

On étudiera d'après la même méthode l'endosperme des graines de:

<i>Phytelephas macrocarpa.</i>	<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinier faux acacia).
<i>Phœnix dactylifera</i> (Dattier).	<i>Acacia platyclada.</i>
<i>Asparagus officinalis</i> (Asperge).	<i>Mimosa pudica</i> (Sensitive).
<i>Polygonatum vulgare</i> (Sceau de Salomon).	<i>Pinus sylvestris</i> (Pin sylvestre).
<i>Dyckia remotiflora.</i>	

<i>Ricinus communis</i> (Ricin).	<i>Fagopyrum esculentum</i> (Sarrazin)
<i>Papaver somniferum</i> (Pavot).	<i>Zea mais</i> (Maïs).
<i>Raphanus sativus</i> (Radis).	<i>Nuphar luteum</i> (2).
<i>Cocos nucifera</i> (Cocotier).	<i>Nymphaea alba</i> .
<i>Mirabilis jalapa</i> (Belle de nuit) (1).	<i>Curcuma</i> .
	<i>Zingiber zerumbet</i> .

D. — Etude d'ensemble du Spermoderme d'une graine mûre.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble du Spermoderme d'une graine mûre. — On a choisi comme exemple la graine du *Potiron*.

Pour faire cette étude il suffit de répéter les préparations 1,2,3,7,8, de l'étude d'ensemble d'une graine (paragraphe A des *Notes complémentaires*) en se bornant, dans le cas actuel, à ce qui concerne immédiatement le spermoderme.

Le périsperme n'étant qu'une transformation locale d'une partie du spermoderme son étude d'ensemble rentre dans l'étude d'ensemble du spermoderme. Toutes les fois que la graine présentera une masse périspermique tant soit peu notable on complètera l'étude d'ensemble de son spermoderme en examinant la forme et la nature chimique des matières de réserve qui sont accumulées dans la partie transformée en périsperme. — On procédera pour cette étude chimique comme il est dit à l'alinéa 8 de l'étude d'ensemble de l'albumen d'une graine mûre (paragraphe C des *Notes complémentaires*).

La série des exemples ci-dessus suffit, croyons-nous, pour donner des applications des différents termes que nous avons indiqués dans la *Nomenclature de la graine*.

E. — Croquis de Germination.

Les seuls exercices pratiques que les quelques indications que nous

(1) Les graines de ce groupe sont enfermées dans des enveloppes plus ou moins épaisses qui n'ont aucun rapport avec elles. Il faut avant toute étude commencer par isoler la graine. Il est rare que dans le *Zea mais* on puisse isoler la graine sans abîmer son spermoderme.

(2) Les graines de ce groupe ont deux albumens. Celles de *Nymphaea* ont un tégument accessoire qui couvre leur micropyle.

avons données sur la germination permettent de faire, sont des croquis de germinations de plantes diverses.

Pour une plante déterminée, les croquis de germination qu'il convient d'en prendre sont :

1. Germination au moment du p^ointement de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé hors de la graine.
2. Germination de la même plante au moment de la fixation de la jeune plante au sol.
3. Germination de la même plante au moment du redressement de l'axe hypocotylé, ou au moment de la mise en liberté de la gemmule.

On prendra comme exemples les germinations de toutes les graines que nous avons citées dans la première leçon et dans les notes complémentaires. — Sur chacune de ces germinations on indiquera l'axe hypocotylé, la région radriculaire, le talon quand il existe, la gemmule, les cotylédons, la coléorhize, les racines.

§ II. — QUESTIONS ORALES.

A. — Questions générales.

Nomenclature de la graine.
Nomenclature de l'embryon.
Nomenclature de l'albumen.
Nomenclature du spermodermes.
Description générale sommaire de la germination.

B. — Définitions et questions spéciales.

Qu'appelle-t-on Phanérogames, Cryptogames ?
— Gymnospermes, Angiospermes ?
— Monocotylédonées, Dicotylédonées, Polycotylédonées ?

Définir les expressions : graine, embryon, albumen, spermoderme, germination. — Les Cryptogames vasculaires ont-elles des graines ?

Définir les expressions : axe hypocotylé, tigelle, radicule, suspenseur cotylédons, gemmule, plumule, fente gemmulaire.

Quels sont les principaux rôles des cotylédons ?

Qu'appelle-t-on embryons dégradés ? — A quels caractères peut-on reconnaître qu'un embryon est dégradé ?

Définir les expressions : albumen charnu, al. huileux, al. corné, al. farineux. — Endosperme, périsperme, donner des exemples des uns et des autres. — Embryon intraire, e. extraire ; embryon anti-trope, e. homotrope.

Définir les expressions : testa, tegmen. — Micropyle, hile, funicule, chalaze, raphé. — Caroncule, strophiole, arillode, arille.

Quels sont les principaux rôles du spermoderme ? Quelles transformations subit le spermoderme pour s'adapter à telle ou telle fonction ? En donner des exemples ?

Quelles sont les conditions nécessaires pour que la germination ait lieu ? Les trois conditions eau, air et chaleur suffisent-elles toujours ? Quelles sont les conséquences de cette insuffisance ? Idée des liqueurs nutritives. Application à la doctrine des engrais. Insuffisance des liqueurs exclusivement minérales.

§ III. — QUESTIONS ÉCRITES.

La seule question écrite dont le cadre soit tout entier contenu dans cette première leçon est : *Nomenclature de la graine.*

Les indications contenues dans cette première leçon permettent d'exposer une partie des compositions écrites suivantes :

La Germination.

L'Albumen. (Endosperme et Périsperme) (1).

Le Spermoderme.

(1) Sachant que le Périsperme n'est qu'une partie du spermoderme transformée en un réservoir de matières nutritives, on voit qu'il serait beaucoup plus logique de traiter cette partie du sujet ayant pour énoncé « l'Albumen » dans la question ayant pour énoncé « le Spermoderme. » Tel n'est pas l'usage général. Nous exigeons cependant qu'il en soit ainsi aux épreuves de licence devant la Faculté de Lille.

Ces indications ne suffisent pas pour traiter ces compositions d'une manière complète. Ainsi dans la *Germination* il faut donner la *Physiologie de la germination*. — Dans l'*Albumen* et le *Spermoderme* on exigerait des candidats : *l'origine et la formation de ces parties, leur structure en général, les caractères fournis par la comparaison de ces parties dans les grands groupes de végétaux phanérogames, les rôles physiologiques correspondant aux principaux types de structure du spermoderme et de l'albumen*. On trouvera tous ces renseignements dans nos Leçons sur la Génération dans la partie de notre cours intitulée « *Des Fonctions et de leurs Organes*. »

INSTRUCTION GÉNÉRALE POUR LES MANIPULATIONS.

§ I. — INSTALLATION. — INSTRUMENTS.

L'étudiant ou l'amateur de Botanique a besoin, pour ses observations, d'un champ lumineux d'une grande étendue et autant que possible sans obstacle direct. Pour réaliser cette condition, l'étudiant sera généralement forcé de placer sa table de travail devant la fenêtre d'une pièce située au dernier étage de la maison qu'il habite. Dans la plupart des villes, en effet, les seules fenêtres dont le champ lumineux soit sans obstacle direct sur une certaine étendue sont celles des mansardes des maisons. L'obliquité ordinaire de ces fenêtres ne gêne pas l'installation tant qu'elle ne dépasse pas 45 degrés. Dans le cas où la table de travail est installée près d'une fenêtre oblique, il importe que cette fenêtre ne soit pas trop élevée au-dessus d'elle.

La fenêtre choisie doit être exposée en plein nord; à défaut de cette orientation, la meilleure de toutes, l'étudiant préférera l'exposition à l'est s'il doit travailler l'après-midi, l'exposition à l'ouest s'il

doit travailler dans la matinée. En aucun cas, il ne devra prendre l'exposition au sud, car c'est de toutes les expositions celle qui reçoit directement la plus grande quantité de rayons solaires.

Autant que possible la fenêtre choisie sera garnie d'une seule glace épaisse, incolore, transparente, polie des deux côtés. A défaut de glace, on garnira la fenêtre des plus grandes vitres possibles.

En admettant que, par suite de nécessités matérielles, les conditions d'éclairément recommandées ci-dessus ne puissent être réalisées comme je l'indique, on corrigera la lumière en faisant établir à l'intérieur de la pièce, et à dix centimètres de la fenêtre choisie, un grand cadre en bois blanc très léger, sur lequel sera fortement tendue une lame de toile à calquer. Ce cadre doit pouvoir s'enlever et se placer rapidement. J'ai vu quelquefois remplacer le cadre en question par des carreaux en verre dépoli sur une face. Dans ce cas, la perte de lumière est trop considérable. On peut adresser le même reproche à un autre système qui consiste à tendre fortement à sept ou huit centimètres de la fenêtre dans l'intérieur de la pièce, un store blanc uni, large, sans pli. Il est très difficile d'établir un store répendant à ces conditions, n'éprouvant aucune oscillation par aucun temps et pouvant en outre s'enlever et se disposer rapidement.

On évitera dans la mesure du possible d'installer sa salle de travail dans une maison bordant une rue pavée où la circulation des voitures est fréquente et occasionne de nombreuses trépidations. On évitera, à plus forte raison, que la salle de travail soit trop rapprochée de tout atelier.

La meilleure table de travail consiste en une tablette d'orme ou de chêne très sec, bien unie, encadrée au moins aux deux bouts, de 0^m,037 d'épaisseur, sur 1^m,50 de long, et 0^m,75 de large. Cette tablette est portée par quatre pieds carrés, pleins, du même bois, mesurant 0^m,10 d'équarrissage. Inférieurement ces quatre pieds sont reliés entre eux par trois fortes traverses. La hauteur de la tablette au-dessus du sol sera de 0^m,80. Les tables ainsi construites sont par elles-mêmes suffisamment lourdes; il est inutile de les fixer au sol; elles peuvent servir de type pour les tables d'élèves dans les laboratoires publics; ces tables n'ont pas de tiroirs; on les remplace par une boîte à compartiments où l'élève range *tous* ses instruments *après chaque séance*. Toutes ces boîtes sont remises chaque fois dans une armoire commune.

Si l'on a plus de place, une installation définitive de longue durée

et d'usage fréquent, on remplacera avantagement la table ci-dessus par une sorte de bureau dont la tablette de 0^m,037 d'épaisseur et située à 0^m,80 du sol, mesurera 2^m de long sur 0^m,75 de large. De chaque côté de ce bureau, sous la tablette, on aura fait disposer une série de quatre tiroirs de la profondeur du bureau, larges de 0^m,35, hauts intérieurement de 0^m,15.

Les tables ou le bureau, ou bien ne seront pas peints du tout, ou bien ils seront peints noir d'ivoire puis polis.

Les sièges répondant au service des tables ou des bureaux décrits ci-dessus seront :

1^o Pendant la confection des préparations, une chaise de paille ordinaire, ou un fauteuil de paille de forme flamande;

2^o Pendant le dessin à la chambre claire, un tabouret de bois haut de 0^m,58, ayant quatre pieds très lourds, reliés par des traverses qui permettent de reposer les pieds à diverses hauteurs (1).

Les instruments d'optique les plus nécessaires au botaniste sont :

a. — Un microscope Véric (Modèle fig. 5 du Catalogue Véric) muni des objectifs N^{os} 0, 2, 3, 6; des oculaires N^{os} 1 et 3 à petits verres; d'une chambre claire Milne-Edwards et Doyère (2); d'un revolver à collier simple; et d'un micromètre au $\frac{1}{100}$ (3).

Par mesure d'économie, les objectifs 0 et 3, le revolver et le micromètre peuvent être ajoutés séparément et successivement au fur et à mesure des besoins.

On exigera une poignée à la boîte qui renferme l'instrument.

On peut, si les nécessités de la fortune le commandent, substituer à ce microscope le modèle de la fig. 6 du catalogue Véric; mais le pied de cet instrument n'est pas assez lourd.

(1) Prix des tables = 25 à 40 francs.

Prix des bureaux = 125 à 200 francs.

Prix des tabourets = 8 à 12 francs.

(2) Le dernier modèle perfectionné par M. Véric.

(3) Prix du microscope (fig. 5) avec les oculaires 1 et 3 et les objectifs 2, 6 = 165 fr.

Objectif 0 = 20 francs.

Objectif 3 = 35 francs.

Chambre claire = 35 francs.

Revolver = 25 francs.

Micromètre = 15 francs.

Si l'installation doit être définitive, il y a avantage à prendre le microscope fig. 3 du catalogue Vérick, c'est le plus petit des modèles à platine tournante. On complètera la composition ordinaire de ce microscope en y ajoutant :

Une chambre claire Milne-Edwards et Doyère.

Un micromètre au $\frac{1}{1000}$.

Un revolver.

Un objectif à immersion N^o 10.

Un appareil d'éclairage Dujardin.

Un goniomètre.

Un appareil à polarisation.

Un objectif 00 (1).

On fera remplacer la platine de glace noire de ce modèle par une platine de laiton (2).

b. — Une loupe montée, modèle Chevalier (fig. 12 du catalogue d'Arthur Chevalier). Les doublets à ajouter à cet instrument sont les N^{os} 10, 5, 3, 1. Lorsque les préparations à faire deviennent délicates, comme lorsqu'il s'agit d'isoler à l'aiguille des cellules apicales de points de végétation, on complète cet instrument en lui ajoutant successivement les doublets $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ (3).

c. — Une loupe à main modèle Chevalier (fig. 20 du catalogue Chevalier). Celle-ci est parfois remplacée par une loupe Coddington.

d. — Une chambre claire Wollaston.

e. — Un écran à deux pieds.

Les autres instruments nécessaires au botaniste, sont :

(1) Prix du microscope (fig. 3) avec oculaires 1, 2, 3 et objectifs 0, 2, 3, 6 = 390 frs.

Prix du micromètre au $\frac{1}{1000}$ = 30 francs.

» de l'objectif à immersion N^o 10 = 200 francs.

» de l'appareil d'éclairage Dujardin = 50 francs.

» du goniomètre = 50 francs.

» de l'appareil à polarisation = 45 francs.

» de l'objectif 00 = 20 francs.

(2) Aux microscopes Vérick, on peut substituer ceux de Pratzmowski, ceux de Zeiss ou ceux de Ross.

(3) Prix du pied avec un doublet = 60 francs.

» de chaque doublet pour les N^{os} 1, 3, 5, 10 = 10 francs.

» " " " $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ = 20 francs.

a. — Instruments tranchants :

Trois rasoirs anglais légers pour les préparations tirées de corps très tendres comme des tiges aquatiques, des ovules, etc.

Deux rasoirs anglais forts pour couper des corps plus durs comme le bois.

Trois scapels moyens.

Deux paires de ciseaux fins pointus du bout.

Une paire de ciseaux forts.

Deux pinces droites de Strauss.

Une grosse pince à dissection humaine.

Deux aiguilles lances effilées à manche polygonal de 3^{mm} à 5^{mm} de diamètre.

Trois aiguilles montées rondes très effilées à manche polygonal de 3^{mm} à 5^{mm} de diamètre.

Un bon couteau de poche.

Pour tenir ses instruments tranchants en état, on se procurera :

Une *bonne pierre d'Amérique*.

Un *cuir à rasoir système Picault*.

b. — Verrerie :

Des lames porte-objet en verre fin ; on les nomme *slide*.

Des lames couvre-objet carrées ou circulaires en verre très mince ; on nomme ces lames, *cover*.

Six verres de montre.

Trois petites cloches.

Un assortiment de verres cylindriques sans pied.

Un assortiment de cristallisoirs.

Six soucoupes de porcelaine vernie.

Un assortiment de bocalx bouchés les uns au liège les autres à l'émeri.

c. — Réactifs les plus employés en Botanique.

L'alcool.

La glycérine ordinaire pure.

La glycérine épaisse.

L'acide acétique cristallisable.
La potasse en solution concentrée.
L'eau iodo-iodurée (1).
Le chloro-iodure de zinc.
Le bleu d'aniline soluble à l'eau en solution aqueuse très faible.
L'eau sucrée à 5 p. ‰.
L'azotate acide de mercure.
Le sulfate de cuivre.
L'acide sulfurique à 68 p. ‰.
L'acide osmique en solution aqueuse au $\frac{1}{1000}$ et au $\frac{1}{500}$.
Le picocarminate d'ammoniaque.
L'ammoniaque.
La fuchsine en solution aqueuse très faible.
L'acide azotique tetra-hydraté.
Le chlorate de potasse en solution saturée.
L'acide picrique.
Le chlorure de calcium.
Le serum iodé.

Tous ces réactifs doivent être dans des flacons à pipettes compte-gouttes. On emploiera avec avantage les boîtes à réactifs (système Ranvier) pour les plus usitées d'entre ces liqueurs.

d. — Instruments de dessin.

Des crayons Faber *hexagonaux* à mine de graphite de Sibérie N^{os} :

B pour les traits noirs.

HB pour les traits courants.

H pour les traits fins.

Exceptionnellement on emploiera HH et BB.

Du papier vergé à 0 fr. 15 cent. la feuille ou du carton Bristol.

Du papier quadrillé.

De l'encre de Chine.

Un godet en verre dépoli.

Un assortiment de pinceaux, dont deux très fins seront montés sur des manches ronds en bois blanc, et serviront

(1) Formule de l'eau iodo-iodurée :

Eau	250 grammes.
Iodure de potassium	1 gramme.
Iode	1 gramme.

à recueillir les coupes à la surface des rasoirs ou dans les verres de montre.

Un assortiment de couleurs en briques.

Id. id. au miel.

Des équerres.

Des règles.

Un double décimètre divisé en demi-millimètres.

Un rapporteur divisé en demi-degrés.

e. — Instruments et objets divers.

Des boîtes à préparations, boîtes livres, système Véricq.

Des boîtes à préparations, boîtes horizontales avec plaques de verre, système Babin.

Si on a le gaz, un brûleur Brewer pour micro-chimie, ou, à sa place, une petite lampe à essence forme basse

Un assortiment de moelle de sureau.

De bons bouchons sans piqûres.

De la paraffine.

De l'essence de térébenthine.

De la potée d'émeri à dix minutes.

De l'huile d'armurier.

Du baume de Canada.

Du bitume de Judée

De la mixtion des doreurs.

Des pinceaux de marte lavés à l'éther pour nettoyer les lentilles des instruments d'optique.

Une peau de daim.

Des linges de batiste demi-usés.

Des torchons.

Des tabliers.

Des blouses.

Des languettes de papier buvard blanc.

§ II. — ENTRETIEN DES INSTRUMENTS.

L'entretien en bon état des instruments dont se sert journellement le Botaniste dans ses travaux pratiques lui sera grandement facilité :

- 1° S'il apporte un grand soin dans le maniement de ces instruments ;
- 2° S'il a la précaution de nettoyer chacun d'eux et de les ranger tous après chaque séance de travail.

A. — *Entretien des Instruments d'Optique.*

Les soins spéciaux que réclament les instruments d'optique dont se sert le Botaniste portent :

Sur la netteté de leurs verres.

Sur la facilité et la douceur de leurs mouvements.

Les verres des instruments d'optique se nettoient avec un pinceau de marte bien sec dégraissé à l'éther. Le pinceau suffit lorsque les lentilles sont ternies par la poussière seulement. Quand les lentilles ont été mouillées accidentellement, ou lorsqu'elles ont été touchées par les doigts, on les frotte légèrement avec un linge de batiste demi-usé, après avoir humecté leur surface en soufflant dessus. On achève de rendre ces lentilles parfaitement nettes avec une peau de daim très fine.

Il arrive parfois que les verres des instruments d'optique ou le baume qui sert à les réunir se devitrifient. Il faut alors renvoyer les instruments au constructeur.

Pour ce qui concerne le nettoyage complet des verres de la chambre claire, des instruments de polarisation et des objectifs à immersion, il est nécessaire de renvoyer de temps à autre ces instruments au constructeur. Cette révision du constructeur permet de n'avoir pas à redouter le desserrement des vis que les trépidations finissent par provoquer surtout dans les chambres claires. Il convient du reste de profiter de cette occasion pour faire vérifier son microscope de temps en temps.

Les mouvements des instruments d'optique sont donnés par des vis, des genoux et des coulants. Il suffit, pour conserver les vis et les genoux en bon état, de les essuyer de temps à autre avec un linge fin très légèrement imbibé d'huile d'armurier. Le graissage terminé, on essuie vis et genoux avec un autre linge propre et bien sec. — Quant aux coulants, il faut avoir soin de les essuyer au commencement et à la fin de chaque séance de travail avec un linge fin bien sec demi-usé. De loin en loin on frottera les coulants avec un tampon de linge fin légèrement graissé avant de les essuyer au linge sec.

B. — *Entretien des Instruments tranchants.*

Pour tenir ses instruments tranchants en bon état, il faut les repasser :

- 1^o A la fin de chaque séance de travail ;
- 2^o Autant de fois qu'il est nécessaire au cours de chaque séance.

Pour repasser un rasoir, on s'assure tout d'abord par un examen à la loupe que le tranchant ne porte aucun cran ; cela fait on procède au repassage sur la pierre, *au coup de pierre*, comme disent les couteliers.

Cette opération se fait de la manière suivante :

On étale sur une bonne pierre *d'Amérique* quelques gouttes d'huile d'armurier. La pierre est placée à plat sur une table devant l'opérateur, son talon étant tourné du côté de ce dernier. La pierre est maintenue un peu obliquement à l'aide du pouce et de l'index de la main gauche. L'opérateur prend alors le rasoir à repasser dans la main droite comme s'il s'agissait de faire une coupe. Il pose le rasoir à plat sur la pierre près de la tête de celle-ci, le tranchant du rasoir étant dirigé de son côté et regardant par conséquent le dos du rasoir, le tranchant demeurant sur la pierre, puis il le fait glisser sur la pierre en l'amenant de la tête vers le talon. Le rasoir doit cheminer parallèlement à sa position initiale dans toute l'étendue de sa course. Pendant toute la course, le tranchant du rasoir doit exercer une certaine pression sur la pierre. La pierre doit être assez large pour que la presque totalité de la lame du rasoir frotte simultanément sur la pierre pendant le mouvement. En arrivant près du talon, on soulève légèrement le rasoir ; en même temps, on le fait tourner autour de son dos comme axe et on lui fait opérer une rotation d'une demi-circonférence. Dans cette révolution, on évite que le tranchant du rasoir ne vienne heurter la pierre. La rotation faite, le rasoir doit être posé à plat sur la pierre presque perpendiculairement à celle-ci, le tranchant regardant cette fois la tête de la pierre. On soulève très légèrement le dos du rasoir le taillant demeurant sur la pierre et l'on fait glisser le rasoir du talon vers la tête de la pierre. On retourne le rasoir en lui imprimant une demi-révolution d'avant en arrière. Nous

sommes revenus à notre point de départ. Il suffit de répéter un certain nombre de fois le mouvement de va et vient qui vient d'être décrit.

Si le rasoir présentait un cran au commencement de l'opération, on froterait légèrement son tranchant sur une des arêtes de la pierre d'Amérique en le faisant glisser une ou deux fois contre cette arête. Cela fait, on repasserait l'instrument sur la pierre comme il a été dit ci-dessus.

Le rasoir ayant été repassé sur la pierre, on l'essuie avec soin, puis on le frotte sur la face du cuir à rasoir qui est recouverte d'émeri. Cette friction sur le cuir se fait comme pour la friction sur la pierre; mais *le dos du rasoir est ici toujours en avant* pendant le mouvement. On a soin de presser assez fortement la lame sur le cuir. On frotte alternativement chacune des faces du rasoir sur le cuir. Après quelques frictions, on essuie le rasoir avec soin et on répète la même opération mais sur le côté du cuir qui porte la plumbagine. On essuie encore une fois le rasoir; il est repassé.

Pour peu que l'on ait soin au cours d'une séance de donner un coup de cuir à son rasoir chaque fois que l'on a fait deux ou trois coupes, on l'entretient en parfait état.

Un rasoir coupe d'autant mieux qu'on s'en sert plus souvent.

Dans son *Traité du Microscope*, M. Van Heurck a indiqué le procédé de repassage suivant. Je le reproduis à cause de son extrême facilité.

On prend une tablette de la composition nommée

« *Celebrated magnetic tablet* » (1)

On frictionne un certain nombre de fois le rasoir tenu horizontalement sur cette tablette. Puis on lui donne un coup sur le cuir qui est du côté opposé à la tablette; on a soin d'étaler sur ce cuir, avec le doigt, une goutte de « *Rimmel's Genuine Diamond Dust* » que l'on trouve dans toutes les parfumeries de la maison Rimmel.

L'inconvénient de ces tablettes est leur prix élevé, chacune d'elles coûte de 12 à 15 francs.

Les scalpels, couteaux, ciseaux, aiguilles tranchantes se repassent comme les rasoirs.

(1) Rigge Brockbank et Rigge, 35, New bond Street, London, et 5 East Street, Brighton.

On doit avoir soin de ne jamais briser la pointe de ses aiguilles rondes ; si cet accident arrive, il faut renvoyer les aiguilles au constructeur.

C. — *Entretien des Pincés.*

Il suffit de les graisser légèrement de temps à autre avec un linge fin demi-usé légèrement imbibé d'huile d'armurier pour empêcher qu'elles ne se rouillent. Si les pincés étaient rouillées, on enlèverait la rouille avec un linge bien propre imbibé de pétrole et légèrement saupoudré de potée d'émeri à 10^m. La rouille enlevée, l'objet serait très soigneusement essuyé puis légèrement graissé avec du suif et essuyé de nouveau.

Ce procédé de dérouillement s'applique à tous les objets d'acier rouillés.

D. — *Entretien des Pinceaux.*

Pinceaux secs dégraissés. — On les lave de temps à autre à l'éther.

Pinceaux pour recueillir les coupes. — On les dégraisse en les lavant dans l'alcool. A la fin de chaque séance on les lave à l'eau pure et on les essuie avec un linge fin. On les renouvelle d'ailleurs aussi fréquemment que le besoin s'en fait sentir.

Pinceaux pour lavis. — On les lave à la fin de chaque séance dans de l'eau pure bien fraîche, jusqu'à ce que l'eau qui s'en écoule lorsqu'on les soulève hors de l'eau soit parfaitement limpide. On forme alors leur pointe en les exprimant entre les lèvres. — Il ne faut jamais ranger un pinceau de lavis ou de coupes sans former avec grand soin sa pointe sous peine de voir les meilleurs pinceaux s'abîmer en quelques séances.

§ III. — PRÉPARATIONS.

Dans l'état actuel de la Botanique, les amateurs et les étudiants qui désirent étudier cette science ne tardent pas à reconnaître com-

bien l'observation des végétaux, même quand on la réduit à une étude très élémentaire de leurs caractères les plus généraux, est incomplète et insuffisante quand on borne son examen des plantes à ce qu'on y peut découvrir à l'œil nu ou à l'aide de la loupe à main. S'ils veulent tant soit peu approfondir l'étude des plantes qu'ils ont à connaître, force leur est bientôt de recourir au microscope et à la loupe montée. Très généralement alors, ils se voient dans l'obligation de faire des préparations microscopiques (1), les objets de leurs études étant rarement assez petits et assez transparents pour se laisser examiner sans être soumis à des manipulations préalables. Les préparations microscopiques consistent :

- 1° En coupes minces pratiquées dans des directions déterminées ;
- 2° En dissections faites à l'aiguille et sous la loupe montée.

A. — Coupes microscopiques.

Les coupes microscopiques se font généralement à la main, l'objet à couper étant tenu directement entre les doigts. Ce procédé semble souvent fort difficile au débutant et lui fait préférer l'emploi du microtome. Pourtant vu la grande supériorité des coupes faites à la main sur les coupes obtenues avec les microtomes, nous ne saurions trop conseiller aux amateurs et aux étudiants de s'exercer le plus possible à faire ces sortes de coupes. Ils acquerront bientôt l'habileté nécessaire pour les réussir. Toutefois ils doivent se dire qu'il en est des coupes comme de beaucoup d'autres exercices manuels, que plus on en fait plus on devient habile à les faire, et que si l'on veut devenir de première force dans ce genre d'exercices, il faut en faire chaque jour pendant quelques heures.

Il y a lieu de distinguer un certain nombre de cas dans la confection des coupes.

I. — Nous prendrons comme premier cas celui qui est de beaucoup le plus fréquent, le cas où l'objet à couper n'est pas très dur, assez rigide pourtant pour ne pas s'affaisser sous le rasoir et suffisamment gros pour être solidement tenu entre les doigts.

(1) L'importance de ces préparations microscopiques est telle qu'aux examens de la Licence ès-sciences naturelles, le règlement administratif les fait intervenir pour 1/3 de l'examen de Botanique, et cette partie de l'examen est à elle seule éliminatoire.

Dans cette première hypothèse, si l'objet à couper est assez volumineux ; s'il a de 1 à 12 millimètres de diamètre sur 10 à 40 millimètres de longueur, on le saisit entre la face interne de la première phalange de l'index de la main gauche et la face interne de la première phalange du pouce de la même main ; la direction de la phalange du pouce étant sensiblement perpendiculaire à celle de l'index. Le doigt major de la main gauche doit être appliqué contre l'index de manière à ce que sa première phalange puisse retenir l'objet à couper, si l'objet est assez long, et de manière dans tous les cas à soutenir le pouce. Cela fait, on pose l'avant-bras gauche, en l'appuyant, sur le bord de la table de travail. On saisit ensuite le rasoir de la main droite. Le pouce, l'index et le major de cette main tiennent la lame du rasoir. La première phalange du pouce est placée entre le talon de la lame du rasoir et le manche de cet instrument ; les premières phalanges accolées de l'index et du major de la main droite sont placées sur le dos de la lame à la hauteur du pouce. L'annulaire et l'auriculaire de la main droite enveloppent le manche du rasoir et le maintiennent appliqué sur le bord interne de la paume de la main droite. On appuie l'avant-bras droit sur le bord de la table de travail. La pression que le bras droit doit exercer sur la table dépend du degré de dureté de l'objet à couper ; on presse d'autant plus que l'objet est plus dur et le rasoir plus lourd. Le plat de la lame du rasoir est alors appliqué sur le bord externe de l'index de la main gauche, le talon du rasoir étant à la hauteur de l'objet à couper, le taillant de l'instrument touchant l'objet. Si, comme il faut toujours le faire, on a préparé une surface plane (au couteau ou au rasoir) à l'extrémité supérieure de l'objet, on *rafrâchit* cette surface en imprimant au rasoir une sorte de mouvement de scie de gauche à droite. En exécutant ce mouvement, on tire le rasoir vers l'observateur en le tenant appliqué sur l'objet. Le rasoir entaille l'objet ; il convient qu'en arrivant vers l'extrémité de sa course le rasoir ait détaché de la partie supérieure du corps à couper une rondelle entière. — Ceci fait, on répète la même opération, mais en s'efforçant de détacher de l'objet une tranche aussi mince que possible.

Pour éviter de s'entailler le pouce presque à chaque coup, quelques personnes laissent volontiers la surface supérieure de l'objet à couper dépasser sensiblement le niveau du pouce et de l'index ; presque toujours alors, ces personnes font leurs coupes en lançant le rasoir sur l'objet de droite à gauche, d'arrière en avant et aussi légèrement de bas en haut ; en outre, elles n'appuient jamais leurs

bras sur le bord de la table de travail. Cette méthode, très élégante au premier abord, expose l'opérateur à de nombreux insuccès, surtout un jour d'examen où l'émotion, bien naturelle en un tel moment, influe beaucoup sur la sûreté de la main. Force est même de renoncer à cette méthode quand il s'agit de faire une série de coupes successives dans un objet donné.

Après un certain nombre de coupes, quelquefois même après chaque coupe, il faut rectifier la direction des sections en redressant la surface supérieure de l'objet à couper.

Avant tout autre exercice, les débutants feront bien pour se faire la main de couper pendant quelques jours :

- 1° Des bâtons cylindriques de moelle de *Sureau* ;
- 2° Des bâtons cylindriques de moelle de *Silybum Marianum* ou d'*Ailantus glandulosa* ;
- 3° Des bouchons fins sans piqûres.

On commencera par couper des bâtons de moelle de sureau de 5 à 6 millimètres de diamètre ; puis des bâtons de plus en plus gros, jusqu'à 15 millimètres de diamètre. On s'efforcera de faire des coupes très minces à faces bien parallèles et de très grande étendue en une seule course de rasoir. On reconnaîtra que les coupes ont la minceur voulue quand, abandonnées librement dans l'air, elles descendent vers le sol avec la plus grande lenteur et se relèvent rapidement au moindre vent qui les frappe. Ces mêmes coupes tombant dans une goutte d'eau alcoolisée à 10 p. % doivent choir au fond du liquide et ne point flotter à sa surface.

Les coupes de liège sont difficiles à bien réussir ; en les faisant, on reconnaît bien vite les qualités de ses rasoirs ; les bons rasoirs bien repassés permettent de couper le liège sans laisser à la surface du bouchon la moindre bavure. — Les coupes dans le liège usent très rapidement le taillant des rasoirs ; il faut, quand on fait cet exercice, repasser ses rasoirs très fréquemment sur le cuir et même sur la pierre.

Si le corps à couper est sec et suffisamment cohérent, il n'y a point de précautions spéciales à prendre pour le couper ni pour transporter les coupes du rasoir sur les lames de verre sur lesquelles on les étale pour les observer par transparence. Il vaut mieux pourtant en toutes circonstances, que le corps soit sec, qu'il soit humide, qu'il soit cohérent ou non, pratiquer les coupes en déposant sur la surface

du corps à couper une goutte de liquide eau pure, alcool ou eau glycinée. A chaque coupe le rasoir est lui-même plongé dans l'un de ces liquides. En général après chaque immersion du rasoir une grosse goutte de liquide reste adhérente à sa surface ; la coupe en se détachant vient nager dans cette goutte ; on évite ainsi sa dessiccation et son froissement. La coupe étant ainsi placée sur le rasoir, on l'enlève sur la pointe d'une aiguille ou au bout d'un pinceau et on la porte soit directement sur une lame de verre nommée *porte-objet* ou *slide*, soit, si les matériaux abondent et s'il y a possibilité et utilité de faire un grand nombre de coupes, dans un petit cristallisoir ou simplement dans un verre de montre plein d'alcool, d'eau, ou de liquide acéto-glycérique. On laisse séjourner (*digérer*) les coupes dans ces liquides pendant quelque temps. Cette opération a pour but de chasser l'air que contiennent ordinairement les coupes microscopiques.

Si la préparation a été directement transportée sur un *slide*, (ce que l'on est obligé de faire dans un grand nombre de cas), on a eu soin de déposer au milieu de celui-ci une goutte de liquide (eau, eau glycinée, acide acétique, liquide acéto-glycérique, alcool, etc.) On étale la coupe au pinceau ou à l'aiguille dans la goutte liquide, puis on la recouvre d'une lame de verre fin nommée *cover* ou *couvre-objet* destinée à diminuer sensiblement l'évaporation de la goutte liquide où est plongée la coupe. La goutte liquide s'aplatit sous le *cover* et *doit arriver à REMPLIR SANS DÉBORDER toute la surface couverte par le cover*. Il faut avoir soin d'éviter l'introduction de bulles d'air dans la coupe pendant cette opération.

Si les coupes avaient été mises à digérer dans un verre de montre ou dans un cristallisoir, on les pêche avec un pinceau et on les porte sur des *slides* comme il est dit ci-dessus.

Il ne faut jamais observer les coupes microscopiques à sec ; la différence de réfringence de l'air et des tissus végétaux étant trop considérable ; et la dessiccation des tissus végétaux, qui sont toujours très fortement imbibés d'eau, suffisant à les altérer profondément.

II.— Si l'objet à couper est de trop petite dimension pour être tenu entre les doigts, on l'enferme, lorsque sa résistance n'est pas trop grande, dans une encoche pratiquée longitudinalement dans l'extrémité supérieure d'un bâton de moelle de sureau sèche (1). On place

(1) En faisant cette encoche il faut éviter de briser la moelle. Pour cela quelques personnes fendent le bâton de moelle dans toute sa longueur et en réunissent ensuite les deux moitiés qui sont maintenues appliquées l'une contre l'autre par des anneaux de caoutchouc.

l'objet dans cette encoche de telle manière que la section qu'on en veut faire soit parallèle à la face supérieure du bâton de moelle. En détachant alors des coupes parallèlement à la face supérieure du bâton de moelle, on obtiendra des coupes de l'objet. Il suffira, après chaque coupe, de tremper son rasoir dans un cristalliseur plein d'eau alcoolisée pour que les préparations viennent nager dans le liquide où on les recueillera avec un pinceau. — Si l'objet à couper est très humide et craint d'être desséché, il faut l'enfermer dans un morceau de moelle de sureau imbibée d'eau. Souvent alors il est avantageux de remplacer le morceau de moelle mouillée par un prisme taillé dans une carotte, un navet, un radis ou une betterave fraîchement arrachés. On opérera comme ci-dessus pour obtenir les coupes. — Si l'objet à couper est à la fois petit, bien sec et très résistant, il faut l'enfermer dans une encoche pratiquée à la partie supérieure d'un bon bouchon de liège fin sans piqûres; on a soin de maintenir serrées très fortement les lèvres de l'encoche au moyen d'un fort anneau de caoutchouc. Parfois, pour éviter que l'objet à couper se déplace dans l'encoche pendant l'opération, on prend la précaution de le coller sur une des faces de l'encoche où il doit être enfermé. Pour obtenir les coupes, on opérera comme plus haut.

III. — Si l'objet à couper est excessivement petit, sans être trop mou, on l'enferme pour le couper dans une masse de colle forte. A cet effet, on prend un bon bouchon fin sans piqûres; à l'aide d'un rasoir, on fait à l'une de ses extrémités une surface bien plane, puis on dépose sur cette surface, avec un pinceau, une mince couche de colle forte. Au bout d'un quart-d'heure environ, on dépose l'objet sur la colle en le disposant de telle façon que le plan de la section que l'on en veut faire, soit parallèle au plan de la surface du bouchon. On laisse sécher pendant trois quarts d'heure environ, puis on laisse tomber une goutte de colle forte sur l'objet qui est ainsi empâté dans la gélatine. On laisse sécher vingt-quatre heures, après quoi on fait dans la masse gélatineuse des coupes parallèles à la surface du bouchon.

On recommande quelquefois d'ajouter un peu de glycérine à la colle forte employée pour empâter les objets, afin d'éviter que cette matière s'éclate sous le rasoir pendant la coupe.

Voici la composition du mélange agglutinant le plus usité au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille :

Colle forte ordinaire concassée,	100 grammes.
Eau	60 »

Glycérine ordinaire	20 grammes.
Glucose	8 »

On mêle tous ces ingrédients dans une capsule chauffée au bain-marie, on maintient le bain-marie à l'ébullition jusqu'à ce que tout soit entièrement fondu; on laisse alors la température s'abaisser un peu au-dessous de 100 degrés; on maintient cette température constante pendant une heure environ. On agite de temps à autre la masse avec une spatule de manière à la rendre homogène.

Lorsque les objets à couper sont excessivement petits et très solides comme des fibres textiles, il vaut mieux ne pas ajouter de glycérine à ce mélange.

On peut, du reste, éviter que la colle forte s'écaille, lorsqu'on la coupe, sans avoir recours au mélange décrit ci-dessus. Il suffit, pour cela, de passer légèrement la langue sur la surface de la colle chaque fois que l'on fait une coupe.

Lorsqu'on fait des coupes dans des objets encollés, il faut se servir d'un rasoir sec et à lame très lisse. Les coupes obtenues sont plongées dans l'eau ou dans tel liquide que l'on veut; la matière encollante ne gêne en rien l'observation. Si toutefois on tient à s'en débarrasser, on met les coupes digérer quelques instants dans un verre de montre plein d'eau. Quand on a à craindre le déplacement des parties de la coupe, il faut déposer celle-ci sur le slide où on doit la conserver et la recouvrir d'une goutte d'eau. Quelques instants après, la gélatine se gonfle, devient presque fluide; on peut alors l'enlever avec un tortillon de papier buvard blanc; on ajoutera et on enlèvera de l'eau à plusieurs reprises.

On empâte quelquefois les objets à couper dans la gomme arabique glycerinée et phéniquée, ou bien encore dans la paraffine. Dans ce dernier cas, les coupes faites doivent être mises d'abord dans la térébenthine, puis dans l'alcool absolu. Ces changements répétés de liquides et de supports ne peuvent être faits que lorsqu'on n'a pas à craindre le déplacement des parties de la coupe.

IV.— Il y a parfois, bien que fort rarement, utilité à ramollir les objets durs et volumineux dont on veut faire des coupes, comme les troncs de lianes, les vieilles écorces. Pour cela on laisse macérer ces objets pendant quelques semaines dans la liqueur de Wickersheim, dont voici la formule :

Faites dissoudre à chaud dans trois litres d'eau bouillante :

Alun de potasse	100 grammes.
Chlorure de sodium (sel de cuisine en gros cristaux)	25 »
Azotate de potasse (salpêtre)	12 »
Potasse.	60 »
Acide arsénieux	10 »

Laissez refroidir et filtrez. A dix litres du liquide filtré, ajoutez :

Glycérine	4 litres.
Alcool méthylique	1 »

Laissez reposer la liqueur et filtrez-la trois semaines après sur un filtre lavé à l'eau bouillante.

On préfère souvent couper les corps durs et volumineux sans se donner la peine de les faire ramollir dans la liqueur de Wickersheim. Voici alors comment on opère : on taille sur le corps à couper, à l'aide d'un couteau, d'une lime ou d'une meule, une face plane parallèle à la direction dans laquelle les coupes minces doivent être faites, puis, avant chaque coup de rasoir, on passe la langue sur cette surface. En général, cette surface se trouve ainsi suffisamment ramollie pour que l'on puisse en détacher des tranches observables au microscope.

Dans quelques laboratoires de botanique autrichiens, pour préparer des coupes d'ensemble d'une grande étendue à travers des corps durs et volumineux non ramollis, on procède de la manière suivante :

On détache à la scie, parallèlement à la direction voulue, une rondelle du corps à couper. Cette rondelle est transformée en coupe suffisamment mince pour être étudiée au microscope, en frottant successivement chacune de ses faces sur une meule d'émeri qui tourne horizontalement (1).

V.— Lorsque les objets à étudier sont mous, deux cas peuvent se présenter ; ou bien on peut sans inconvénient faire durcir les objets à couper, ou bien il faut les étudier séance tenante.

Pour faire durcir les objets, on les laisse macérer pendant un temps

(1) Comme la rondelle à amincir ne peut être tenue entre les doigts, on la colle à l'extrémité d'un bouchon flambé.

variable dans de l'alcool à 90 degrés. Il importe que les objets à couper ne soient pas rendus trop friables par leur séjour dans l'alcool, comme cela arrive pour les feuilles de *Melianthus major* (1).

Lorsqu'il faut étudier les objets très mous, séance tenante, on profite de leur turgescence pour en détacher des coupes. On se sert, dans ce cas, d'un rasoir très léger, tel que ceux dont j'ai naguère donné le modèle à M. Mariaud, fabricant à Paris. La condition *sine qua non* pour réussir ses coupes est, dans ce cas, d'opérer très rapidement. A chaque section que l'on veut faire, on lance son rasoir sur la pièce à couper avec beaucoup d'assurance. Si les coupes, bien que fort épaisses, ont leurs faces parallèles, elles suffisent pour l'observation à la condition d'être plongées dans une grosse goutte de liquide sous le cover, ce dernier ne devant ni déformer ni, à plus forte raison, écraser les coupes par son poids. La plupart du temps la mollesse des corps à couper résultant de la grande quantité d'eau qu'ils renferment, leurs coupes sont suffisamment transparentes pour être facilement observées, même lorsque leur épaisseur est assez grande. On peut en outre éclaircir ces coupes en ajoutant au liquide dans lequel elles baignent une petite quantité de potasse.

VI.— Si les objets à examiner sont suffisamment petits et suffisamment transparents pour qu'il n'y ait pas lieu d'en faire de coupes, on les place dans une goutte d'eau ou de tel autre liquide approprié, déposée sur un slide, puis on les recouvre d'un cover. Ceux de ces objets qui sont altérés par l'eau pure, doivent être mis directement dans une goutte de liquide approprié comme l'eau sucrée, l'humeur vitrée, le serum, etc.

Les objets très petits et très transparents étant souvent fort nombreux dans les milieux où on les rencontre, il faut, autant que possible, éviter d'en placer un trop grand nombre dans une même préparation.

VII. — Il est très rare que l'opacité des objets végétaux soit assez grande pour qu'on doive se contenter de les examiner par réflexion

(1) On emploie quelquefois comme liquide durcissant des solutions aqueuses d'acide chromique de plus en plus concentrées du $\frac{1}{500}$ au $\frac{1}{100}$ et la liqueur de Müller dont la formule est :

Eau distillée.....	100 grammes.
Bichromate de potasse.....	2 "
Sulfate de soude.....	1 "

au microscope et à la loupe montée. Cela n'a guère lieu que pour les petites empreintes de végétaux fossiles. On se contente presque toujours alors de les examiner à l'aide d'objectifs faibles.

Coupes au microtome.

Le meilleur microtome est celui de Ranvier ; on en trouve deux modèles (1), un grand et un petit. Le grand modèle a l'avantage d'avoir une platine de glace qui ne se laisse pas entailler par le rasoir. Ce microtome en lui-même consiste en un tube dans lequel on encastre la pièce à couper au moyen d'un fondant, ou en la fixant solidement entre des morceaux de moelle de sureau ou de liège. Une vis micrométrique traverse l'écrou qui forme le fond de l'instrument. La tête de la vis est plate et verticale ; en la tournant la vis pousse une plaque solide assez large disposée entre la vis et l'objet à couper. La plaque presse sur toute l'étendue du corps encasté dans le tube et le force à monter. On promène le rasoir sur la platine du microtome d'un mouvement de scie en le tirant de gauche à droite et d'avant en arrière. Après chaque coupe on mouille le rasoir et l'objet. Les coupes sont mises à flotter dans un cristalliseur où on va les pêcher avec un pinceau. On peut obtenir ainsi des coupes très étendues, mais une fois la série des coupes commencée, il n'est pas possible de changer la direction des sections. — Pour les corps durs et ronds comme les graines, le microtome ne donne que de fort mauvais résultats.

Coupes dans les végétaux fossiles.

Dans ce qui précède, nous n'avons point parlé des préparations microscopiques faites dans les végétaux fossiles à structure conservée. Deux cas peuvent se présenter : ou bien les objets fossiles sont à l'état de lignite ; ou bien ils sont minéralisés soit par le phosphate de chaux, soit par le carbonate de chaux, soit par la sidérose, soit par la silice.

Si les fossiles sont à l'état de lignite et récemment recueillis, on laisse séjourner pendant quelques heures, dans une solution de potasse à 10 p. ‰, le morceau dont on veut obtenir une préparation.

(1) Chez M. Verick.

Cela fait, on le lave à l'eau distillée et on le tient dans de l'eau alcoolisée à 20 p. % jusqu'au moment où on veut le couper.

On peut remplacer ce traitement par un séjour prolongé de l'objet à couper (1) dans la liqueur de Wickersheim. Les lignites se coupent au rasoir tout comme les végétaux actuels.

Si le végétal fossile à structure conservée a été minéralisé par du phosphate calcaire, de la sidérose, du carbonate de chaux ou de la silice on a recours au procédé de Renault pour en faire des coupes.

La pièce à couper est collée sur le plateau d'une potence horizontale mobile, fixée solidement sur le bord d'un chariot au moyen d'un écrou et d'une vis de pression. Le chariot chemine à frottement très doux dans une glissière; il est tiré par un poids. En glissant, le chariot amène la pièce à couper sur la tranche d'un disque de zinc de 0,001 d'épaisseur placé verticalement, et l'y maintient appuyée. La roue de zinc tourne verticalement et barbotte à chaque tour dans une auge pleine d'émeri 0, délayé en pâte claire dans de l'eau. La roue de zinc est mue par une manivelle et une courroie. Les grains d'émeri se logent dans les aspérités du bord du disque de zinc coupent la pièce. Il faut compter une heure de travail par centimètre carré de silice à couper. Une première section détermine une surface plane parallèle à la section que l'on désire obtenir.

Par le même procédé on fait une deuxième entaille parallèle à la première.

Si la machine est bien construite (2), on peut détacher du fossile une lame de $1/2$ à $3/4$ de millimètres d'épaisseur.

La plaque détachée est collée au baume sec sur un bloc de cristal et sa face libre est usée sur des disques de zinc mus horizontalement et couverts d'émeris 0, 00, 10^m, 30^m. La première face terminée on retourne la coupe et on use son autre face, cette fois-ci, jusqu'à ce que la lame de silice soit suffisamment transparente. Les plaques minces ainsi obtenues sont conservées dans le baume de Canada.

Si l'objet minéralisé est très petit, on le coupe avec une petite lame d'acier trempé sec, tendue sur un archet et de l'émeri 0 mouillé. La lame d'acier est guidée par deux taquets verticaux; on amincit les plaques comme dans le procédé précédent.

(1) Dix jours.

(2) On peut voir au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille, des tours à couper et à polir les silices dont la grande douceur et la grande précision font des machines de premier ordre. Ce sont des tours du modèle de M. Renault sans engrenage. Ils ont été construits par notre ami M. Descamps.

Les préparations d'objets fossiles conservés dans les matières minérales citées ci-dessus, surtout celles qui sont conservées dans la silice, se laissent parfois pénétrer par le baume et deviennent si transparentes qu'il est impossible d'en voir les différentes parties. Pour éviter cet inconvénient, il faut, avant de les enfermer définitivement, les imbiber de matières colorantes très foncées, comme du violet ou du noir d'aniline.

B. -- Dissections à la loupe.

La loupe étant montée et portant le doublet N° 10, on détache au scalpel ou à l'aiguille tranchante la partie que l'on veut disséquer, on la met au milieu du disque de glace transparente, le miroir étant renversé. On prend alors de la main gauche, entre le pouce, l'index et le major, et comme si c'était une plume, une aiguille montée à pointe ronde très acérée. Dans la main droite, et de la même manière, on prend une autre aiguille ronde. On met l'œil gauche au-dessus du doublet mis au point, on ferme l'œil droit; on pose les coudes sur la table, les mains étant au niveau de la platine de la loupe et libres. De l'aiguille gauche on maintient l'objet que l'on dépouille avec l'aiguille droite (1). On enlève finalement la partie que l'on veut préparer d'un coup d'aiguille tranchante, on la dépose sur un *slide*, on l'entoure d'eau ou d'eau glycérinée et on la couvre d'un *cover*.

On dessine la préparation soit directement à la loupe, soit sous le microscope avec l'objectif 00 et la chambre claire, aussi bien par réflexion que par transparence.

Très souvent, au cours d'une dissection, il faut changer le doublet N° 10 et le remplacer successivement par des doublets de plus en plus forts, 5, 3, 1. La dissection se prolongeant alors il y a lieu d'éviter la dessiccation de l'objet à disséquer. On évite la dessiccation de l'objet en trempant de temps à autre la pointe de l'aiguille droite dans un peu d'eau alcoolisée. Ce qui reste d'eau après la pointe de cette

(1) Dans la loupe de Vêrick et dans celle de Nachet, il y a souvent des appuis pour les mains, ce dont les débutants sont toujours fort aises. Il est préférable de s'habituer à disséquer à main levée, on a plus de facilité et de légèreté dans les mouvements; à la rigueur on peut appliquer les petits doigts des deux mains sur la platine de la loupe lorsqu'on se sent trop fatigué.

aiguille est toujours suffisant pour empêcher la dessiccation et permettre de poursuivre la dissection.

Au cours d'une longue dissection, il faut souvent enlever les débris que l'on détache de l'objet étudié. On fait ce nettoyage avec un pinceau.

On a très rarement besoin, on peut même dire qu'on n'a jamais besoin dans les dissections végétales d'avoir recours aux procédés de dissection sous l'eau avec scalpels, pinces et ciseaux. Certains auteurs pourtant ont recours à ce procédé lorsqu'ils ont réussi à colorer certains tissus et qu'ils veulent voir la répartition des massifs formés par ces tissus sur une grande étendue.

C. — *Conservation des Coupes et des Préparations.*

On a souvent besoin de conserver une préparation microscopique, soit parce qu'elle a été difficile à bien réussir, soit parce qu'elle est démonstrative, soit encore parce que l'on aura occasion de s'en servir à une époque où les échantillons d'étude feront défaut.

Pour conserver une préparation on l'enferme généralement *en cellule*. A cet effet, on dépose une goutte de glycérine sur un slide. A l'aide d'un pinceau, on y transporte et on y étale la coupe que l'on veut conserver. La goutte de glycérine déposée sur le slide ne doit être ni trop grosse ni trop large. On met le cover sur le tout, et, s'il y a lieu, on achève de remplir l'espace compris sous le cover (*la cellule*) avec une petite quantité de liquide acéto-glycérique. On aura soin d'enlever tout le liquide en excès avec du papier buvard blanc. *Il est de toute nécessité que la surface du slide autour du cover soit parfaitement nette et sèche.* On scelle alors la cellule, c'est-à-dire que l'on borde le cover avec un lut, de manière à clore l'espace compris entre le cover et le slide (1).

On remplace souvent la glycérine ordinaire dans laquelle nous avons noyé la préparation à conserver par l'un des liquides conservateurs dont nous donnons la formule ci-dessous.

(1) Si l'objet à enfermer dans la cellule est épais, ou craint d'être écrasé par le cover, on place autour de la goutte liquide où doit être déposé l'objet quatre petites bandes de gomme laque en feuille. L'épaisseur des bandes de gomme laque peut être accrue à volonté selon les besoins du moment. Nous devons l'indication de ce procédé à M. A. Gravis, docteur ès-sciences naturelles.

1° La *glycérine épaisse*.— Cette glycérine s'obtient en faisant bouillir sur un feu doux, dans une capsule de porcelaine d'environ 120 grammes, cent grammes de glycérine ordinaire. La glycérine est maintenue en ébullition pendant un quart-d'heure.

2° Le *liquide glycérique* dont la formule est :

Glycérine ordinaire.....	50 grammes.
Eau distillée.....	45 »
Alcool à 90 degrés.....	5 »

3° Le *liquide acéto-glycérique* dont la formule est :

Glycérine ordinaire.....	50 grammes.
Acide acétique cristallisable.....	30 »
Alcool à 90 degrés.....	10 »
Eau distillée.....	10 » (1)

4° Le *liquide de M. Ripart*, dont la formule publiée par MM. Grønland, Cornu, Rivet, est :

Eau saturée de camphre.....	75 grammes (2).
Eau distillée.....	75 »
Acide acétique cristallisable.....	1 »

Ce liquide est surtout usité pour la conservation des algues.

5° Le *liquide de M. Petit*, dont la formule publiée dans le *Brebissonia*, est :

Eau saturée de camphre.....	50 grammes.
Eau distillée.....	50 »
Acide acétique cristallisable.....	50 centigrammes.
Chlorure de cuivre cristallisé.....	20 »
Azotate de cuivre cristallisé.....	20 »

(1) MM. Grønland, Cornu, Rivet dans leur opuscule *Sur les Préparations Microscopiques* recommandent l'emploi de deux liqueurs glycinées auxquelles ils assignent les formules suivantes :

Formule N° 1.

Glycérine ordinaire.....	1 volume.
Alcool.....	1 —
Eau camphrée.....	1 —

Formule N° 2.

Glycérine ordinaire.....	3 volumes.
Eau camphrée.....	2 —

(2) L'eau camphrée s'obtient en laissant macérer des morceaux de camphre grossièrement concassés dans de l'eau distillée. Le tout étant enfermé dans un flacon à large goulot bien bouché au liège. Le flacon est toujours tenu complètement plein d'eau.

La liqueur de M. Petit sert aux mêmes usages que la liqueur de M. Ripart ; elle a, sur cette dernière, l'avantage de conserver aux algues leur coloration (1).

6° Le liquide créosoté dont la formule est :

Eau distillée	14 grammes.
Alcool	1 »
Créosote	à saturation.

On filtre cette liqueur soit à travers un bon filtre de papier, soit à travers la craie lévignée.

Le liquide créosoté est employé exclusivement pour conserver les algues.

MM. Grönland, Cornu, Rivet substituent au liquide créosoté ci-dessus une solution aqueuse au $\frac{1}{500}$ de phénate de soude.

6 bis. La liqueur du docteur Munson d'Otisco (États-Unis) :

Hydrate de chloral	0,75 centigrammes.
Eau distillée	60,00 grammes.

Cette liqueur sert exclusivement à conserver des algues et de jeunes sacs embryonnaires.

7° Les liqueurs chloroformées de MM. Grönland, Cornu, Rivet, dont les formules sont :

(A)

Eau distillée	100 grammes.
Chloroforme	2 »

(B)

Eau distillée	100 grammes.
Chloroforme	2 »
Acide acétique cristallisable	4 à 5 »

(C)

Chloroforme saturé de camphre. 2 gramm. } Ensemble,	
Chloroforme 2 » } 4 grammes.	
Eau distillée 1000 »	

(1) Cette liqueur doit être filtrée peu de temps après sa préparation et avant d'être employée.

On fait dissoudre le camphre dans le chloroforme jusqu'à saturation. On filtre la liqueur sirupeuse obtenue à travers un linge fin. On ajoute au liquide filtré une quantité égale de chloroforme. C'est le liquide ainsi obtenu que l'on dissout dans l'eau.

8° Le *liquide N° 28 de M. Van Heurck d'Anvers*, indiqué dans le *Traité du Microscope* de cet auteur et dont la formule est :

Sucre de miel incristallisable (1), épaissi par ébullition jusqu'à marquer 33 degrés au pèse-acide	300 grammes.
Alcool à 90 degrés.....	50 »
Acide acétique cristallisable.....	25 »
Eau distillée jusqu'à ce que la liqueur marque 28 degrés au pèse-acide.	

Pour employer ce liquide, on l'étend de son poids d'eau distillée.

9° Le *chlorure de calcium liquide*.

10° Le *mélange gélatineux* de MM. Grönland, Cornu, Rivet :

On laisse macérer pendant douze heures dans de l'eau froide 50 grammes de gélatine blanche. On égoutte alors la gélatine sur un linge fin et on la fait fondre au bain-marie. Quand la gélatine est fondue on lui ajoute son volume de glycérine. Par refroidissement, ce mélange se prend en une masse solide, il suffit de l'échauffer légèrement pour lui rendre sa fluidité.

11° Le *baume de Canada dissous dans le chloroforme* avec ou sans mélange d'*huile de ricin*.

12° Le *baume de Canada liquide*.

Lorsque l'on veut conserver des préparations dans le baume de Canada, on plonge les coupes dans un verre de montre contenant de l'*alcool absolu*. Si les tissus végétaux à conserver sont très aqueux, on change une ou deux fois l'alcool qui baigne les préparations. Après une heure de macération, on retire les coupes de l'alcool et on les étale sur un papier buvard; lorsqu'elles sont presque sèches on les imbibe d'essence de girofle puis on les transporte dans un verre

(1) M. Van Heurck appelle *sucre de miel incristallisable* la liqueur qui surnage sur les pots de miel. Pour l'usage M. Van Heurck décante cette liqueur dans un flacon de verre, et il l'y laisse séjourner quatre à cinq mois, plus si la chose est possible. Pendant ce long repos une partie du sucre de miel se précipite au fond du flacon. M. Van Heurck n'emploie que la partie fluide qui surnage supérieurement.

de montre contenant de l'essence de girofle ; on les laisse macérer dans l'essence pendant une heure , après quoi on les plonge dans la goutte de baume de Canada liquide déposée sur le slide. On laisse le baume pénétrer la préparation pendant vingt-quatre heures. On chauffe alors le slide jusqu'à ce que le baume commence à changer de couleur. A ce moment on applique sur la préparation un cover *chaud*. On laisse refroidir. On enlève les bavures de baume qui débordent le cover avec un tortillon de papier imbibé de chloroforme. L'inconvénient du procédé de montage des préparations au baume, c'est qu'il éclaircit trop les objets et qu'il ne s'applique surtout qu'à des objets très résistants. En revanche, les préparations une fois faites sont très solides. Nous les recommandons vivement pour les collections de l'Enseignement secondaire (1).

Très fréquemment, avant d'enfermer une préparation en cellule, parfois même avant d'étudier les préparations qu'ils viennent de faire, les botanistes, suivant en cela l'exemple des histologistes, imbibent les tissus végétaux de matières colorantes.

Les réactifs colorants les plus usités en botanique sont :

- La solution aquo-alcoolique de fuchsine ;
- La solution étendue de bleu d'aniline soluble à l'eau ;
- Le bleu de quinoléine ;
- Le noir d'aniline ;
- Le carmin (2) ;

(1) Dans le montage des préparations, quel que soit le milieu dans lequel elles doivent être noyées, on peut se trouver dans l'obligation de loger plusieurs préparations côte à côte sous le même cover. Il y a souvent alors nécessité d'empêcher les objets de se déranger pendant le montage. Pour arriver à ce résultat on colle les objets à conserver sur le slide à la place qu'ils doivent occuper. MM. Grönland, Cornu, Rivet ont indiqué pour le corps adhésif à employer dans ce cas la formule ci-dessous.

Gomme arabique propre.....	100 grammes.
Eau distillée camphrée.....	200 —

On laisse dissoudre lentement et on ajoute :

Glycérine.....	225 —
----------------	-------

On comprend sans peine qu'un tel procédé de montage ne saurait convenir à des objets délicats.

(2) *Formule de Thiersch pour l'emploi du carmin.*

Carmin.....	0.05 centigrammes.
Ammoniaque pure.....	1,00 gramme.
Alcool à 90.....	12.00 grammes.
Glycérine.....	30.00 —
Eau.....	30.00 —

- Le carmin bleu (1);
- Le micro-carminate d'ammoniaque;
- L'éosine;
- L'hématoxyline.

Je mets dans une catégorie à part les réactifs colorants, tels que :

- L'iode;
 - Le chloro-iodure de zinc;
 - L'acide osmique;
 - L'azotate acide de mercure en solution au $\frac{1}{500}$,
- qui agissent chimiquement.

Quant à mon sentiment personnel au sujet des colorations par imbibition qui sont fort à la mode aujourd'hui, je crois qu'il vaut beaucoup mieux en réduire le plus possible l'usage et dresser l'œil à observer directement les objets qu'il a à examiner, quitte à contrôler son opinion s'il y a lieu, par l'usage de réactifs appropriés.

Pour un grand nombre de préparations microscopiques, il y a nécessité de les éclaircir avant de les observer. On a recours à l'alcool quand l'obscurité des préparations tient à la présence de l'air dans leurs tissus. Lorsque l'opacité des coupes tient à l'excès d'amidon qui encombre leurs tissus, on a recours à l'action de divers réactifs dont les principaux sont :

- La potasse froide ou chaude;
- L'acide acétique chaud;
- Le liquide acéto-glycérique chaud;
- La glycérine chaude (2).

Lorsque l'opacité des coupes est produite par des matières grasses, on les laisse digérer dans l'alcool absolu, puis dans l'éther.

Il est très rare que l'opacité des coupes de tissus végétaux soit due à des sels minéraux. Les plus répandus de ces sels sont d'ailleurs le

(1) *Formule de Thiersch pour l'emploi du carmin bleu.* (On appelle carmin bleu le précipité obtenu en faisant agir la potasse sur le sulfate d'indigo).

Eau distillée.....	30 grammes.
Acide oxalique pur.....	1 —
Alcool.....	2 —
Carmin bleu.....	à saturation.

(2) Ces mêmes réactifs conviennent très bien pour éclaircir des coupes fortement chargées de matières albuminoïdes.

carbonate de chaux et l'oxalate de chaux. On se débarrasse du premier en faisant agir sur les coupes de l'acide acétique. On ne peut enlever l'oxalate de chaux que par des lavages répétés. Si les tissus sont très solides, on peut employer comme eau de lavage une solution d'acide chlorhydrique à 10 p. %.

Il arrive souvent qu'après avoir éclairci une coupe, force est de changer le liquide qui la baigne sans qu'on puisse bouger la préparation ni le cover qui la protège. Si le milieu éclaircissant est acide ou aqueux, et que le milieu à introduire soit un des liquides glycériques, on applique sur l'un des bords du cover une languette de papier buvard blanc, on dépose ensuite, avec une pipette effilée, sur le bord opposé du cover, une goutte du liquide que l'on veut faire pénétrer autour de la préparation. En renouvelant les papiers buvards autant de fois qu'il est nécessaire, on détermine autour de la coupe un courant du liquide que l'on veut faire pénétrer. A la longue, la coupe est lavée dans le liquide en question, on enlève l'excès de ce liquide avec des languettes, à bords bien nets, de papier buvard blanc (1).

Si le corps éclaircissant était de la potasse, au lieu d'être un milieu acide, il faudrait prendre quelques précautions de plus. La plupart des solutions de potasse contiennent, très peu de temps après leur préparation, une quantité notable de carbonate de potasse, il importe donc d'éviter qu'une liqueur acide succède trop immédiatement à la solution de potasse. A cet effet, on enlève soigneusement toute la potasse (2) par un lavage prolongé avec le mélange suivant :

Eau distillée	60 grammes.
Glycérine ordinaire	15 »
Alcool à 90 degrés	10 »

Quand la coupe a été bien lavée, on remplace cette eau glycinée par de la glycérine ou par le liquide acéto-glycérique.

Lorsqu'il y a lieu de faire agir la potasse comme éclaircissant, il importe souvent d'en graduer l'action; ainsi une solution concentrée de potasse arrivant brusquement sur une préparation de point de végétation en fait fréquemment éclater les éléments, le gonflement de

(1) Nous prenons comme languettes de papier buvard blanc des rectangles à bords bien droits coupés aux ciseaux mesurant de 6 à 8 millimètres de large sur 50 millimètres de long.

(2) Il importe d'enlever très soigneusement les dernières traces de potasse des préparations destinées à être conservées. La potasse, même à très petite dose, altère les vernis ou luts que l'on emploie généralement pour sceller les cellules.

ces éléments étant trop brusque. Pour graduer l'action de la potasse sur une de ces préparations délicates, voici comment on procède : On dépose sur le slide, à quelque distance de la cellule, une très petite goutte d'une solution de potasse, on ajoute au liquide autant d'eau qu'il est nécessaire pour l'amener au degré voulu de dilution. On réunit la petite mare liquide à l'eau qui baigne la préparation à éclaircir, par un petit chenal liquide que l'on établit en promenant la pointe d'une aiguille de l'eau de la cellule à la petite mare. Une languette de papier buvard blanc, placée sur le bord opposé de la cellule, détermine le courant sous le cover. On augmente peu à peu (*très lentement*) l'énergie du réactif en ajoutant de nouvelles quantités de potasse.

Les luts les plus usités pour clore les préparations microscopiques que l'on enferme en cellules sont les suivants :

1° Le *Lut au bitume de Judée*.

On laisse fondre à froid dans 75 grammes de benzine rectifiée :

Bitume de Judée.....	50 grammes.
Baume de Canada, liquide.....	10 »

Dans ce baume de Canada on a fait dissoudre environ un gramme de cire blanche.

Toute cette opération se fait dans un flacon à large goulot bien bouché.

Au bout de quelques jours on obtient un sirop noir très épais, on le décante et on lui ajoute de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son volume de *Mixtion des doreurs* (1) et une petite quantité de benzine. On laisse le mélange se faire, on se borne à l'activer en secouant légèrement de temps à autre le flacon où il est enfermé. Le lendemain on lui donne la consistance voulue en lui ajoutant la quantité de benzine nécessaire. Ce vernis s'étend avec un bon pinceau fin, et pas trop long, en poils de marte.

(1) La *Mixtion des Doreurs* se vend toute faite chez les marchands de couleur.

Voici du reste comment on peut l'obtenir :

On fait bouillir pendant trois heures :

Huile de lin.....	1000 grammes.
Minium.....	4 —
Terre d'ombre.....	4 —

On laisse reposer le produit, on décante la partie claire. On colore parfois le liquide obtenu avec de la céruse porphyrisée.

2° Le *verniss noir de Beseler*, de Berlin (1). — Bœker, de l'Institut für Mikroskopie de Wetzlar, vend le même vernis.

3° Le *verniss blanc de Ziegler*, perfectionné par Meyer de Francfort.

4° La *paraffine* fondue.

5° Le *verniss à la gomme laque* des marchands de couleur.

6° Le *baume de Canada sec, fondu dans le chloroforme*. — M. Robin, dans son *Traité du Microscope*, conseille de recouvrir les bordures de baume sec avec la composition suivante :

Faites dissoudre 20 grammes de gomme laque dans ce qu'il faut d'alcool à 90 degrés pour former un sirop épais. Ajoutez au mélange, pour le colorer, 20 gouttes d'une solution alcoolique de violet d'aniline et au mélange total adjoignez 100 grammes d'huile de ricin.

7° Le *verniss au copal de Durozieg* (2).

Parfois, surtout, lorsque son goût le porte vers les études physiologiques, le botaniste se trouve dans la nécessité de conserver les coupes qu'il vient de faire pendant un certain temps dans l'air humide. A cet effet on met le slide qui porte la préparation dans une *chambre humide*. Ces chambres humides consistent en une large cloche à bouton dont le bord plonge dans un bassin contenant une mince couche d'eau. Sous la cloche est disposée une échelle de baguettes de verre soutenues par des montants en bois.

Lorsqu'il s'agit de cultiver des végétaux microscopiques et de suivre pas à pas toutes les phases de leur développement, on peut employer divers modèles de cellules creuses.

Le modèle de Zeiss de Iéna consiste en un slide épais au milieu duquel a été creusé une rainure circulaire. La partie centrale, limitée par la rainure, consiste en un petit godet poli. Tout le reste du slide est dépoli. On dépose une goutte de liquide ensemencé dans le godet, puis on recouvre le tout d'un cover. On tient cette cellule de Zeiss dans une chambre humide dans l'intervalle des observations. Si l'on a besoin d'une chambre plus grande, on colle au baume sec, au milieu d'un slide, un anneau de verre à bords bien dressés à l'émeri fin. Supérieurement, la cellule est close au moyen d'un cover.

(1) 66, Schutzenstrasse, à Berlin.

(2) 3, place Saint-Michel, à Paris

Les autres chambres à culture, avec ou sans circulation d'air, les plus recommandables sont celles :

du professeur Ranvier, de Paris;

du professeur Hansen, de Carlsberg.

Pour chauffer les préparations, je recommande vivement, si l'on a le gaz à sa disposition, les *brûleurs pour microchimie* de Brewer (1). A défaut de gaz, on prendra une petite lampe à essence de forme basse. Si l'on devait manier très souvent le chalumeau et le baume sec, une lampe à alcool, à défaut de gaz, serait nécessaire.

Pour étudier une préparation, en la tenant constamment chaude, il faut avoir recours aux chambres à circulation d'eau chaude de Ranvier (2).

Les préparations montées que l'on veut conserver en collections sont rangées dans des boîtes *ad hoc*. On trouve ces boîtes toutes faites chez les divers constructeurs de microscopes. Les boîtes les plus usitées sont les boîtes livres de 40 préparations et celles de 200 préparations.

Au cours d'une étude, lorsque l'on n'a pas le temps d'achever l'examen des préparations faites, on met les slides qui les portent sur des glaces de verre encadrées. On peut ainsi superposer un nombre considérable de préparations. Les personnes qui ont à étudier certaines questions dans lesquelles il est nécessaire de pratiquer un grand nombre de coupes successives dans un organe déterminé, apprécient beaucoup ce dispositif adopté par Babin, libraire à Lille, dans la construction de ses boîtes à préparations.

De l'étude des préparations microscopiques et des dessins qu'il faut en prendre à la chambre claire, je ne puis dire que ceci : c'est qu'il faut avoir vu faire une personne exercée et avoir opéré soi-même sous sa direction.

La photographie microscopique n'est pas encore suffisamment avancée ni suffisamment perfectionnée pour être d'un usage courant.

(1) 44, rue Saint-André des Arts, à Paris.

(2) Prix de l'appareil à circulation d'eau chaude, modèle de Ranvier = 30 francs.

DEUXIÈME LEÇON.

NOMENCLATURE DE LA TIGE. — NOMENCLATURE DE LA FEUILLE. — NOMENCLATURE DE LA RACINE.

SOMMAIRE :

NOMENCLATURE DE LA TIGE.

§ I. LA TIGE PRINCIPALE.

Définition de la tige principale. — En général la tige principale n'est pas la prolongation directe immédiate de l'axe hypocotylé. Il y a donc nécessité de conserver dans la Nomenclature botanique les deux expressions : *Tige principale* et *Axe hypocotylé*. — Existence de l'Axe hypocotylé. — Existence de la Tige principale. — Orientation de la Tige principale.

Conséquence de la croissance de la colonne centrale du bourgeon gemmulaire. (*Conséquence de son élongation, dispersion longitudinale des appendices primaires de la tige principale. — Conséquence de sa croissance périmétrique, dispersion périmétrique des appendices primaires de la tige principale. — Dispersion hélicoïdale des appendices primaires de la tige principale*).

Définition du bourgeon terminal. — Tiges principales à croissance d'un seul jet. Leur croissance est définie ; leur croissance est indéfinie. — Hibernation du bourgeon terminal. Pérule. — Reprise du développement du bourgeon terminal. Seconde hibernation. — Pousse. — Extension du nom de Tige principale, conséquence de cette extension. — Tiges principales à croissance intermittente, cas où cette croissance est indéfinie, cas où cette croissance est définie.

Définition des Feuillés. — Caractères principaux des appendices primaires de la tige. — Nœud. — Entre-nœud. — Nœud vital. — Aisselle.

Distribution des feuilles sur la Tige principale. — Idée de la Phyllotaxie. — Spire génératrice et Verticille. — Disposition verticillée. (Nombre des termes d'un verticille. Alternance des verticilles. Cas où cette alternance fait défaut). — Disposition spiralée. (Angle de divergence. Valeurs principales de cet angle. Sens d'enroulement de la spire génératrice. Position de l'observateur pour juger de cette orientation. Plantes dextres et Plantes sénestres. Cycle, ses définitions. Spires secondaires. Détermination de la spire génératrice d'une tige au moyen de ses spires secondaires. Orthostiques. Changement de sens de la spire génératrice d'une tige. Homodromie, Hétérodromie).

§ II. RAMIFICATION AXILLAIRE DE LA TIGE.

Bourgeons axillaires. (Définition des bourgeons axillaires. Leur distribution. Perturbations fréquentes de cette distribution. Les bourgeons axillaires sont caractéristiques des Phanérogames. Déplacements dus à des adhérences accidentelles. Développement des bourgeons axillaires).

Tiges secondaires ou de second ordre. (Définition. — Caractéristique des tiges secondaires. — Leur bourgeon terminal. — Variations des tiges secondaires).

Tiges tertiaires ou de troisième ordre.

Tiges d'ordre quelconque ou tiges nîemes.

Ramification homogène normale des Phanérogames. — Son caractère.

Bourgeons dormants.

Dispositifs spéciaux de la ramification axillaire. (Grappe. Grappe composée. — Cyme. Cyme unipare, Cyme bipare, Cyme tripare, Cyme multipare, Cyme composée. — Synpode. — Monopode. — Cymes scorpioides et hélicoïdes.

Fasciation de Tiges. (Cladodes de Tiges).

Tiges développées. (Aiguilles).

§ III. RAMIFICATION DICHOTOMIQUE DE LA TIGE.

Dichotomie d'une tige. (Définition).

Ramification dichotomique de la tige, ses caractères.

Exemples de ramification dichotomique de la tige.

§ IV. RAMIFICATION ADVENTIVE DE LA TIGE.

Bourgeons adventifs. (Définition).

Ramification adventive de la tige, ses caractères.

§ V. NOMENCLATURE D'ENSEMBLE DE LA TIGE.

Signification générale du mot *Tige* en Botanique descriptive.

Nomenclature des diverses parties d'une tige. (Tronc, Rameaux, Branches, Ramilles, Cime, Souche, Jets ou Stolons, Drageons, Rhizomes, Bulbes, Tiges tubéreuses).

Port des Plantes — Plantes acaules.

Arbres, Arbrisseaux, sous-Arbrisseaux, Herbes.

Qualificatifs donnés aux tiges d'après leur consistance, leur durée, leur direction, la forme de leur section transversale, leur revêtement.

NOMENCLATURE DE LA FEUILLE.

Caractères des feuilles. — Origine exogène des feuilles. — Les feuilles forment la ramification hétérogène normale de la tige. — Ordre de succession des feuilles.

Rapports de la tige avec les feuilles. — Coussinet. — Qualifications données à la feuille d'après *son mode d'attache* sur la tige, d'après *la position* qu'elle occupe sur la tige.

Croissance des feuilles.

Base et sommet d'une feuille. Bord cathodique et bord anodique d'une feuille. Faces d'une feuille. — Orientation de la feuille.

Parties fondamentales de la feuille. (*Gaine, Pétiole, Limbe, Stipules*. — *Toutes ces parties peuvent manquer*. — *Feuilles sessiles*. — *Phyllodes. Causes de la Phyllodination*).

Nomenclature des parties de la Gaine. — Époque de son apparition dans l'ébauche de la feuille.

Nomenclature des parties des Stipules. — Qualifications données aux stipules. — Époque de l'apparition des stipules dans l'ébauche de la feuille

Nomenclature des parties du pétiole. — Qualifications données au pétiole. — Époque de l'apparition du pétiole dans l'ébauche de la feuille.

Nomenclature des parties du Limbe. — Nervures. Principaux types de nervation. Caractères familiaux fournis par l'étude de la nervation. — Qualifications données au limbe (et étendues sans périphrase à la feuille tout entière) d'après *l'état de son bord*, d'après *son degré de composition*, d'après *sa forme générale*, d'après *la terminaison de son sommet*, d'après *l'état de sa surface*, d'après *son revêtement*, d'après *sa coloration*. — Époque de l'apparition du limbe dans l'ébauche de la feuille.

Nomenclature d'ensemble de la feuille. (Qualifications données à la feuille d'après sa *direction générale d'ensemble*, d'après *la manière dont elle se détache de la tige*).

Arrangement des feuilles dans les bourgeons. Vernation. Qualifications données à la vernation d'après *les rapports des bords des feuilles dans le bourgeon*. Qualifications données à la feuille d'après *son mode de plissement*.

Polymorphose des feuilles. — Préfeuille.

Plantes aphyllées.

NOMENCLATURE DE LA RACINE.

Définition des racines en général.

Base et sommet d'une racine. — Orientation de la racine.

Élongation de la racine. — Expérience de Ohlert. — Conclusions.

Point de végétation de la racine.

Coiffe ou Pilorhize. Son exfoliation. Dénudation de la région inférieure de la racine. — Poils radicaux.

Origine toujours endogène des racines. Coléorhize. Points d'apparition des racines sur la plante.

Racine primaire. (*Sa position ordinaire. Variations de sa région d'insertion*. — *Racine principale*).

Racines secondaires. — Caractéristique des racines secondaires.

Racines tertiaires. — Racines des différents ordres.

Ramification homogène normale des racines, son caractère, ses perturbations.

Racines adventives nées sur les racines ordinaires.

Radicelles et Chevelu.

Hibernation du système radical.

Racines adventives en général. — Racines aériennes. *Velamen*. — Racines intérieures.

Absence de racine. Plantes arhizes.

NOMENCLATURE DE LA TIGE.

§ I. LA TIGE PRINCIPALE.

Définition
de la
tige principale.

En se développant, lors de la germination, la colonne centrale du bourgeon gemmulaire *de l'embryon d'une* PLANTE PHANÉROGAME devient la TIGE PRINCIPALE OU AXE PRIMAIRE de cette plante (1). Par suite toute Tige principale s'insère à l'extrémité supérieure d'un Axe hypocotylé. *Cette insertion spéciale, UNIQUE dans chaque plante phanérogame, caractérise les tiges principales,*

En général la
tige principale
n'est pas la
prolongation
directe de l'axe
hypocotylé.
Il est donc
nécessaire
de conserver
les deux noms
Axe hypocotylé
et
Tige principale

En général, dans les plantes modernes, l'axe hypocotylé diffère suffisamment de la tige principale qu'il porte à sa partie supérieure par ses rapports, son organisation et son mode de développement, pour que celle-ci ne puisse être regardée comme sa prolongation directe immédiate. C'est pourquoi, contrairement à un usage général, nous nous refusons à considérer comme équivalentes les deux expressions : *Axe hypocotylé* et *Entre-nœud inférieur de la tige principale*.

Bien que la synonymie de ces deux noms ait été admise par tous les auteurs, elle n'a jamais été démontrée; elle est le résultat d'un laisser aller de langage et d'un défaut de rigueur dans l'homologation des parties de la plante (2). Pour nous, l'axe hypocotylé n'appartenant pas dans tous les cas à la tige principale ne peut être considéré comme étant toujours le plus inférieur de ses entre-nœuds. Nous croyons donc qu'il y a nécessité de conserver dans la Nomenclature

(1) On emploie fréquemment l'expression *Tige primaire* comme synonyme de *Tige principale*.

(2) Nous démontrerons ultérieurement, dans nos « Leçons sur la Tige », que les axes hypocotylés des Phanérogames rentrent dans la catégorie générale des parties des plantes que nous nommons Tiges. Ils forment dans cette catégorie une classe spéciale caractérisée par son mode de terminaison inférieure, par les rapports de ses lignes de maximum d'accroissement entre elles, avec celles de la tige principale, et avec celles des cotylédons.

botanique les deux termes *Tige principale* et *Axe hypocotylé*, à la condition d'attribuer à chacun d'eux le sens que nous avons indiqué ci-dessus.

Existence de l'AXE hypocotylé.

On croit que l'axe hypocotylé existe chez toutes les phanérogames. Parfois il y est très réduit.

Existence de la Tige principale.

On croit que la tige principale existe chez toutes les phanérogames. Parfois elle y est fort réduite ou même atrophiée de très bonne heure.

Orientation de la Tige principale.

Sauf indication contraire, nous admettons que la tige principale est placée verticalement, son insertion sur l'axe hypocotylé étant tournée vers le sol.

Fig. 34:

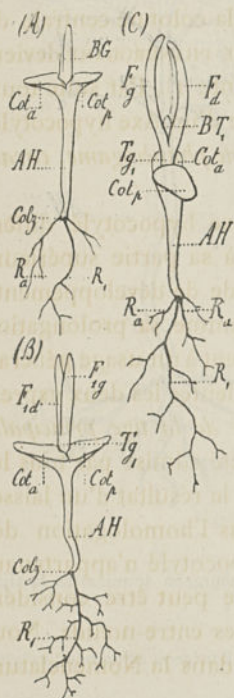


Fig. 34 (A). — Jeune *Mesembryanthemum edule* en voie de développement, vu de profil

Cot_a. Cotylédon antérieur par rapport à l'observateur supposé placé dans l'axe géométrique de la plante, la tête vers le point de végétation et regardant l'un des cotylédons.

Cot_p. Cotylédon postérieur.

B G. Bourgeon gemmulaire.

A H. Axe hypocotylé.

Colz. Coléorhize.

R₁ Première racine de la plante.

R_a Racines adventives nées sur la partie inférieure de l'axe hypocotylé.

(B). — La même plante à un stade plus avancé que le précédent, vu de profil.

Tg₁. Tige principale.

F_{1d}, F_{1g}. Première paire de feuilles. L'une F_{1g} est à gauche de l'observateur supposé placé comme il est dit ci-dessus, l'autre F_{1d} est placée à sa droite.

Le bourgeon terminal de la tige principale est caché par l'appendice F_{1g}.

Les autres lettres ont la même signification que ci-dessus.

(C). — La même plante à un stade encore plus avancé que celui figuré 34 (B), vue de face.

B T₁. Bourgeon terminal de la tige principale.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 34 (A) et 34 (B).

Fig. 35. — Jeune *Urtica cannabina* (Ortie chanvre), vu de profil. — Dans cet exemple, de même que dans le *Mesembryanthemum*, les appendices primaires de la tige ou feuilles sont tous disposés par paires. — La racine principale est très profondément insérée dans l'axe hypocotylé. Les débris de ce dernier forment une sorte de voile transparent autour de la racine.

Fig. 35.

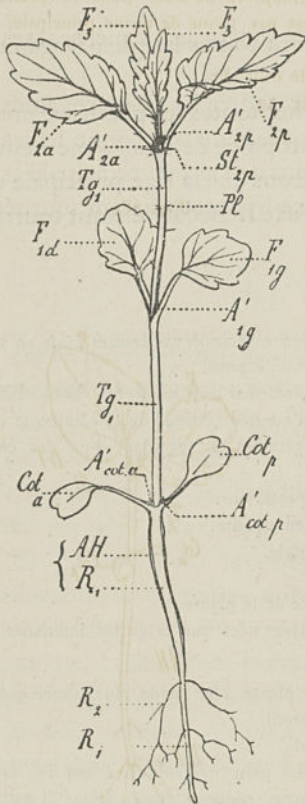
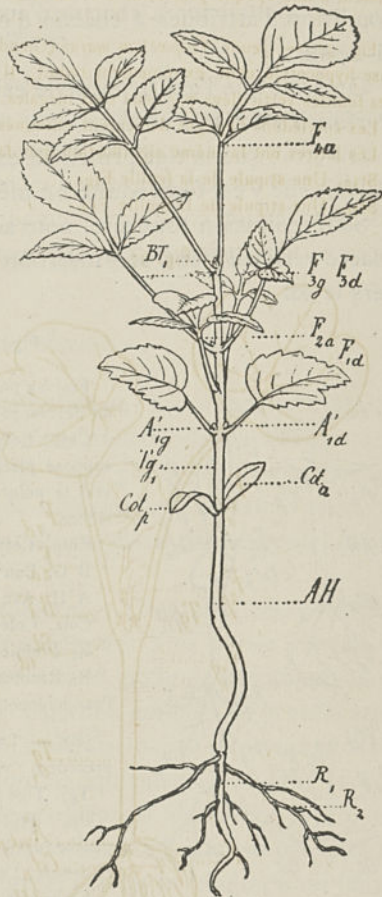


Fig. 36.



F_{2a}, F_{2p}. La seconde paire de feuilles.
 F₃. La troisième paire de feuilles. L'une d'elles cache le bourgeon terminal de la tige principale.

R₂. Racines secondaires.

A'cot. a. Bourgeon axillaire du cotylédon antérieur. A'cot. p. Bourgeon axillaire du cotylédon postérieur.

A'2a. Bourgeon axillaire de la feuille F_{2a}

A'2p. Bourgeon axillaire de la feuille F_{2p}.

A'1a. Bourgeon axillaire de la feuille F_{1g}.

St_{2p}. Une des stipules de la feuille F_{2p}.

Pl. Poils urticants.

Fig. 36. — Jeune *Fraxinus excelsior* (Frêne), vu de face (1). — Dans cette figure on peut

(1) D'après un croquis tiré des *Éléments de Botanique* de M. Duchartre.

observer la variation de forme qu'éprouvent les feuilles de la plante à mesure qu'elles apparaissent à une époque plus tardive de sa vie.

Fig. 37. — Jeune *Tropæolum majus* (Grande capucine), vu de face. Dans ce spécimen l'axe hypocotylé était extrêmement réduit. Il ne s'est pas formé de racine principale. — Les feuilles verticillées par deux sont inégales.

Les cotylédons hypogés demeurent enfermés dans le fruit. Fr.

Les lettres ont la même signification que dans la fig. 34.

St_{1g}. Une stipule de la feuille F_{1g}.

St_{1d}. Une stipule de la feuille F_{1d}.

Fig. 37.

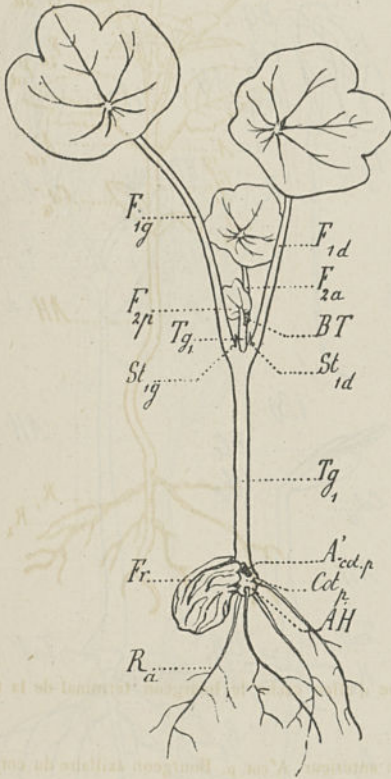


Fig. 38.

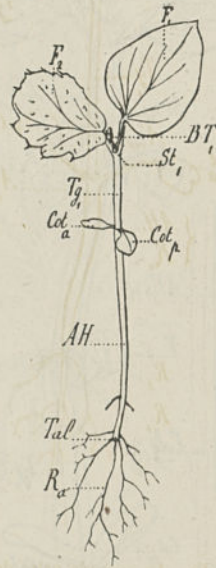


Fig. 38. — Jeune *Begonia dipetala*. vu de 3/4. — Dans cet exemple les appendices primaires de la tige principale ne sont plus distribués par paire sur la surface de celle-ci. Cette plante n'a pas de racine principale.

1 ou F₁. Première feuille de la tige principale.

St₁. Une stipule de la feuille F₁.

2 ou F_2 Deuxième feuille de la tige principale.

Tal. Trace de l'épatement par lequel l'axe hypocotylé de cette plante s'est posé sur le sol.

Les autres lettres ont la même signification que dans la fig. 34.

Fig. 39. — Jeune *Prunus* (Prunier), vu de profil. De même que dans le *Begonia dipetala* les appendices primaires de la tige principale sont dispersés et solitaires. Cette plante est pourvue d'une puissante racine primaire.

Fig. 39.

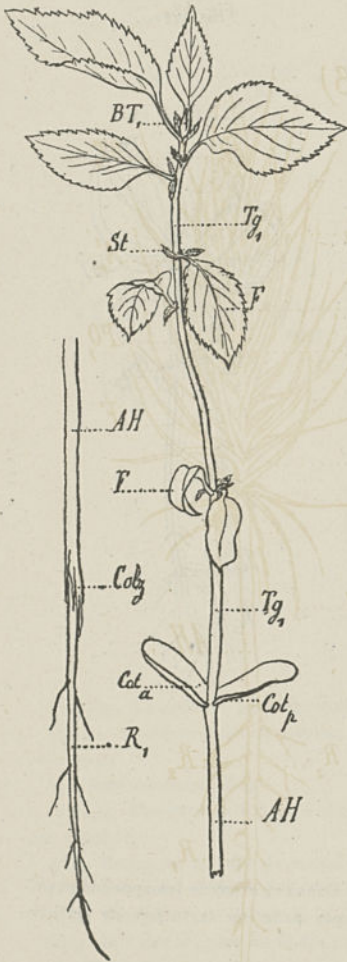


Fig. 40

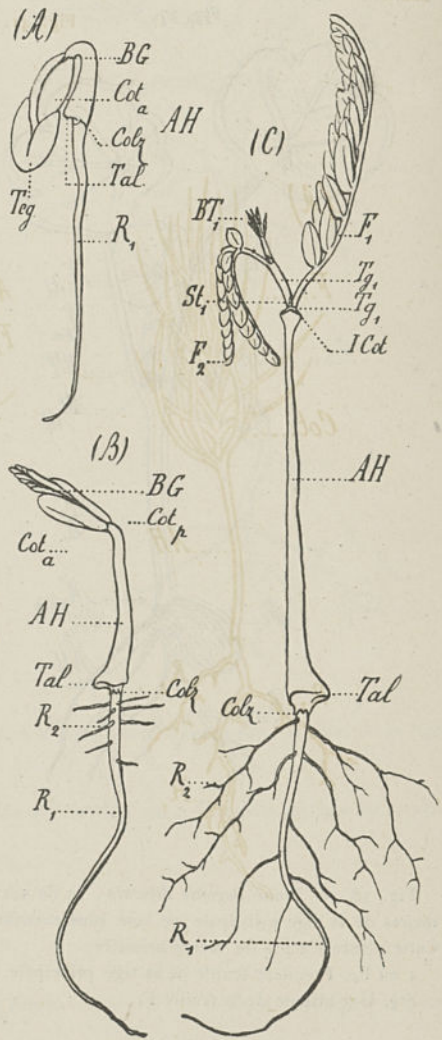


Fig. 40 (A). — Jeune *Acacia Lophantha*, vu de profil, au moment où la plante quitte le tégument séminal.

Les cotylédons se dégagent du spermoderme.

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

(B). — Jeune *Acacia lophantha* à un stade plus avancé que le précédent. — La partie supérieure de la plante se redresse verticalement, les cotylédons s'écartent pour mettre la gemmule en liberté. Les premières racines secondaires apparaissent sur la racine principale.

(C). — La même plante à un stade encore plus avancé.

Les cotylédons se sont détachés. La place où ils s'inséraient est marquée I. Cot

Le premier entre-nœud de la tige principale qui s'étend de I. Cot. à St_1 est extrêmement court.

Fig. 41.

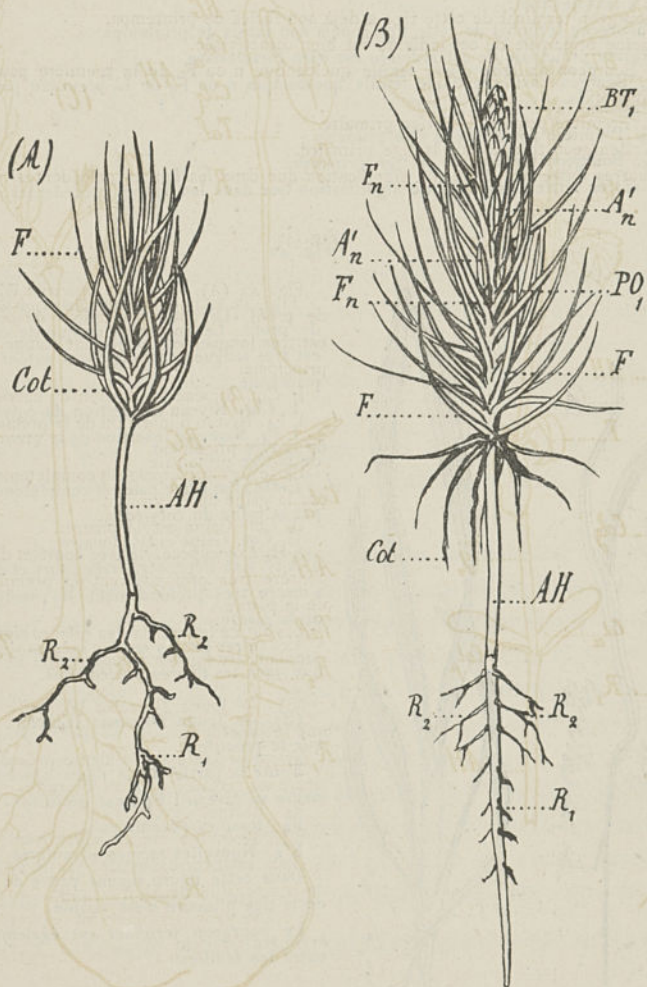


Fig. 41 (A). — Jeune *Pinus sylvestris* (Pin sylvestre) présentant cinq cotylédons.

Les feuilles de la tige principale nombreuses et bien développées cachent presque toute la surface de cette tige. Elles cachent aussi son bourgeon terminal. — La racine principale de cet individu est mal caractérisée.

Cot. Les cotylédons.

F. Les feuilles de la tige primaire.

(B). — Jeune *Pinus sylvestris*, plus âgé que le précédent et portant huit cotylédons.

Les cotylédons de cet individu sont flétris et prêts à se détacher. Dans l'aisselle de quelques-unes des feuilles de la première pousse de la tige principale, on voit quelques bourgeons axillaires déjà très développés. Chacun de ces bourgeons axillaires présente à sa base plusieurs feuilles solitaires réduites à l'état d'écaillés sèches membraneuses, et vers sa partie supérieure deux grandes feuilles vertes étroites demi-cylindriques terminées en pointe à leur sommet.

Le bourgeon terminal de cette tige a déjà son facies de printemps.

La racine principale de cet individu est bien caractérisée.

A_n. Bourgeon axillaire d'une feuille quelconque n ou F_n de la première pousse de la tige primaire.

PO₁. Première pousse de la tige primaire.

BT₁. Bourgeon terminal de la tige primaire.

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

Fig. 42.



Fig. 42 (A). — Jeune *Dracæna Weitchii*, vu de profil. Le cotylédon unique de cette plante est très longuement engaînant autour de la tige principale.

I. Cot. Niveau d'insertion du cotylédon.

I. F₁. Niveau d'insertion de la première feuille de la tige principale.

Cette tige principale est complètement cachée par la gaîne du cotylédon.

G. Cot. Gaîne cotylédonaire.

A H. Axe hypocotylé très court et dans lequel s'insère très profondément la première racine de la plante.

Les autres lettres ont les mêmes significations que dans les figures précédentes.

(B). — Jeune *Dracæna Weitchii*, plus âgé que le précédent.

Toute la partie de la figure précédente inférieure au niveau I F₁ s'est détruite.

Ra. Racines adventives.

R'a. Nouvelles racines adventives.

Dans cette figure aucune partie de la surface de la tige primaire n'est visible.

Le bourgeon terminal est également caché entre les feuilles.

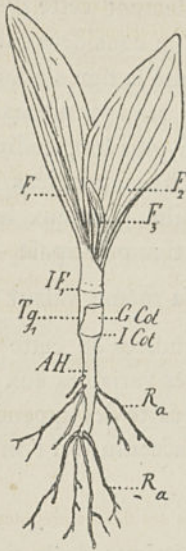


Fig. 43.

Fig. 43. — Jeune *Commelina africana*, vu de face.

L'axe hypocotylé de cette plante est plus grand que celui du *Dracæna Weitchii*. De même que chez le *Dracæna Weitchii*, la première racine et l'axe hypocotylé se détruisent de très bonne heure.

Conséquence de la croissance de la colonne centrale du bourgeon gemmulaire.

Le développement de la colonne centrale du bourgeon gemmulaire, qui se traduit extérieurement par son élongation et par l'accroissement du périmètre de chacune de ses sections transversales, a comme conséquence immédiate la dispersion hélicoïdale des appendices dont elle est couverte.

Voici par quelle série de remarques on est conduit à admettre la dispersion hélicoïdale des appendices primaires de la tige.

Conséquence de sa croissance longitudinale. Dispersion longitudinale des appendices primaires de la tige principale.

I. — Très généralement l'élongation de la colonne centrale du bourgeon gemmulaire provoque le déplacement ou l'écartement longitudinal des appendices qui recouvraient originairement presque toute sa surface. La raison en est que, pendant cette élongation, les diverses régions de la tige principale ne croissent pas toutes en longueur avec la même intensité, et que de plus celles de ces régions qui croissent le moins vite cessent les premières de s'allonger. Ordinairement, c'est surtout entre les régions d'insertion de ses divers appendices que résident les maxima d'élongation de la tige principale. Il résulte de cette localisation de l'intensité de l'accroissement en longueur des diverses parties d'une tige principale, que le rapport $\frac{N}{E}$, de la longueur N de l'insertion d'un quelconque de ses appen-

dices, à la longueur E qui sépare verticalement cette insertion de celle de l'appendice qui précède celui que l'on considère, devient en général de plus en plus petit à mesure que la tige s'allonge (1). A mesure donc qu'une tige principale s'allonge, ses appendices semblent diminuer d'épaisseur et s'écarter de plus en plus longitudinalement. On donne à cet écartement longitudinal des appendices de la tige principale et au déplacement qui en résulte pour eux le nom de *dispersion longitudinale* des appendices de la tige principale.

Le rapport $\frac{N}{E}$ n'ayant pas généralement la même valeur par toute la longueur d'une tige principale, les appendices de cette tige sont écartés les uns des autres à des distances très variables aux différents points de sa surface. Cette variabilité des écarts des appendices primaires des tiges principales est encore plus accentuée si l'on compare sous ce rapport deux tiges différentes.

Conséquence
de sa croissance
périmétrique.
Dispersion
périmétrique
des appendices
primaires
de la
tige principale.

II. — D'autre part l'accroissement périmétrique de la tige principale provoque ordinairement l'écartement latéral de ses appendices et par suite leur déplacement latéral. La raison de cet écartement latéral est que l'accroissement périmétrique de la tige principale n'a ni la même intensité, ni la même durée, en chacun des points de la circonférence de ses diverses sections transversales. Si en effet aux diverses époques du développement d'une tige principale, on forme le rapport $\frac{L}{2\pi R}$, de la longueur L de l'arc de tige embrassé par l'insertion d'un appendice déterminé, à la longueur totale $2\pi R$ de la circonférence de la tige au même niveau, on remarque que ce rapport diminue à mesure que R croît, c'est-à-dire à mesure que l'âge avance (2). Ce résultat nous montre que très habituellement la partie de la circonférence de la section transversale de la tige qui correspond à l'insertion de l'appendice considéré ne croît pas aussi vite ni aussi longtemps que le reste du périmètre de cette section (Fig. 44). Il n'est d'ailleurs pas nécessaire qu'il y ait un appendice pour que nous puissions constater que les divers arcs de la circonférence périmètre d'une section transversale d'une tige primaire

(1) Jusqu'à une certaine limite inférieure qui est un minimum.

(2) Si l'on prenait R comme unité de longueur, L serait représenté aux diverses époques de la croissance, par des nombres de plus en plus petits.

ne croissent pas tous avec la même intensité. Très généralement cette intensité de croissance périmétrique est minima dans les régions d'insertion des appendices, peu de temps après l'apparition de ces parties, de telle sorte qu'à mesure que la plante vieillit, la base de ses appendices se rétrécit et les bords de leurs insertions s'écartent de plus en plus latéralement.

On donne à cet écart latéral des appendices primaires de la tige principale et au déplacement latéral qui en résulte pour eux les noms de *dispersion latérale* ou de *dispersion périmétrique* des appendices de la tige principale.

D'un point à l'autre de la tige principale et à plus forte raison d'une tige principale à l'autre, les écarts latéraux des appendices primaires de ces tiges peuvent varier du tout au tout.

Fig. 44.

Fig. 44 (A). — Contour de la section transversale de l'axe du bourgeon terminal de la tige principale de *Sedum argenteum* au niveau de l'insertion d'un de ses appendices primaires.

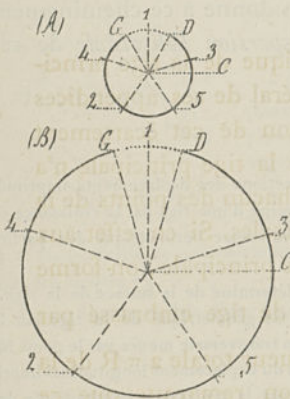
G 1 D. Insertion de la feuille 1.

G. Limite gauche de l'insertion.

D. Limite droite de cette insertion.

A cette époque le rapport $\frac{L}{2\pi R}$ de la longueur de l'arc de circonférence embrassé par l'insertion à la longueur totale de la circonférence était égal à $\frac{1}{6}$.

2, 3, 4, 5. Projections des feuilles 2, 3, 4, 5 de la tige principale qui suivent la feuille 1, dans l'ordre où elles sont numérotées.



(B). — Contour de la section transversale de l'axe de la pousse issue du développement du même bourgeon terminal de la tige principale de *Sedum argenteum* au niveau du même appendice. Si nous formons encore le rapport $\frac{L}{2\pi R}$, nous trouvons comme valeur de ce rapport $\frac{1}{12}$.

L'ensemble des deux figures (A) et (B) représente la variation périmétrique de la tige, à un niveau donné, dans le temps.

III. — L'élongation de la tige principale et sa croissance périmétrique (1) se produisant simultanément et d'une manière continue

(1) On peut, si l'on veut, remplacer la croissance périmétrique que nous considérons ici par la croissance dont chaque point du périmètre de la section considérée est le siège selon le rayon qui le joint au centre de la section, et par la croissance qu'il subit selon la perpendiculaire au rayon qui passe par le même point dans le plan de la section. On nomme parfois la première de ces croissances *croissance radiale*, et la seconde *croissance tangentielle*.

Dispersion
hélicoïdale
des appendices
primaires
de la
tige principale.

dans toute l'étendue des diverses parties de sa surface, tant que dure leur période de croissance, un quelconque des points d'une de ces régions est soumis à chaque instant, par le seul fait de la croissance des parties sous-jacentes et des parties placées sur la même tranche horizontale, à un double déplacement savoir : un déplacement longitudinal et un déplacement périmétrique. Ces deux déplacements se produisant simultanément, nous ne voyons en réalité qu'un déplacement unique, sorte de résultante des deux déplacements simultanés. Le résultat tangible est un cheminement du point considéré dans l'espace sur une courbe de forme hélicoïde. Mais d'après ce que nous savons, les maxima de croissance de la tige étant localisés entre les régions d'insertion de ses appendices, alors que ses minima de croissance coïncident avec ces régions d'insertion, ces dernières régions plus que toutes les autres se déplaceront dans l'espace en décrivant chacune une courbe hélicoïde. On donne à ce cheminement des appendices primaires le nom de *Dispersion hélicoïdale* de ces appendices (1) (2).

Fig. 45.

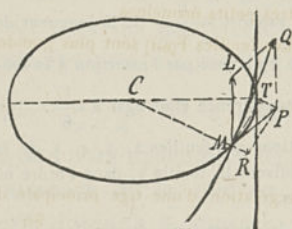


Fig. 45.— Directions des déplacements imprimés à un point déterminé d'une tige par la croissance en longueur et la croissance périmétrique des parties qui l'avoisinent.

M. Un point déterminé de la surface de la tige.

C. Trace de l'axe géométrique de la tige sur le plan de la section transversale menée par le point M.

ML. Direction du déplacement longitudinal imprimé au point M par la croissance longitudinale des parties sous-jacentes.

MP. Direction du déplacement périmétrique imprimé au point M par la croissance périmétrique des parties placées sur la même tranche horizontale.

Si l'on suppose connue, à un instant donné, la grandeur de MP, MP peut être considérée comme étant la résultante de deux déplacements simultanés l'un MR, dirigé selon la ligne CM, l'autre MT dirigé selon la perpendiculaire à CM qui passe par le point M dans le plan de la section transversale.

Si l'on suppose connues, à un instant donné, les grandeurs des déplacements que le

(1) Pour observer facilement ces *variations locales de croissance* sur une tige déterminée, on marque sur sa surface des points de repère au moyen d'une couleur neutre telle que l'Encre de Chine.

(2) Tout ce que nous venons de dire au sujet de la dispersion des appendices primaires des tiges principales s'applique à toutes les autres tiges.

point M doit subir simultanément dans les directions ML et MP, il sera toujours possible de remplacer ce double déplacement par un déplacement unique MQ dirigé selon la tangente à la courbe hélicoïde sur laquelle le point M se déplace.

Pendant l'élongation de l'axe de la gemmule, la partie supérieure de la tige principale de toute plante phanérogame se termine par un *point de végétation* dont la surface est couverte de mamelons latéraux, ou appendices primaires, d'autant plus jeunes et d'autant moins développés qu'on s'approche davantage du sommet du cône végétatif. (Fig. 46, 47, 48, 49, 50). D'après cette description, ce point de végétation est un *Bourgeon* tel que nous l'avons défini page 18; on appelle ce bourgeon qui termine la tige *Bourgeon terminal*.

Bourgeon terminal.

Fig. 46.

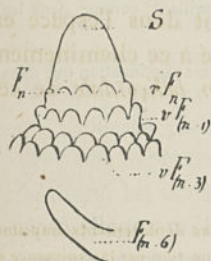


Fig. 46. — Point de végétation d'une tige principale d'*Hip-puris vulgaris* pendant sa période d'activité. Gross. $\frac{80}{1}$.

S. Sommet du point de végétation.

v F. Verticille de feuilles. Chaque verticille peut contenir jusqu'à treize feuilles. Les mamelons foliaires sont d'autant plus grands qu'ils sont plus éloignés du sommet du point de végétation.

v F_n . Dernier verticille de feuilles reconnaissables. — Les feuilles F_n sont à l'état de très petits mamelons.

v $F_{(n-1)}$. Verticille immédiatement antérieur à F_n . — Les feuilles $F_{(n-1)}$ sont plus grandes que les feuilles F_n .

$F_{(n-6)}$. Section radiale d'une feuille du verticille v $F_{(n-6)}$.

Fig. 47.

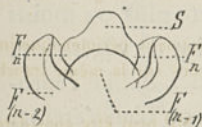


Fig. 47. — Point de végétation d'une tige principale de *Callitriche verna* pendant sa période d'activité. Gross. $\frac{80}{1}$. —

Dans cette plante, les feuilles sont disposées par verticilles de deux. — Les lettres ont la même signification que dans la Fig. 46.

Fig. 48.



Fig. 48. — Point de végétation d'une tige principale de jeune *Taxus baccata* pendant sa période d'activité. Gross. $\frac{80}{1}$. — Les feuilles de cette plante sont isolées les unes des autres.

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

Fig. 49.



Fig. 49. — Point de végétation de tige principale de *Tradescantia* au moment où il donne naissance aux rosaces génitales. Gross. $\frac{80}{1}$.

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

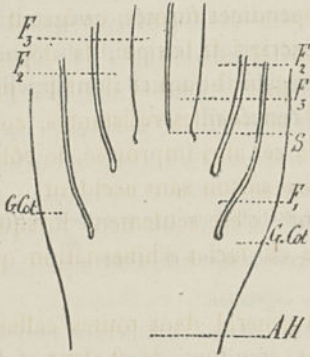


Fig. 50.

Fig. 50. — Section radiale du point de végétation d'une tige principale de *Phœnix dactylifera*. Le point de végétation de cette tige ne forme pas un cône saillant comme dans les figures précédentes.

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

Tiges principales à croissance d'un seul jet. Croissance définie. Croissance indéfinie.

Dans la majorité des tiges principales grêles que l'on appelle *herbacées*, (parce que leur consistance faible et leur coloration verte rappellent ce que l'on désigne vulgairement sous le nom d'herbe), il n'y a généralement aucun temps d'arrêt entre la formation de chacune des diverses parties d'une même tige. La formation de toute la tige a lieu en quelque sorte d'un seul jet. Suivant une marche générale, elle va d'abord se compliquant de plus en plus, puis après avoir atteint un maximum de complication auquel elle reste plus ou moins longtemps, elle se simplifie. Finalement, son point de végétation, n'ayant subi aucun repos, ou bien fournit les organes de la reproduction en s'épanouissant en une rosace génitale, ou bien s'éteint, s'atrophie, et la mort gagne alors des parties les plus élevées de la plante vers ses parties inférieures. On dit que la croissance d'une tige principale est *définie* ou *limitée*, lorsqu'il y a floraison, ou lorsqu'il y a extinction de son bourgeon terminal. La croissance de la tige principale est *indéfinie* dans le cas contraire.

Hibernation du bourgeon terminal.

Dans un grand nombre d'autres tiges principales, surtout lorsque ces parties doivent durer quelques années, la croissance totale ne se

fait plus d'un seul coup. Chaque fois qu'approche la mauvaise saison, le bourgeon terminal prend une configuration spéciale, caractéristique d'un état particulier que l'on appelle *état d'hibernation*. A cet effet, lorsque la croissance de la colonne centrale de la gemmule a atteint son maximum d'intensité, on voit cette intensité décroître; les appendices nouveaux qui se forment encore semblent se succéder plus près les uns des autres; en même temps ils diminuent de taille et de masse. Certains des derniers appendices formés, croissant plus vite que la région centrale du cône végétatif de la tige, la dépassent et forment, autour d'elle, comme un gros bouquet dont les pièces extérieures plus grandes, transformées en écailles résistantes, constituent un véritable abri. A la faveur de cet abri improvisé, le cône de végétation pourra traverser la mauvaise saison sans accident.

Dans le langage descriptif courant, c'est seulement lorsque le bourgeon terminal de la tige présente ce facies d'hibernation qu'on mentionne son existence.

Dans les plantes de nos pays et en général dans toutes celles des régions exposées à subir des variations étendues de chaleur et d'humidité, les extrémités supérieures de la plupart des tiges principales persistantes abritent ainsi leur bourgeon terminal, lorsque vient le temps de la mauvaise saison (1). (Fig. 51, 52, 53).

Fig. 51.

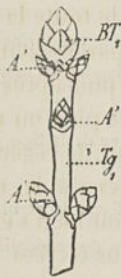


Fig. 52.

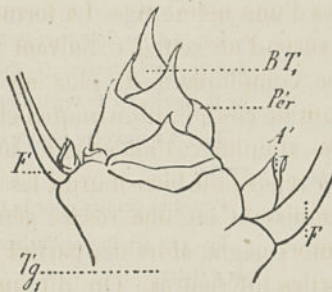


Fig. 53.

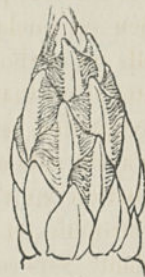


Fig. 51. — Bourgeon terminal d'une tige principale d'*Acer pseudoplatanus* (Erable), avec son facies d'hibernation. Grandeur naturelle.

A'. Bourgeon axillaire de la tige principale.

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

(1) La saison d'hibernation est l'hiver dans les régions tempérées; là cette saison est caractérisée par l'abaissement de la température et l'excès de l'humidité. La saison d'hibernation étant au contraire l'été dans les régions chaudes, cette saison est alors caractérisée par l'excès de chaleur et par une extrême sécheresse.

Fig. 52. — Bourgeon terminal d'une tige principale de *Pirus communis*. (Poirier). avec son facies d'hibernation.

Per. Pérule.

Les stipules des feuilles sont tombées.

Fig. 53. — Bourgeon terminal d'une tige principale de *Pinus*, (section des *Tada*), avec son facies d'hibernation.

Pérule.

Les appendices extérieurs qui se transforment en écailles pour abriter le cône végétatif du bourgeon terminal, pendant son hibernation, forment par leur ensemble une enveloppe désignée sous le nom de *Pérule* (1). Les appendices qui forment la pérule n'acquièrent définitivement l'aspect écailleux que lorsque la croissance de la portion de tige principale placée au-dessous d'eux ne comporte plus la formation de nouveaux appendices régulièrement disposés. Alors le bourgeon terminal placé à l'extrémité de la tige s'enkyste en quelque sorte à l'abri de la pérule et répète le bourgeon gemmulaire que nous avons signalé entre les cotylédons. Alors aussi les appendices les plus extérieurs du bourgeon terminal, transformés en écailles, se sèchent presque complètement. Ultérieurement ils ne prendront qu'un accroissement très faible. En général même, ils se détacheront dès que le bourgeon recommencera à se développer. (Fig. 54).

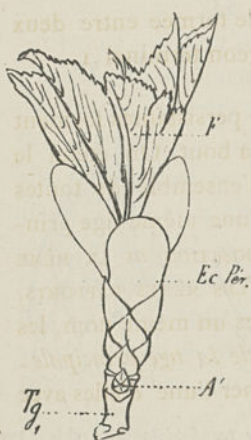


Fig. 54.

Fig. 54. — Bourgeon terminal d'une tige principale d'*Acer pseudoplatanus*. (Érable faux platane) au moment de la reprise de la végétation.

T_{g1}. La dernière pousse développée de la tige principale.

Per. Les écailles dont la réunion forme la pérule.

Fe. Les feuilles ordinaires en train de se déplier et de s'étaler.

(1) D'après la nature des écailles de leur pérule les bourgeons pérulés ont reçu les qualifications suivantes :

Foliacés, quand les écailles de leur pérule rappellent de petites feuilles.

Stipulacés, quand les écailles de leur pérule sont formées par les stipules. (Voyez ce mot dans la Nomenclature de la Feuille).

Pétiolacés, quand les écailles de leur pérule sont formées par des pétioles. (Voyez ce mot dans la Nomenclature de la Feuille).

Fulcracés, quand chacune des écailles de leur pérule est formée d'un pétiole et de ses stipules.

Reprise du
développement
et seconde
hibernation.

Lorsque le bourgeon terminal d'une tige principale reprend, après hibernation, la suite de son développement, nous voyons se répéter les faits que nous avons décrits en exposant la croissance du bourgeon gemmulaire; mais on remarque que le nouvel axe, qui continue la tige principale, est relié à celle-ci par une région couverte par les cicatrices très rapprochées des appendices caducs atrophiés qui formaient la pérule.

Les appendices inférieurs, qui proviennent du développement des mamelons latéraux du cône végétatif qu'abritait la pérule, sont presque toujours d'autant plus grands et d'autant plus écartés les uns des autres, qu'on s'éloigne davantage de la zone d'insertion de la pérule. A une certaine distance de cette insertion pourtant, ces appendices atteignent une taille et un écart maxima. Plus loin, ils semblent moins s'écarter les uns des autres, en même temps qu'ils diminuent rapidement de taille, et bientôt, la saison d'hibernation revenant de nouveau, ils procèdent, une seconde fois, à l'enkystement du bourgeon terminal. Celui-ci, par son développement au printemps suivant, prolongera encore d'une nouvelle pousse la tige principale.

Pousse.

On appelle *Pousse* la portion de tige principale formée entre deux périodes successives d'hibernation de son bourgeon terminal (1).

Extension
du nom de tige
principale.

Presque toutes les tiges principales ligneuses persistantes forment ainsi, une suite de pousses qui s'ajoutent bout à bout. On étend le nom de tige principale à la colonne formée par l'ensemble de toutes ces pousses. Les diverses pousses successives d'une même tige principale *n'ont pas nécessairement LA MÊME ORGANISATION ni LE MÊME DÉVELOPPEMENT; dans tous les cas, elles n'ont pas LES MÊMES RAPPORTS.* L'usage veut cependant qu'on leur donne à toutes un même nom, les unes et les autres sont: *les pousses successives de la tige principale.* Il n'y a d'autre ressource, quand on veut désigner l'une d'elles avec précision, que d'indiquer son numéro d'ordre.

En présence de ce laisser-aller de la Nomenclature botanique, on conçoit facilement, je pense, quel degré de précision il devient nécessaire d'apporter dans la détermination des points d'une tige où l'on

(1) On étend ordinairement ce nom de *pousse* ou de *jet* à la portion d'une tige quelconque formée entre deux périodes successives d'hibernation.

a remarqué les particularités que l'on veut signaler. Tel n'est pas l'usage courant, tel il est nécessaire qu'il soit.

Conséquence
de
cette extension

Le procédé d'élongation de la tige principale par adjonction de pousses successives qui s'ajoutent bout à bout et dont chacune correspond à une période d'activité de son bourgeon terminal, joint à la ressemblance grossière que l'on remarque entre l'état initial du bourgeon gemmulaire et les états d'hibernation du bourgeon terminal de la tige principale, peut être invoqué pour justifier cette manière de voir d'après laquelle entre l'axe hypocotylé et la première pousse de la tige principale, il y a les mêmes rapports qu'entre chaque pousse de cette tige et la pousse suivante. Dès lors, comme on désigne sous le nom de tige principale l'ensemble de toutes les pousses issues du développement du bourgeon terminal de cette tige, pendant ses périodes successives d'activité, on comprend comment il est possible de regarder l'axe hypocotylé comme une portion de la tige principale. Force nous est actuellement de réserver notre opinion sur ce sujet ; nous proposant d'y revenir dans nos leçons ultérieures.

Tiges
principales
à croissance
intermittente
ou formées
de pousses
successives
ajoutées
bout à bout.

L'existence d'un bourgeon terminal hibernant caractérise les tiges principales à croissance intermittente dont la durée doit dépasser une période de végétation. On dit que la croissance de ces tiges est *indéfinie* lorsque le cône végétatif qui les termine supérieurement ne se transforme jamais à aucune époque en appareil génital.

Leur croissance
est indéfinie.
Leur croissance
est définie.

La production d'une rosace génitale au sommet d'une tige, à quelque époque que ce soit, fait désigner cette tige sous le nom de tige à *croissance définie*, même quand sa formation a comporté plusieurs périodes de végétation. L'arrêt de développement presque constant que la production des organes génitaux de la plante détermine dans la formation de nouvelles pousses au sommet de la tige principale, lorsque celle-ci vient à les produire, est très généralement regardé comme étant absolu, si bien même que l'on range dans la catégorie des monstruosité les mieux caractérisées le fait de la prolongation d'une tige principale au-delà de la région où elle donne naissance aux organes de la génération. Ce fait arrive pourtant de temps à autre.

Définition
des Feuilles.

On appelle *Feuilles*, les appendices primaires de la tige principale.

Caractères
principaux
des appendices
primaires
de la tige.

Les feuilles proviennent du développement des mamelons latéraux que nous avons signalés sur la surface du cône de végétation qui termine chaque tige principale. Ce nom de feuilles est appliqué à

tous les appendices primaires des tiges, de quelque ordre que soient ces tiges. — Tous les appendices que nous désignons sous le nom de feuilles ont-ils partout la même valeur morphologique? On l'admet généralement, mais jusqu'ici cela n'a pas été démontré. — Dans quelques Phanérogames anciennes, les appendices primaires de la tige avaient certainement tous la même valeur; en est-il encore ainsi dans les plantes modernes? Cette question est à étudier (1).

Les feuilles possèdent, au moins au début de leur développement, une surface de symétrie qui passe alors par l'axe géométrique de la tige qui les porte. Cette surface de symétrie de la feuille peut fréquemment être assimilée à un plan, d'où les noms de *plan de symétrie* et de *plan principal* de la feuille pour désigner sa surface de symétrie. Ces derniers noms ne correspondant pas toujours à la réalité des faits, les premiers noms *surface de symétrie*, *surface principale* de la feuille sont préférables. Par laisser aller de langage, on emploie néanmoins très souvent l'expression de plan de symétrie comme synonyme de surface de symétrie.

Nœud. On nomme *Nœud*, la région d'insertion d'une feuille sur la tige. (Fig. 55).

Entre-nœud. On appelle *Entre-nœud*, la portion de tige qui sépare deux nœuds consécutifs. Les noms de nœuds et d'entre-nœuds s'appliquent aux divers ordres de tiges sans distinction d'ordre (2).

Nœud vital. On désigne par le nom de *Nœud vital* la région d'insertion des cotylédons sur l'axe hypocotylé. — Ce nom, ayant été considéré par plusieurs auteurs comme synonyme de Collet, sa signification première s'est trouvée parfois modifiée, et c'est ainsi que le nom de nœud vital a servi à désigner la région d'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé, et même l'axe hypocotylé tout entier. — M. De-caisne emploie l'expression de nœud vital pour désigner un nœud

(1) L'incertitude où l'on est sur cette question de la nature morphologique commune ou non à tous les appendices primaires de la tige, permet de considérer les cotylédons d'une plante phanérogame comme des feuilles spéciales; aussi les nomme-t-on souvent des feuilles *séminales*. — On admet implicitement en leur donnant ce nom que les axes hypocotylés forment une catégorie spéciale de tiges.

(2) A chaque nœud d'une tige principale on trouve souvent plusieurs feuilles. Dans ce cas on nomme encore entre-nœud l'intervalle de tige qui sépare deux nœuds consécutifs. Les nœuds qui portent plusieurs feuilles sont parfois considérés comme résultant de la réunion de plusieurs nœuds unifoliés rapprochés au même niveau de la tige.

quelconque. — Si l'on veut bien se conformer aux définitions que nous avons données ci-dessus, et à cette règle de désigner un nœud quelconque par le numéro de l'appendice qu'il porte sur la pousse où on le considère, on voit que le nom de nœud vital est inutile. Physiologiquement, ce nom n'a d'ailleurs aucune raison d'être; il n'a dû d'être employé que parce qu'on a cru jadis pouvoir assimiler ce point à la région du système nerveux cérébro-spinal qui, chez les animaux vertébrés, était désignée par ce même nom.

Fig. 55.

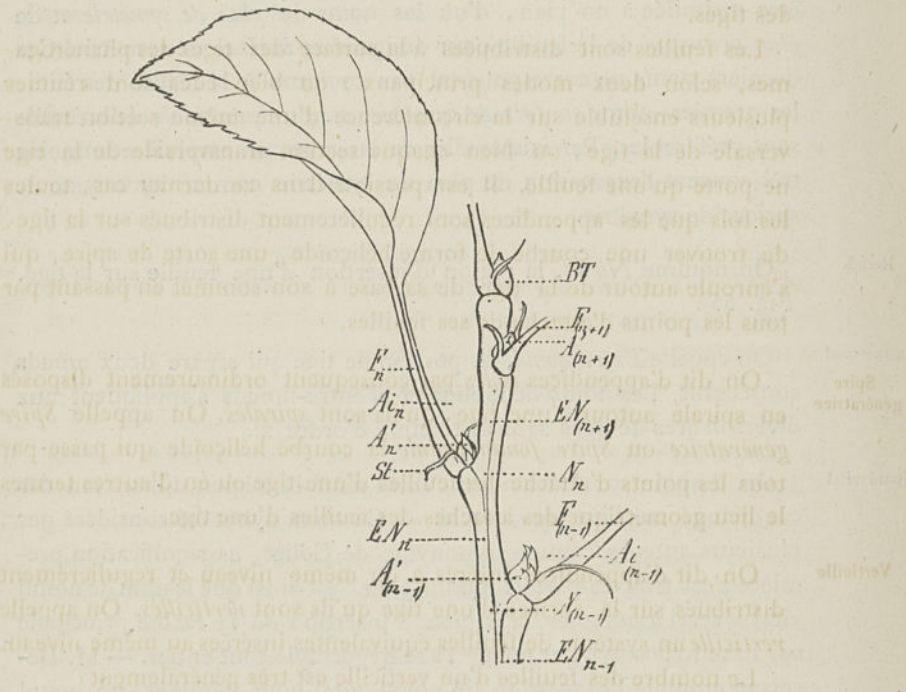


Fig. 55. — Un entre-nœud de tige de *Pirus communis*.

n ou F_n . Une feuille quelconque.

N_n . Nœud de la Feuille F_n .

E_n . Entre-nœud de la feuille F_n ou n^i ème entre-nœud de la pousse dont F_n est la n^i ème feuille.

Ai_n . Aisselle de la feuille F_n .

A'_n . Bourgeon axillaire de la feuille F_n .

$n-1$ ou $F_{(n-1)}$. La feuille immédiatement inférieure à la feuille F_n .

$N_{(n-1)}$. Nœud de la feuille $F_{(n-1)}$.

$E_{(n-1)}$. Entre-nœud de la feuille $F_{(n-1)}$.

$Ai_{(n-1)}$. Aisselle de la feuille $F_{(n-1)}$.

$A'_{(n-1)}$. Bourgeon axillaire de la feuille $F_{(n-1)}$.

$E_{(n+1)}$. $(n+1)^{\text{ième}}$ entre-nœud de la pousse dont F_n est la $n^{\text{ième}}$ feuille.

Aisselle.

On nomme *Aisselle* d'une feuille, l'angle formé par cet appendice avec la partie supérieure de la tige.

Distribution
des appendices
sur la tige.

Les feuilles d'une tige ne sont point disposées au hasard sur sa surface, elles y sont au contraire très régulièrement réparties.

Phyllotaxie.

On appelle *Phyllotaxie*, l'ensemble des remarques qui résument nos connaissances actuelles sur la distribution des feuilles à la surface des tiges.

Les feuilles sont distribuées à la surface des tiges des phanérogames, selon deux modes principaux : ou bien elles sont réunies plusieurs ensemble sur la circonférence d'une même section transversale de la tige, ou bien chaque section transversale de la tige ne porte qu'une feuille. Il est possible dans ce dernier cas, toutes les fois que les appendices sont régulièrement distribués sur la tige, de trouver une courbe de forme hélicoïde, une sorte de spire, qui s'enroule autour de la tige de sa base à son sommet en passant par tous les points d'attache de ses feuilles.

Spire
génératrice

On dit d'appendices *isolés* par conséquent ordinairement disposés en spirale autour d'une tige, qu'ils sont *spirales*. On appelle *Spire génératrice* ou *Spire fondamentale* la courbe hélicoïde qui passe par tous les points d'attache des feuilles d'une tige ou en d'autres termes le lieu géométrique des attaches des feuilles d'une tige.

Verticille

On dit d'appendices insérés à un même niveau et régulièrement distribués sur la surface d'une tige qu'ils sont *verticillés*. On appelle *verticille* un système de feuilles équivalentes insérées au même niveau.

Le nombre des feuilles d'un verticille est très généralement :

2, 3, 5, 8...

Disposition
verticillée.

Ou un multiple simple de ces nombres.

Les feuilles verticillées par deux, sont dites *opposées* (1).

(1) Les feuilles opposées adhèrent quelquefois l'une à l'autre par leur bord inférieur, on les appelle alors *connées*.

Fig. 56.

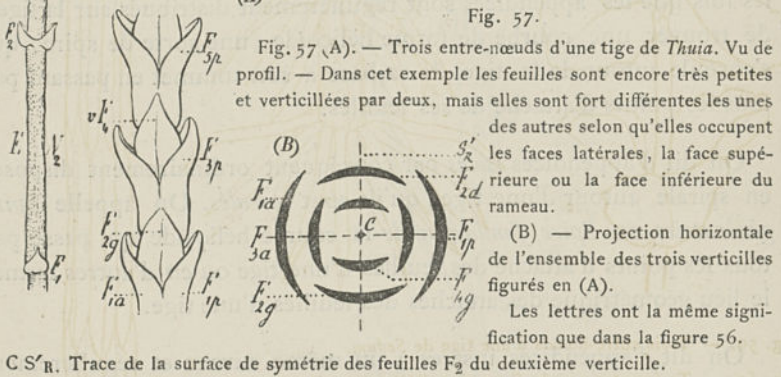
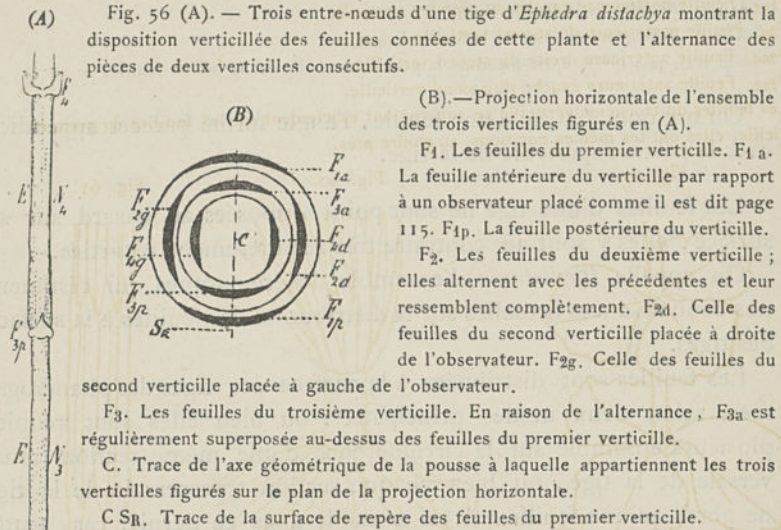
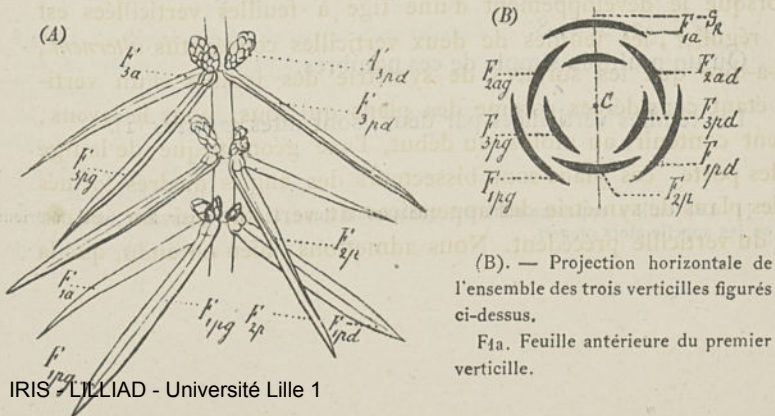


Fig. 58.

Fig. 58 (A). — Trois entre-nœuds d'une tige de *Juniperus communis*. (Genévrier). — Dans cet exemple les feuilles sont verticillées par trois.



F_{1pd}. Feuille postérieure droite du premier verticille.

F_{1pg}. Feuille postérieure gauche du premier verticille.

F_{2p}. Feuille postérieure du second verticille.

F_{2ad}. Feuille antérieure droite du second verticille.

F_{2ag}. Feuille antérieure gauche du second verticille.

Les feuilles du troisième verticille se superposant exactement sur les feuilles du premier verticille, elles ont les mêmes notations, au chiffre près.

Fig. 59.

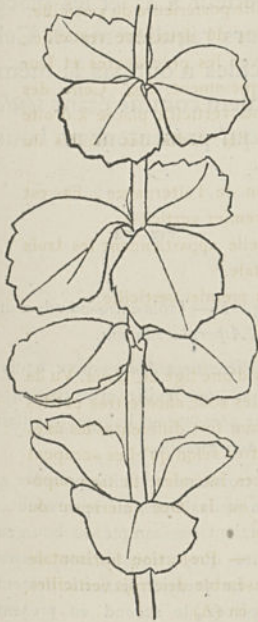


Fig. 60.

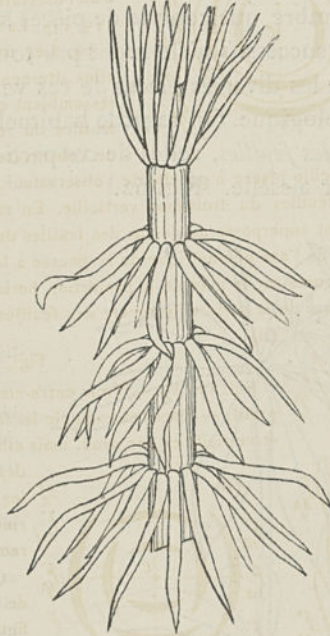


Fig. 61.

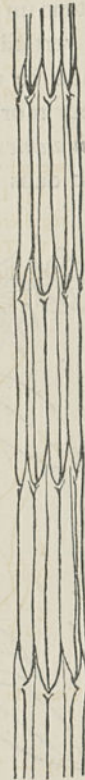


Fig. 59. — Trois entre-nœuds d'une tige de *Sedum*.

Fig. 60. — Trois entre-nœuds d'une tige d'*Hippuris vulgaris*.

Fig. 61. — Trois entre-nœuds d'une tige de *Casuarina equisetiformis*.

Lorsque le développement d'une tige à feuilles verticillées est bien régulier, les feuilles de deux verticilles consécutifs *alternent*, c'est-à-dire que les surfaces de symétrie des feuilles d'un verticille étant considérées comme des plans qui tous, nous le savons, doivent contenir, au moins au début, l'axe géométrique de la tige qui les porte, ces plans sont bissecteurs des angles dièdres formés par les plans de symétrie des appendices du verticille suivant, et par ceux du verticille précédent. Nous admettons, bien entendu, que la

tige que nous étudions ne présente pas de torsion dans l'intervalle des nœuds que nous comparons (*Hippuris*, *Callitriche*, *Lamium*, etc.) — Lorsqu'il y a torsion de la tige, il peut y avoir des déplacements notables des plans de symétrie des feuilles de deux verticilles successifs. — Parfois, comme dans les Rubiacées, par suite du développement de certaines parties de l'appendice et par suite de l'atrophie de certaines autres, les divers verticilles de la tige présentent un nombre quelconque de pièces supérieur à 4, et les pièces des verticilles successifs n'alternent pas toujours régulièrement. Cela tient à ce que les diverses pièces de ces verticilles n'ont pas la même valeur morphologique. On regarde habituellement comme étant *seules équivalentes à des feuilles*, celles de ces parties qui présentent un bourgeon dans leur aisselle. (Fig. 62.)

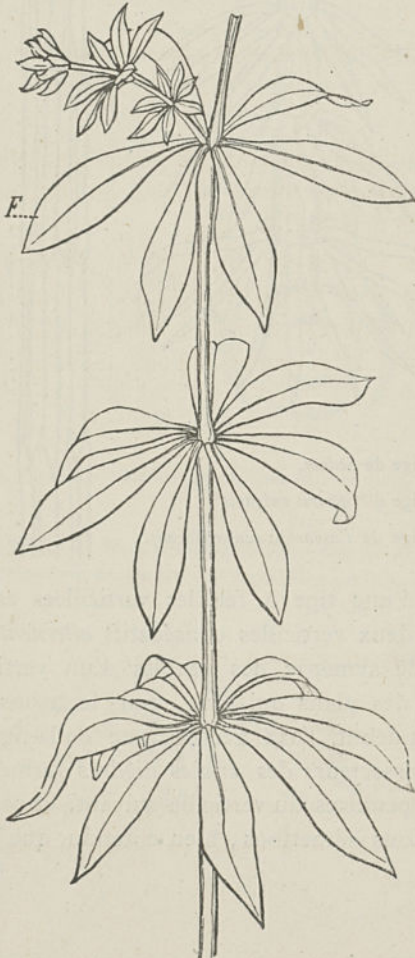


Fig. 62.

Fig. 62.— Trois entre-nœuds d'une tige d'*Asperula odorata*.

F. Pièce regardée comme équivalente à une feuille ordinaire parce qu'elle présente un bourgeon axillaire dans son aisselle.

Le troisième verticille présente six pièces équivalentes en apparence, si on ne tient pas compte du bourgeon axillaire que présente une d'entre elles. Le premier verticille présente huit pièces, le second en présente sept.

On constate parfois comme dans les *Cephalotaxus*, (Fig. 63), des défauts d'alternance entre les verticilles foliaires successifs d'une tige. Jusqu'ici, on n'a pas pu donner de ces défauts d'alternance une explication convenable⁽¹⁾

(1) Voyez pour plus de détail sur ce point la *Théorie des Pseudo-verticilles*, dans nos *Leçons sur la Tige*.

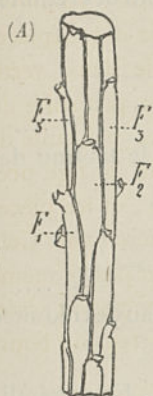
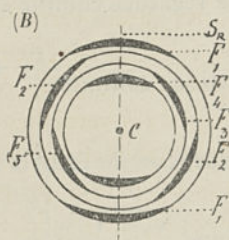


Fig. 63.

Fig. 63 (A). — Trois entre-nœuds d'une tige de *Cephalotaxus Fortunei* montrant qu'il n'y a pas alternance des verticilles successifs de cette tige.



(B). — Projection horizontale de l'ensemble des trois verticilles ci-dessus représentés.

F₁. Les deux feuilles du premier verticille.

F₂. Les deux feuilles du second verticille.

F₃. Les deux feuilles du troisième verticille.

L'alternance des feuilles verticillées par deux, les fait qualifier de *décussées*.

Disposition spiralee.

On qualifie *d'alternes* les feuilles qui ne sont pas verticillées. Nous savons que ces feuilles sont *spiralees* toutes les fois qu'elles sont régulièrement distribuées sur la tige qui les porte.

Angle de divergence.

Dans le cas de feuilles alternes, on appelle *angle de divergence*, l'angle formé par les traces des plans de symétrie de deux appendices consécutifs de la tige sur le plan d'une section transversale de la tige. Cet angle est très généralement un des termes de l'une des séries :

$$(I) \quad \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \frac{34}{89}, \frac{55}{144}, \dots \dots (1)$$

$$(II) \quad \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18}, \frac{8}{29}, \frac{13}{47}, \dots \dots$$

$$(III) \quad \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23}, \dots \dots$$

Ces trois séries peuvent s'écrire sous une autre forme.

(1) On appelle feuilles *distiques* des feuilles alternes qui ont comme angle de divergence $\frac{1}{2}$

On appelle feuilles *tristiques* des feuilles alternes qui ont comme angle de divergence $\frac{1}{3}$

On dit que les feuilles alternes dont l'angle de divergence est $\frac{2}{5}$ sont disposées en *quinconce*.

La première peut en effet être regardée comme le tableau des réduites

ou valeurs successives de la fraction continue $\frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$

La seconde peut de même être regardée comme étant le tableau des

réduites successives de la fraction continue $\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$

Enfin la troisième peut être regardée comme étant le tableau des réduites

successives de la fraction continue $\frac{1}{4 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$. En générali-

sant ces résultats, on peut dire que très ordinairement l'angle de divergence est représenté par les réduites successives de la fraction

continue $\frac{1}{k + \frac{1}{\alpha_1 + \frac{1}{\alpha_2 + \dots}}}$ $k, \alpha_1, \alpha_2, \dots$ pouvant avoir toutes les

valeurs réelles finies imaginables.

On remarquera que dans chacune des trois séries développées ci-dessus (I), (II), (III), une même règle permet de former tous les termes à partir du troisième, dès qu'on connaît les deux termes qui précèdent celui que l'on cherche. Il suffit, en effet, pour avoir le terme cherché, de constituer un nouveau *rapport* ayant pour numérateur la somme des deux numérateurs précédents, et pour dénominateur la somme des deux dénominateurs correspondants. Ainsi

$$\frac{5}{13} = \frac{2+3}{5+8} \quad (1).$$

Nous désignerons toujours l'angle de divergence par le symbole Ω .

(1) Nous étudierons les propriétés des réduites successives de la fraction continue

$\frac{1}{k + \frac{1}{\alpha_1 + \frac{1}{\alpha_2 + \dots}}}$ dans nos *Leçons sur la Tige*. Mais auparavant nous reviendrons sur

le même sujet dans notre *Compte-Rendu des Mémoires de M. Casimir de Candolle sur la Phyllotaxie*.

Fig. 64.

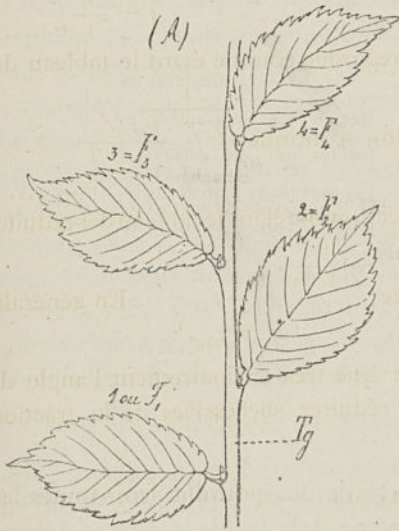
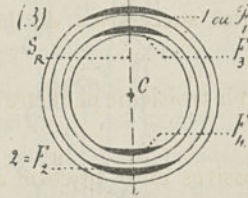


Fig. 64 (A). — Un fragment d'une tige d'*Ulmus campestris*. (Orme champêtre). Les feuilles sont disposées sur cette tige en ordre distique ou selon le cycle $\frac{1}{2}$.



(B). — Projection horizontale de l'arrangement des feuilles sur une tige de l'*Ulmus campestris*.

- 1 ou F_1 . Feuille prise pour origine.
- 2 ou F_2 . Deuxième feuille diamétralement opposée à F_1 .
- 3 ou F_3 . Troisième feuille directement superposée à F_1 .
- Ω Angle de divergence.

Fig. 65.

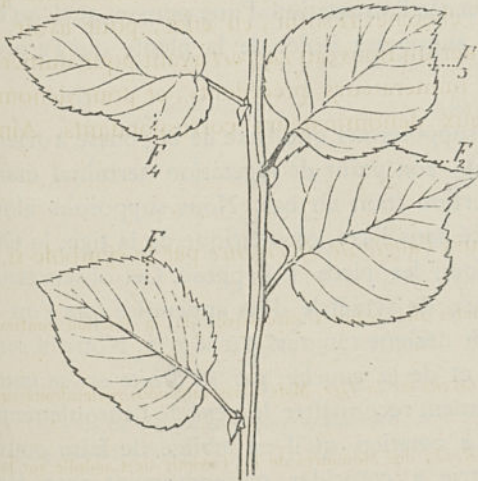
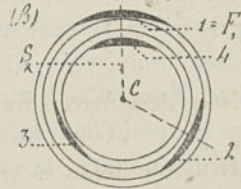


Fig. 65 (A). — Un fragment de tige d'*Alnus* (Aulne). Les feuilles sont disposées sur cette tige en ordre tristique ou selon le cycle $\frac{1}{3}$.



(B). — Projection horizontale de l'arrangement des feuilles sur une tige d'*Alnus*.

Les lettres ont la même signification que dans la fig. 64.

Dans l'*Alnus* c'est la quatrième feuille qui est directement superposée à la première.

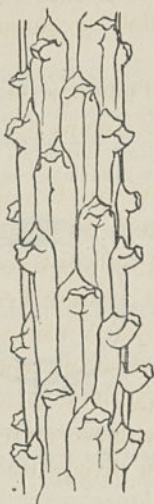


Fig. 66.

Fig. 66 — Un fragment de tige de *Picea excelsa* dont les feuilles ont été détachées. Les appendices étaient distribués sur cette tige selon le cycle $\frac{21}{55}$

Détermination
du sens
de la spire
génératrice
de la tige.

Selon que l'angle de divergence de deux feuilles est compté à droite ou à gauche du plan de symétrie de la feuille la plus ancienne, la tige qui les porte sera dite à apparence *dextre* ou à apparence *sénestre*, ou encore *tordue vers la droite* ou *tordue vers la gauche*. Cette nécessité où nous nous trouvons de déterminer le sens de l'enroulement de la spire génératrice d'une pousse, nous conduit à dire comment nous entendons juger de l'orientation d'une pousse quel qu'en soit l'ordre, même en la supposant isolée de la plante qui l'a produite.

Position de
l'observateur.

En premier lieu, nous supposons que l'axe de la pousse à orienter est placé verticalement, son point de végétation terminal étant en haut, son point d'insertion étant en bas. Nous supposons alors qu'un observateur est placé dans l'axe géométrique de la tige, la tête vers son point de végétation, les pieds à l'opposé. Cet observateur regarde en outre la surface de symétrie d'un appendice que l'on a choisi d'avance et que l'on désigne toujours par le n° 1. Notre observateur juge de la droite et de la gauche par sa droite et sa gauche; il peut dès lors facilement reconnaître le sens de l'enroulement de la spire génératrice. La rotation qu'il est obligé de faire pour amener son plan de symétrie à coïncider successivement avec les

plans de symétrie de la feuille F_n (1) et celui de la feuille F_{n+1} , mesure l'angle de divergence des appendices dans l'intervalle des feuilles F_n, F_{n+1} . Le sens de cette rotation est donné par le sens dans lequel l'observateur a dû se déplacer.

Plantes dextres
et plantes
sénestres.

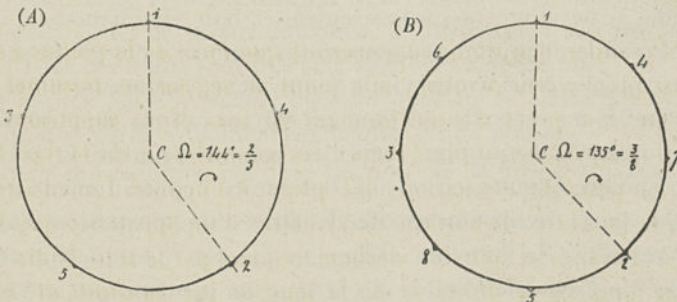
Pour indiquer que la spire génératrice d'une tige est dextre, nous emploierons le signe \curvearrowright . — Pour indiquer qu'une tige est sénestre, nous emploierons le signe \curvearrowleft .

Cycle.

L'angle de divergence est souvent désigné par le nom de *Cycle*. Le Cycle peut encore se définir: le rapport du nombre des tours que fait la spire génératrice entre deux appendices consécutifs situés sur une même génératrice de la tige, au nombre des appendices compris dans cet intervalle (*y compris le premier, non compris le dernier*). Sous cette nouvelle forme, le Cycle est encore représenté par le même nombre que l'angle de divergence, car il est bien clair que, si sur une certaine pousse régulièrement développée on trouve que les feuilles sont toutes distantes d'un angle de divergence dextre égal à $\frac{2}{5}$ de circonférence, c'est qu'avant de pouvoir trouver deux appendices superposés sur la même génératrice, on fera deux fois le tour de la tige et que dans cet intervalle on trouvera cinq appendices.

La figure 67 représente en plan cette disposition; chacun des angles $F_1 C F_2, F_2 C F_3, F_3 C F_4, F_4 C F_5, F_5 C F_1$, formés par les traces des surfaces de symétrie des feuilles successives $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6$ est égal à $\frac{2}{5}$ de circonférence. On voit que l'appendice F_6 viendrait justement se placer au second tour au-dessus de F_1 .

Fig. 67.



(1) n ou F_n désigne une feuille quelconque, $n+1$ ou F_{n+1} désigne la feuille qui suit immédiatement F_n .

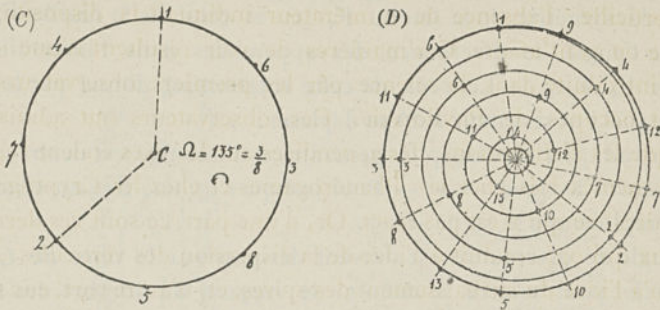


Fig. 67 (A). — Projection horizontale de la distribution d'ensemble des appendices d'une tige lorsqu'ils y sont répartis selon le cycle $\frac{2}{8}$, et que la spire génératrice s'enfoule vers la droite.

(B). — Projection horizontale de la distribution d'ensemble des appendices d'une tige, lorsqu'ils y sont répartis sur le $\frac{3}{8}$, et que la spire génératrice s'enroule vers la droite.

(C). — Le même dispositif $\frac{3}{8}$, la spire génératrice étant sénestre.

(D). — Projection horizontale de la distribution d'ensemble des appendices d'une tige lorsqu'ils y sont répartis selon le cycle $\frac{5}{13}$, et que la spire génératrice s'enroule vers la droite. La spire génératrice et les orthostiques sont indiquées.

Beaucoup d'anciens auteurs ont parfois donné le nom de Cycle au dénominateur de l'angle de divergence d'une tige. Cette signification spéciale du mot cycle provient de ce que ces auteurs ont admis qu'un verticille n'était qu'une disposition spiralée dans laquelle par suite d'un développement spécial, le pas de la spire génératrice est nul dans une certaine partie de son étendue. Un verticille était donc un morceau de spire génératrice très surbaissé. On justifie cette manière de voir en faisant remarquer que, dans beaucoup de verticilles, les feuilles se développent successivement et non simultanément comme l'exigerait la définition que nous avons donnée ci-dessus du verticille, dans laquelle nous avons admis l'équivalence rigoureuse entre toutes les feuilles du verticille. — Pour les mêmes raisons, d'autres auteurs, considérant la disposition verticillée comme primitive et la disposition spiralée comme secondaire, ont admis, contrairement aux premiers, que la disposition spiralée résultait d'une dispersion hélicoïdale des termes d'un verticille. Alors, le nombre des appendices d'un cycle représente le nombre des termes du verticille qui en s'éparpillant lui a donné naissance. Comme ce nombre est représenté par le dénominateur de l'angle de divergence, on a accordé à ce dénominateur une grande importance. Dans le cas d'un cycle, le numérateur indiquait le mode de dispersion des appendices. Dans le cas d'un

vrai verticille, l'absence de numérateur indiquait la disposition à laquelle on avait affaire. Ces manières de voir résultent d'une confusion introduite dans la science par les premiers observateurs qui se sont occupés de Phyllotaxie. Ces observateurs ont admis, en effet, que les distributions des appendices sur les axes étaient réglées par les mêmes lois chez les Phanérogames et chez les Cryptogames vasculaires, ce qui n'est pas exact. Or, d'une part, ce sont ces derniers végétaux qui ont conduit à l'idée de la dispersion des verticilles aussi bien qu'à l'idée du surbaissement des spires, et, d'autre part, eux seuls présentent régulièrement les angles de divergence si compliqués des séries II et III. Il eût suffi, pour éviter les erreurs auxquelles ces idées ont conduit, de remarquer qu'aucune de ces hypothèses ne rendait compte de l'alternance des verticilles successifs non plus que de la disposition des feuilles des *Cephalotaxus*.

Les frères Bravais et Ch. Martins, ont nommé (1) :

Cyclarque, la première feuille d'un cycle.

Cyclure, la dernière feuille d'un cycle.

Prosenhèse, l'écart angulaire de la surface de symétrie de la cyclure d'un cycle avec la surface de symétrie de la cyclarque du cycle suivant ; par exemple, l'écart angulaire des plans de symétrie des feuilles 5 et 6 d'une pousse dont le cycle est $2/5$. — La prosenhèse est dite *proagôgique* quand l'écart angulaire qui la représente est un angle du cycle. Alors, le cycle précédent et le cycle suivant ont la même valeur. Si deux cycles consécutifs ont des valeurs différentes, la prosenhèse qui les sépare est dite *métagôgique* quand il y a un écart brusque de la cyclure du premier à la cyclarque du second, écart qui ne rentre dans aucun des deux cycles. Lorsqu'il y a transition en quelque sorte entre deux cycles de valeur différente, la prosenhèse est dite *épagogique*. Tous ces noms sont très peu employés aujourd'hui.

Spires
secondaires
(Parastiques).

On appelle *Spire secondaire* ou *Parastique* toute hélice qui ne contient qu'une partie seulement des feuilles d'une pousse.

Si nous représentons par une fraction de la forme $\frac{F-S}{F}$ le terme général qui exprime un angle de divergence quelconque, appartenant à une des séries (I), (II), (III), (F-S), S, F étant les dénominateurs respectifs de trois rapports consécutifs de l'une de ces

(1) Annales des Sciences naturelles, 2^e série. T. 8. 1837.

séries, on remarquera, lorsque les feuilles de la tige sont fortement rapprochées, que ces feuilles forment (F-S) spires secondaires très visibles s'enroulant dans un sens et S spires secondaires également très visibles qui s'enroulent en sens opposé. S'agit-il alors de déterminer directement le cycle de la spire génératrice d'une telle tige? Il suffira de faire la somme des spires secondaires visibles $S + (F-S)$ pour trouver F le dénominateur du cycle. Le plus petit des deux nombres de spires secondaires visibles est le numérateur du cycle. Ce procédé est très commode et très simple pour déterminer la spire génératrice d'une tige, dont on ne peut voir que les spires secondaires, comme dans les Plantains et les Joubarbes. Quant au sens d'enroulement de la spire génératrice cherchée, il est le même que celui du plus grand nombre des spires secondaires. Ainsi, sur une Joubarbe où l'angle de divergence est $\frac{3}{8}$ il y a 5 spires secondaires dextres et 3 sénestres : $S = 5$. $F-S = 3$. De là, nous déduisons :

1° Que $F = 3 + 5 = 8$;

2° Que le cycle a pour expression $\frac{3}{3+5}$;

3° Que le sens de l'enroulement de la spire génératrice est dextre.

Orthostiques.

On nomme *orthostique* ou *orthostiche* (1), toute génératrice de la tige supposée cylindrique qui contient plusieurs appendices. — Si la tige était placée verticalement, il en résulterait que les divers appendices d'une même orthostique seraient dans un même plan vertical (2).

Parfois la spire génératrice d'une tige change le sens de son enroulement. En même temps aussi, le cycle qui caractérise la distribution de ses appendices change de valeur. Ceci semble indiquer que nous ne devons attribuer que peu d'importance au sens d'*enroulement apparent* de la spire génératrice. Ces faits de réversion dans le sens des spires génératrices et l'étendue si grande des variations que peut comporter le cycle d'une plante ont fait abandonner à peu près complètement dans ces dernières années l'étude de la Phyllotaxie (3).

(1) Casimir de Candolle. *Considérations sur l'étude de la Phyllotaxie*. Genève 1881. 1 vol. in-8. 2 pl.

(2) Il est des tiges qui n'ont pas d'orthostiques, leurs cyclarques successives formant une spire autour de la tige.

(3) Dans nos « Leçons sur la Tige » nous verrons ce qu'il faut penser de cette très importante question, l'avenir qui lui est réservé et les conséquences cosmiques que l'on en peut tirer.

Fig. 68.

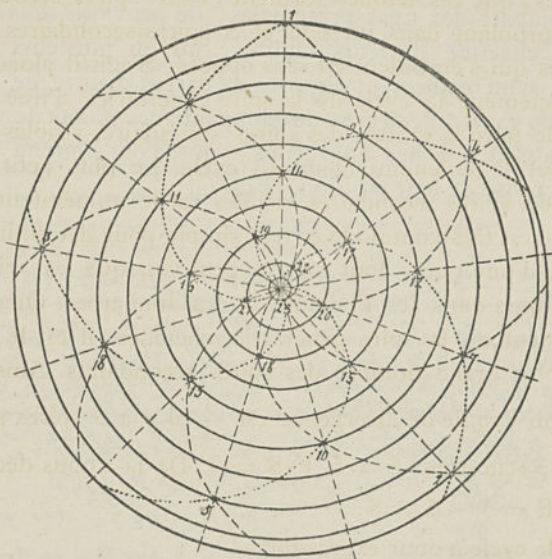


Fig. 68. — Distribution de l'ensemble des appendices d'une tige lorsqu'ils y sont répartis selon le cycle $\frac{5}{13}$. La spirale génératrice est supposée s'enrouler vers la droite.

Les spirales secondaires et les orthostiques sont indiquées.

Les spirales secondaires sénestres sont indiquées en lignes ponctuées.

Les spirales secondaires dextres sont indiquées en traits discontinus.

Homodromie.

On dit qu'il y a *Homodromie* entre deux cycles d'une même tige principale lorsque le sens d'enroulement de la spirale génératrice est le même dans les deux cycles. Ces deux cycles peuvent d'ailleurs avoir la même valeur ou des valeurs différentes.

Hétérodromie.

On dit qu'il y a *Hétérodromie* entre deux cycles d'une même tige principale lorsque le sens d'enroulement de la spirale génératrice est différent dans ces deux cycles, quelle que soit la valeur de ces cycles (1).

Des déplacements importants dont les causes sont encore inconnues peuvent déterminer, comme dans certains *Solanum*, le rapprochement des appendices des tiges dans des positions qui semblent échapper à toute règle phyllotaxique.

(1) On dit encore qu'il y a *Homodromie* entre deux cycles de tiges d'ordre différent lorsque le sens d'enroulement de leur spirale génératrice est le même, et *Hétérodromie* dans le cas contraire.

§ II. RAMIFICATION AXILLAIRE DE LA TIGE.

Bourgeons
axillaires.
Leur définition.

Sur la plupart des tiges principales, on peut voir se former dans l'aisselle de chacune de leurs feuilles, un ou plusieurs points de végétation, symétriquement disposés de part et d'autre de la surface principale de la feuille. En se développant, ces points de végétation donnent naissance à des bourgeons, que l'on nomme *Bourgeons axillaires* à cause de leur position. (Fig. 69).

Fig. 69.

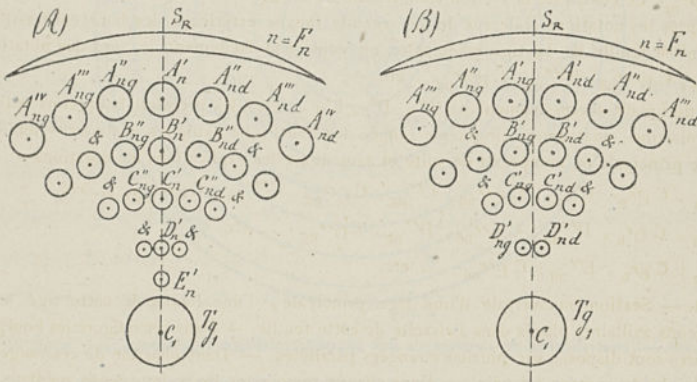


Fig. 69 (A). — Section transversale d'une tige principale, d'une feuille de cette tige, et des bourgeons axillaires placés dans l'aisselle de cette feuille. — Dans cette figure, les bourgeons axillaires sont disposés sur plusieurs rangées parallèles. Dans chacune de ces rangées, ils sont en nombre impair. Le bourgeon le plus âgé de chaque rangée a la trace de son axe géométrique sur la trace de la surface de symétrie de la feuille. Les bourgeons d'une même rangée sont d'autant plus jeunes qu'ils sont plus éloignés de la surface de symétrie de la feuille. Des bourgeons situés sur la surface principale de la feuille, le plus âgé est le plus proche de la feuille, le plus jeune est le plus proche de la tige.

Tg₁. Section transversale de la tige principale.

C₁. Centre de la section transversale de la tige principale.

n ou F_n. Section transversale de la n^{ième} feuille de la tige principale.

A'_n. Section transversale du premier bourgeon axillaire de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la n^{ième} feuille de la tige principale.

C_{A'_n}. Centre de la section transversale du bourgeon axillaire de la n^{ième} feuille qui a comme notation A'_n.

A''_{nd}. Section transversale du second bourgeon axillaire droit de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la n^{ième} feuille de la tige principale.

C_{A''_{nd}}. Centre de la section transversale du bourgeon axillaire de la n^{ième} feuille qui a comme notation A''_{nd}.

A''_{ng}. Section transversale du second bourgeon axillaire gauche de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la n^{ième} feuille de la tige principale.

C_{A''_{ng}}. Centre de la section transversale du bourgeon axillaire de la n^{ième} feuille qui a comme notation A''_{ng}.

A'''_{nd}. Section transversale du troisième bourgeon axillaire droit de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la n^{ième} feuille de la tige principale.

$C'''A''''_{nd}$. Le centre de cette dernière section transversale.

D'après les notations ci-dessus il est facile de voir comment on poursuivrait les notations des autres bourgeons de la première rangée extérieure.

B'_n . Section transversale du premier bourgeon axillaire de la deuxième rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale.

$C B'_{nd}$. Le centre de la section transversale de B'_n .

B''_{ng} . Section transversale du second bourgeon axillaire droit de la deuxième rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale.

$C B''_{nd}$. Le centre de la section transversale de B''_{ng} .

B'''_{ng} . Section transversale du second bourgeon axillaire gauche de la deuxième rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale.

$C B'''_{ng}$. Le centre de la section transversale de B'''_{ng} .

D'après les notations ci-dessus de la seconde rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale, on comprend facilement le sens des notations : B''''_{nd} , $C B''''_{nd}$, B''''_{ng} , $C B''''_{ng}$... etc.

En désignant successivement par C'_n , D'_n , E'_n ... etc., les premiers bourgeons axillaires des troisième, quatrième, cinquième rangée des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale on comprend de suite et sans nouvelles explications les notations :

C'_n , $C C'_n$, C''_{nd} , $C C''_{nd}$, C''_{ng} , $C C''_{ng}$, C'''_{nd} , $C C'''_{nd}$, ... etc.

D'_n , $C D'_n$, D''_{nd} , $C D''_{nd}$, D''_{ng} , $C D''_{ng}$, ... etc.

E'_n , $C E'_n$, E''_{nd} , $C E''_{nd}$, ... etc.

(B). — Section transversale d'une tige principale, d'une feuille de cette tige, et des bourgeons axillaires placés dans l'aisselle de cette feuille. — Dans cette figure les bourgeons axillaires sont disposés sur plusieurs rangées parallèles. — Dans chacune de ces rangées le nombre des bourgeons est pair. — Dans chaque rangée les deux bourgeons médians sont de même âge. — Les bourgeons d'une même rangée sont d'autant plus âgés qu'ils sont plus éloignés de la surface de symétrie de la feuille. De tous les bourgeons médians les plus âgés sont les plus proches de la feuille les plus jeunes sont les plus proches de la tige.

Les lettres communes aux figures 69 (A) et 69 (B) ont la même signification.

A'_{nd} . Section transversale du premier bourgeon axillaire droit de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale.

$C A'_{nd}$. Le centre de la section transversale de A'_{nd} .

A'_{ng} . Section transversale du premier bourgeon axillaire gauche de la première rangée extérieure des bourgeons axillaires de la $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige principale.

$C A'_{ng}$. Le centre de la section transversale de A'_{ng} .

On comprend facilement par l'exemple ci-dessus et sans qu'il soit besoin de nouvelles explications les notations :

B'_{nd} , $C B'_{nd}$, B'_{ng} , $C B'_{ng}$.

C'_{nd} , $C C'_{nd}$, C'_{ng} , $C C'_{ng}$.

D'_{nd} , $C D'_{nd}$, D'_{ng} , $C D'_{ng}$.

.....

etc.

L'organisation générale des bourgeons axillaires rappelle celle des bourgeons terminaux des tiges principales.

*Leur
distribution.*

Lorsque le développement de toutes les parties d'une tige principale est bien régulier ; ses bourgeons axillaires demeurent toujours symétriquement disposés de part et d'autre des surfaces principales des

feuilles dont ils occupent l'aisselle. Presque toujours alors parmi les bourgeons axillaires d'une même feuille, il en est un ou deux qui sont plus anciens et plus gros que tous les autres. Lorsque dans l'aisselle d'une feuille il y a un bourgeon plus âgé que les autres, ce premier bourgeon est apparu dans la région de l'aisselle qui traverse la surface de symétrie de la feuille. Lorsqu'il y a dans l'aisselle d'une feuille deux bourgeons aussi âgés l'un que l'autre et plus anciens que tous les autres, ces deux bourgeons sont ordinairement symétriques l'un de l'autre par rapport à la surface de symétrie de la feuille. — En général, des bourgeons axillaires d'une feuille, les plus âgés, sont les plus proches de sa surface de symétrie.

Si les bourgeons axillaires des feuilles d'une tige principale sont solitaires, ils sont généralement d'autant plus jeunes qu'ils apparaissent plus près du sommet de la tige qui les porte.

*Perturbations
fréquentes
de cette
distribution.*

Les bourgeons axillaires d'une feuille sont très fréquemment déplacés de leur position initiale par des accroissements secondaires qui se produisent dans l'aisselle de la feuille, soit avant, soit pendant, soit après l'apparition de ses bourgeons axillaires. Les bourgeons axillaires sont d'autant plus exposés à être déplacés de la position que la symétrie leur assigne qu'ils apparaissent plus tardivement. Ces inégalités de développement provoquent ordinairement l'hypertrophie de certains bourgeons axillaires et l'atrophie des bourgeons axillaires voisins. Dans quelques cas ces variations sont assez grandes pour que toute trace de l'arrangement primitif disparaisse sur les organes entièrement développés. — Lors même qu'il n'y a qu'un seul bourgeon axillaire dans l'aisselle d'une feuille les déplacements dont nous venons de parler peuvent se produire.

*Les bourgeons
axillaires sont
caractéristiques
des
Phanérogames.*

La disposition symétrique originelle des bourgeons axillaires dans l'aisselle des feuilles de la tige principale *est caractéristique des Phanérogames.*

*Déplacements
dus à
des adhérences
accidentelles.*

Par suite d'adhérences accidentelles qui peuvent s'établir entre la tige principale et les pièces qui naissent sur elles, des bourgeons réellement axillaires peuvent occuper une position nettement extra-axillaire. Ces adhérences permettent d'expliquer les bourgeons latéraux que l'on rencontre parfois sur les tiges principales à une distance notable de la feuille placée immédiatement au-dessous d'eux (1) (2).

(1) Lorsque des parties habituellement séparées sont adhérentes accidentellement on dit qu'elles sont *fasciées*. — M. Van Tieghem dit qu'elles sont *concrecentes*.

(2) Pour juger en toute connaissance de cause de la véritable signification de ces dispositions singulières il faut recourir à l'Organogénie, à l'Anatomie comparée et à l'Embryogénie.

Développement
des bourgeons
axillaires.

Le développement des bourgeons axillaires d'une tige principale présente de très grandes variations d'un point à l'autre de la même tige, à plus forte raison d'une plante à l'autre. Parfois ces bourgeons se développent sitôt après leur apparition, d'autres fois ils s'enkystent et hivernent avant de se développer. Souvent on les voit s'atrophier en tout ou en partie peu de temps après leur apparition (1). Dans l'étude spéciale de chaque plante il faut tenir grand compte de toutes ces particularités.

Tiges
secondaires.
Définition.

Lorsqu'ils se développent, les axes des bourgeons axillaires de la tige principale produisent des tiges chargées de feuilles. Ces nouvelles tiges sont de *second ordre* par rapport à la tige principale. On les nomme aussi *Tiges secondaires*. Fig. 70 (2).

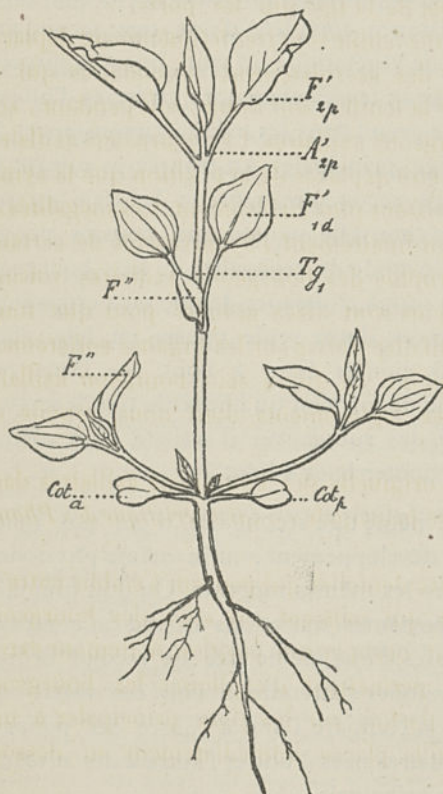


Fig. 70.

Fig. 70. — Jeune pied de *Parietaria officinalis*.

F'. Les feuilles de la tige principale.

F''. Les feuilles des tiges secondaires.

Tg2. Les tiges secondaires.

A'n. Bourgeon axillaire de la feuille F'n.

(1) Il y a de certaines feuilles à l'aisselle desquelles il ne se forme jamais de bourgeons axillaires.

(2) On regarde comme étant des tiges secondaires, celles qui proviennent du développement des bourgeons axillaires qui existent dans l'aisselle des cotylédons de quelques plantes.

*Caractéristique
des tiges de
second ordre.*

Les tiges de second ordre diffèrent toutes des tiges principales en ce qu'elles s'insèrent à l'aisselle des feuilles de celles-ci. Cette particularité suffit pour qu'on distingue toujours très soigneusement les unes et les autres et que l'on indique en parlant d'une tige si c'est à une tige principale, ou à une tige secondaire que l'on a affaire.

*Leur bourgeon
terminal.*

Pendant toute la durée de son développement, chaque tige de second ordre se termine supérieurement par un bourgeon que l'on nomme à cause de sa position *Bourgeon terminal* de la tige secondaire. Le développement de ce bourgeon terminal peut présenter les mêmes variations que celui du bourgeon terminal de la tige principale. Ainsi sa croissance est tantôt définie, tantôt indéfinie. Dans certains cas son développement tout entier se poursuit sans temps d'arrêt; ailleurs, il hiverne plusieurs fois au cours de son développement. Lorsque la croissance complète d'une tige secondaire comporte plusieurs périodes de végétation; on voit, quand approche la mauvaise saison, son bourgeon terminal prendre un facies d'hibernation, qui rappelle celui que prend dans les mêmes circonstances le bourgeon terminal de la tige principale. Au printemps suivant le bourgeon terminal de la tige secondaire reprend la série de ses développements et ajoute une nouvelle pousse aux pousses précédemment formées. — Selon le mode de croissance de leur bourgeon terminal, les tiges secondaires sont à croissance définie ou à croissance illimitée; elles sont aussi formées d'une seule pousse ou bien elles sont formées de jets successifs ajoutés bout à bout. — Dans ces dernières, on considère comme ne formant qu'une seule tige de second ordre les pousses que les périodes successives d'activité d'un même bourgeon terminal viennent ajouter bout à bout.

*Variations
des tiges
secondaires.*

Les diverses pousses d'une même tige secondaire n'ont pas toute la même structure, le même développement, ni la même physiologie. Elles n'ont pas non plus les mêmes rapports. On doit toujours s'attendre à rencontrer d'importantes variations quand on compare l'une à l'autre diverses pousses d'une même tige de second ordre. A plus forte raison doit-on toujours s'attendre à voir ces variations augmenter d'importance si l'on compare l'une à l'autre des pousses prises sur deux tiges secondaires nées l'une et l'autre à des niveaux très éloignés de la même tige principale.

Il est donc de toute première nécessité de prendre l'habitude au commencement de ses études botaniques d'apporter la plus grande rigueur dans la détermination de la place qu'occupe sur la plante les

pousses que l'on étudie ou que l'on compare tant que l'on n'a pas fait connaître les divers types de pousses que la plante peut présenter. — L'extrême rigueur que nous recommandons ici n'a presque jamais été observée par les auteurs qui nous ont précédé (1).

Bourgeons
axillaires
des tiges
secondaires.

Tiges tertiaires

Les tiges de second ordre portent dans l'aisselle de leurs feuilles des bourgeons axillaires semblables à ceux qui garnissent l'aisselle des feuilles de la tige principale.

Les bourgeons axillaires des tiges de second ordre en se développant produisent des tiges chargées de feuilles que l'on nomme *tiges de troisième ordre*, ou *tiges tertiaires*.

Nous répéterions pour ces nouvelles tiges tout ce que nous avons dit pour les tiges de second ordre, sauf en ce qui concerne leur insertion qui a toujours lieu pour les tiges tertiaires sur des tiges de second ordre.

Tiges d'ordre
quelconque.

La ressemblance entre les tiges de second et de troisième ordre est plus grande généralement qu'entre les tiges de second ordre et la tige principale. Les unes et les autres, beaucoup plus fréquemment que la tige principale, sont définies, c'est-à-dire que leur croissance est limitée par la production des rosaces génitales.

Nous verrions les tiges de troisième ordre produire des tiges de quatrième ordre par un procédé semblable à celui qui les a formées sur les tiges de second ordre. Nous pourrions continuer ainsi jusqu'à un numéro d'ordre plus ou moins élevé selon les espèces. De quelque ordre que soit une tige, on doit apporter dans son étude la rigueur

(1) On objectera peut-être à la méthode rigoureuse que je recommande ici :

1^o L'impossibilité matérielle, où on se trouve fort souvent, de déterminer le point exact de la tige principale ou de telle ou telle autre tige dont on a à parler ;

2^o Que la plupart des Collections botaniques et des Livres faits jusqu'ici ne fournissent aucun renseignement sur ce sujet ;

3^o Enfin, que dans un grand nombre de plantes, le degré possible de ramification, le nombre des pousses de chaque ordre de tige et le nombre des nœuds de chaque pousse peut varier beaucoup, de telle sorte qu'au moins pour ces plantes, la rigueur ci-dessus recommandée, est tout à fait illusoire.

A cela je répondrai :

1^o Que l'importance des variations que l'on m'objecte en dernier lieu perd toute sa valeur du moment que l'on substitue dans ces exemples spéciaux, à des nombres absolus, des rapports convenablement choisis. En chaque circonstance ce sera au botaniste d'apprécier lequel il doit employer d'un nombre absolu ou d'un rapport ;

2^o Que l'objection tirée de l'inutilité presque complète dans laquelle tombent nos grandes collections botaniques nationales n'a rien de surprenant étant donné la manière dont elles ont été rassemblées. La notion de la variation possible des diverses pousses d'un même végétal selon leur ordre, leur âge et leur niveau est de date si récente que la plupart des botanistes collecteurs ne la possèdent pas encore. Ils n'ont donc pu réunir dans nos musées les matériaux nécessaires pour les études dans lesquelles elle intervient. L'insuffisance des livres ne fait que traduire l'insuffisance des collections.

3^o Quant à la difficulté de se procurer des matériaux convenables et suffisamment nombreux. Nous croyons que notre méthode partage ce défaut en commun avec toutes les méthodes précises.

de détermination que nous avons recommandée pour les tiges primaires et les tiges secondaires.

Ramification
homogène
normale des
Phanérogames.
—
Son caractère.

Tout cet ensemble de la tige principale et des tiges de divers ordres qui émanent successivement les unes des autres, forme ce que l'on nomme pour chaque Phanérogame, la *Ramification homogène normale de sa tige*. Cette ramification est caractérisée par ce fait que les bourgeons latéraux des tiges et par suite que les tiges des divers ordres sont très généralement axillaires les unes des autres. On comprend sans peine que les hypertrophies, les atrophies, les pressions accidentelles peuvent modifier ce caractère qui est l'un des plus importants des Phanérogames.

Aux caractères ci-dessus, nous pouvons ajouter que la ramification homogène normale de la tige est exogène, c'est-à-dire que les points de végétation des bourgeons axillaires apparaissent à la surface même de la tige.

Bourgeons
dormants.

Certains bourgeons axillaires ne se développent qu'après un très long temps de repos, ils sont dits *bourgeons dormants*. Les bourgeons dormants sont exogènes comme les autres bourgeons axillaires.

Dispositifs
spéciaux de la
ramification
axillaire.

Quelques dispositifs particuliers de la ramification axillaire des tiges des Phanérogames ont reçu des noms spéciaux. Il importe de connaître dans quels cas on doit faire usage de ces noms.

Grappe.

On nomme *Grappe* une ramification axillaire composée d'une tige centrale à croissance indéfinie dont les pousses axillaires plus faibles qu'elle-même, ont une croissance définie (Fig. 71, A, B, 72, A, B). Il y a des grappes à feuilles verticillées. Il y a des grappes à feuilles spiralées. On nomme *Rachis* d'une grappe, la tige centrale de cette grappe.

Fig. 71.

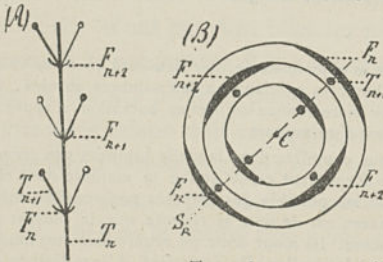


Fig. 71 (A). — Une grappe à feuilles verticillées (vue de 3/4).

T_n La tige centrale ou rachis de la grappe. La croissance de cette tige est indéfinie ou tout au moins beaucoup plus longue que celle de ses pousses axillaires.

F_n . Les feuilles de la tige T_n . — Dans notre figure ces feuilles sont verticillées par deux.

T_{n+1} . Les pousses axillaires à croissance définie nées dans l'aisselle des feuilles F_n . Ces pousses axillaires sont toutes plus faibles que la tige qui les supporte.

(B). — Projection horizontale de l'ensemble de la grappe à feuilles verticillées figurée ci-dessus.

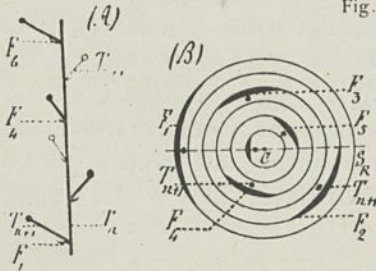


Fig. 72

Fig. 72 (A). — Une grappe à feuilles spiralées (vue de profil).

(B). — Projection horizontale de la grappe figurée ci-dessus.

Dans les figures 72 (A) et 72 (B) les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Grappe composée.

Si plusieurs grappes sont portées sur une tige centrale très forte à croissance indéfinie, elles forment un ensemble qu'on désigne sous le nom de *Grappe composée*. Il y a des grappes composées à feuilles verticillées: Il y a des grappes composées à feuilles spiralées.

Fig. 73.

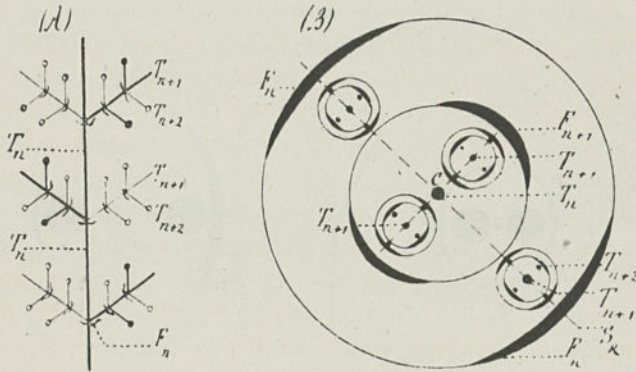


Fig. 73 (A). — Une grappe composée à feuilles verticillées (vue de 3/4).

T_n . La tige centrale de la grappe composée. La croissance de cette tige est indéfinie; elle est plus forte que celle de ses pousses axillaires.

F_n . Les feuilles de la tige T_n .

T_{n+1} . Les pousses axillaires de T_n . Toutes sont plus faibles que T_n . Leur croissance personnelle est indéfinie ou tout au moins beaucoup plus intense que celles de leurs propres pousses axillaires T_{n+2} .

F_{n+1} . Les feuilles de la tige T_{n+1} .

T_{n+2} . Pousses axillaires des tiges T_{n+1} . — Leur croissance est définie, elles demeurent toutes plus faibles que la tige qui les porte.

(B). — Projection horizontale de la grappe composée ci-dessus.

Cyme.

On nomme *Cyme*, une ramification axillaire composée d'une tige à croissance définie qui émet près de son sommet une ou plusieurs

fortes pousses axillaires à croissance ordinairement définie qui deviennent plus puissantes que la portion de la tige support qui s'étend au-dessus de leur insertion. Les pousses axillaires d'une cyme sont

Cyme unipare. nommées *rayons* de la cyme. On nomme *cyme unipare* une cyme qui

Cyme bipare. n'a qu'un seul rayon. On nomme *cyme bipare* (1), une cyme qui a deux rayons. On nomme *cyme tripare* (2), une cyme qui a trois rayons ;

Cymemultipare et, généralement, on nomme *cyme multipare*, une cyme à plusieurs rayons. Il y a des cymes à feuilles verticillées ; il y a des cymes à feuilles spiralées.

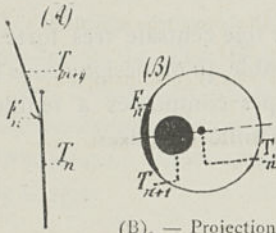


Fig. 74.

Fig. 74 (A). — Une cyme unipare vue de profil.

T_n . Tige à croissance définie.

F_n . Une feuille de la tige T_n .

$T_{(n+1)}$. Pousse axillaire de la feuille F_n . $T_{(n+1)}$ prend un développement plus grand que la partie de T_n qui s'étend au-dessus de son insertion. La croissance de $T_{(n+1)}$ est définie.

(B). — Projection horizontale de la cyme unipare ci-dessus.

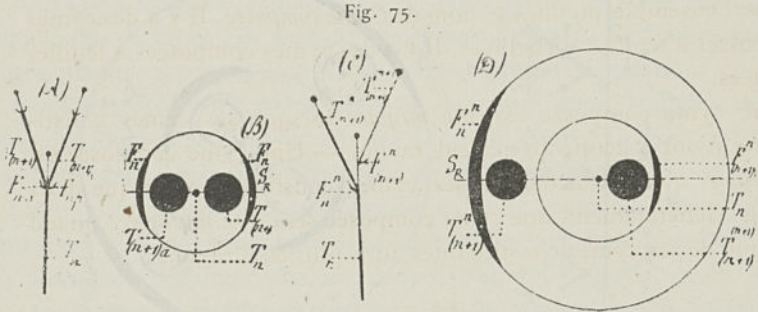


Fig. 75.

Fig. 75 (A). — Une cyme bipare à feuilles verticillées, (vue de profil).

T_n . Tige à croissance définie.

F_a^n, F_p^n . Deux feuilles opposées de la tige T_n .

$T_{(n+1)a}, T_{(n+1)p}$. Deux pousses axillaires opposées de la tige T_n . Les pousses T_{n+1} sont plus fortes que la partie de T_n qui s'étend au-dessus de leur insertion. — Leur croissance est définie.

(B). — Projection horizontale de la cyme bipare figurée ci-dessus.

(C). — Une cyme bipare à feuilles spiralées, (vue de profil). — Pour plus de simplicité on a admis que les feuilles étaient distribuées sur les tiges selon le cycle $\frac{1}{2}$.

T_n . Tige à croissance définie.

(1) Les cymes bipares sont aussi désignées par les noms de *cyme dichotome* et de *Dichase*.

(2) Les cymes tripares sont parfois désignées par les noms de *cyme trichotome* et de *Trichase*.

$F_n^n, F_{(n+1)}^n$. Feuilles successives de la tige T_n .

T_{n+1}^n . Pousse axillaire de la feuille F_n^n .

T_{n+1}^{n+1} . Pousse axillaire de la feuille $F_{(n+1)}^n$.

Les deux pousses axillaires $T_{(n+1)}^n, T_{(n+1)}^{n+1}$ sont plus fortes que le prolongement de T_n placé au-dessus de leur insertion. L'une et l'autre sont à croissance définie.

Cette cyme bipare à feuilles spiralées ressemblera d'autant plus à une cyme bipare à feuilles verticillées que les insertions des pousses T_{n+1}^n, T_{n+1}^{n+1} seront plus rapprochées l'une de l'autre (1).

(D). — Projection horizontale de la cyme bipare à feuilles spiralées représentée Fig. 75 (C).

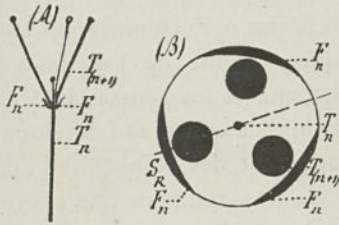


Fig. 76.

Fig. 76 (A). — Une cyme tripale à feuilles verticillées, (vue de 3/4).

Les lettres ont la même signification que dans les figures ci-dessus.

(B). — Projection horizontale de la cyme tripale figurée ci-dessus.

Cyme composée

Si l'on imagine que les rayons d'une cyme soient eux-mêmes des cymes, l'ensemble prendra le nom de *Cyme composée*. Il y a des cymes composées à feuilles verticillées. Il y a des cymes composées à feuilles spiralées.

Une cyme composée est dite *unipare* lorsque ses cymes constituantes n'ont chacune qu'un seul rayon. — Une cyme composée est dite *bipare* quand chacune de ses cymes constituantes n'a que deux rayons. Généralement, une cyme composée sera dite *multipare* quand chacune de ses cymes constituantes aura plusieurs rayons.

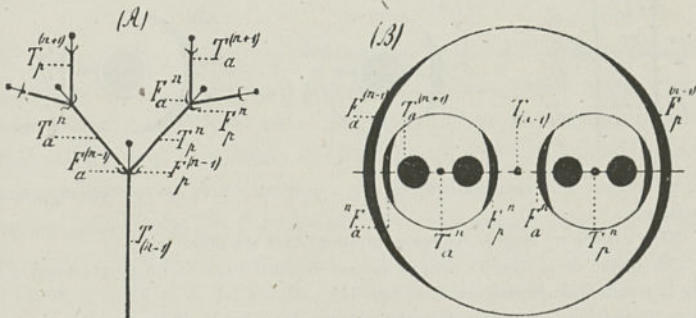


Fig. 77.

(1) La plupart des botanistes descripteurs regardent comme étant identiques ces deux sortes de cymes bipares.

Fig. 77 (A). — Cyme composée à feuilles verticillées par deux.

T_{n-1} . Tige à croissance définie et à feuilles opposées.

F_a^{n-1} , F_p^{n-1} . Deux feuilles opposées de la tige T_{n-1} .

T_{n_a} , T_{n_p} . Deux pousses axillaires de la tige T_{n-1} . Les pousses T_n sont à croissance définie. Elles sont l'une et l'autre plus fortes que la portion de la tige T_{n-1} qui s'étend au-dessus de leur insertion.

F_n . Feuilles des pousses T_n . Elles sont verticillées par deux.

$T_{(n+1)}$. Pousses axillaires des tiges T_n . T_{n+1} se comportent par rapport aux tiges T_n comme les tiges T_n s'étaient comportées par rapport aux tiges T_{n-1} .

(B) — Projection horizontale de la cyme composée ci-dessus.

Sympode.

On dit que la ramification axillaire de la tige prend un *développement sympodique*, forme un *Sympode*, lorsque par suite de l'atrophie du bourgeon terminal d'une tige d'ordre n , l'une de ses pousses axillaires d'ordre $(n + 1)$ s'hypertrophie et par suite de son grand développement se place dans le prolongement apparent des pousses de la tige d'ordre n . En d'autres termes, on nomme *sympode*, une cyme unipare dont le rayon se place dans le prolongement de la tige centrale. Le système des deux pousses d'ordre différent ajoutées bout à bout et semblant ne former qu'une seule et même tige révèle le plus souvent son origine, parce que au niveau d'une feuille F^n , nous voyons d'une part la pousse d'ordre $n + 1$ qui semble continuer la tige d'ordre n , et qu'à l'opposé de la feuille F^n , on trouve généralement des traces du bourgeon terminal de la tige d'ordre n , et parfois encore si les appendices de la plante sont verticillés des traces de l'axe $A_{(n+1)}$ et d'une feuille F_{n_p} opposée à F_{n_a} .

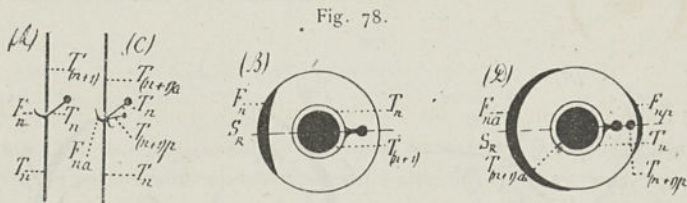


Fig. 78 (A). — Une ramification axillaire à feuilles isolées dont le développement est sympodique.

T_n . Tige d'ordre n , dont le bourgeon terminal s'est atrophié.

F_n . Une feuille de la tige T_n dont la pousse axillaire T_{n+1} en s'hypertrophiant a déjeté de côté la terminaison supérieure de la tige T_n .

(B) — Projection horizontale du système sympodique figuré ci-dessus.

(C). — Une ramification axillaire à feuilles verticillées par deux dont le développement est sympodique (vue de profil par rapport à la feuille F_n^a).

- T_n . Tige d'ordre n dont le bourgeon terminal s'est atrophié.
 F_n^a . Feuille antérieure de la tige T_n , vue de profil. La pousse axillaire $T_{(n+1)a}$ de cette feuille déjette en s'hypertrophiant la terminaison supérieure de la tige T_n .
 F_n^p . Feuille postérieure de la tige T_n . Cette feuille est ordinairement très atrophiée dans le cas de l'hypothèse où nous nous sommes placés.
 $A_{(n+1)p}$. Bourgeon axillaire de la feuille F_n^p , ordinairement atrophié dans le cas de l'hypothèse où nous nous sommes placés.
 (D). — Projection horizontale du système sympodique figuré ci-dessus.

Monopode.

En même temps que le terme sympode, et pour lui faire opposition, on emploie fréquemment celui de *Monopode* pour indiquer une tige formée de pousses de même ordre ajoutées bout à bout, et par extension une tige formée d'un seul jet.

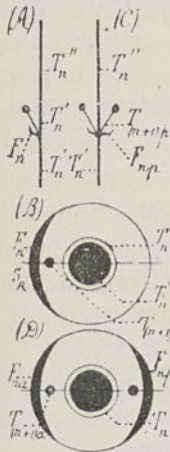


Fig. 79.

- Fig. 79 (A). — Une ramification axillaire à feuilles isolées dont le développement est monopodique.
 T'_n . n ième pousse de la tige T_n .
 T''_n . $(n+1)$ ième pousse de la tige T_n .
 F_n . Une feuille de la tige T_n .
 $T_{(n+1)}$. Pousse axillaire de la feuille F_n .
 (B). — Projection horizontale de la ramification axillaire ci-dessus.
 (C). — Une ramification axillaire à feuilles verticillées par deux dont le développement est monopodique.
 Les lettres ont la même signification que dans la fig. 79 (A).
 (D). — Projection horizontale de la ramification axillaire figurée en (C).

Cymes scorioïdes.
Cymes hélicoïdes.

Si dans un sympode, les pousses axillaires d'ordres successifs qui s'ajoutent bout à bout sont toutes orientées de la même manière chacune par rapport à celle qui la précède le développement du sympode est dit *scorioïde* et la cyme elle-même prend le nom de *Cyme scorioïde*. (Fig. 80.) Si, au contraire, les pousses axillaires d'ordres successifs d'un sympode sont orientées alternativement les unes dans un sens les autres dans l'autre, de telle façon qu'en passant de l'une d'elles à la suivante, et de cette dernière à celle qui lui fait suite, les écarts d'orientation soient symétriques l'un de l'autre par rapport à un plan, le développement du sympode est dit *hélicoïde*; la cyme elle-même est nommée *Cyme hélicoïde*. (Fig. 81).

Fig. 80.

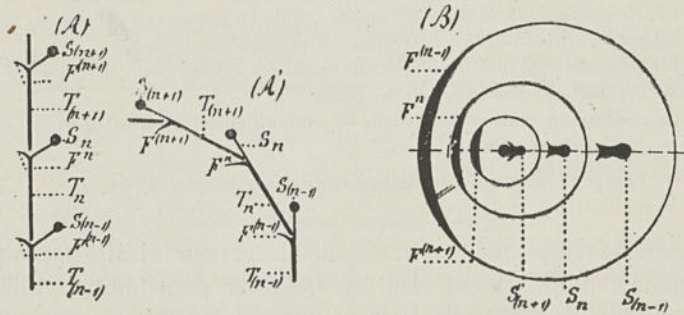


Fig. 80 (A). — Une cyme scorpioïde.

$T_{(n-1)}$. Tige d'ordre $(n-1)$ à croissance définie.

$F^{(n-1)}$. Une feuille de la tige $T_{(n-1)}$ dont la pousse axillaire se développe plus fortement que le prolongement de $T_{(n-1)}$.

$S_{(n-1)}$. Sommet de la tige $T_{(n-1)}$.

T_n . Tige d'ordre n . — S_n . Sommet de la tige T_n .

F^n . Une feuille de la tige T_n dont la pousse axillaire $T_{(n+1)}$ se développe plus que le prolongement de T_n . — Nous avons admis pour plus de simplicité que l'angle formé par les surfaces de symétrie des feuilles F^n et $F^{(n-1)}$ est nul.

$T_{(n+1)}$. Tige d'ordre $(n+1)$. — $S_{(n+1)}$. Sommet de la tige $T_{(n+1)}$.

$F^{(n+1)}$. Une feuille de la tige $T_{(n+1)}$ dont la pousse axillaire $T_{(n+2)}$ se développe plus que le prolongement de $T_{(n+1)}$.

Si le développement de la cyme est scorpioïde, l'angle formé par les surfaces de symétrie des feuilles F^n et $F^{(n+1)}$ sera nul comme l'était l'angle des surfaces de symétrie des feuilles $F^{(n-1)}$ et F^n .

(B). — Projection horizontale de la cyme scorpioïde représentée ci-dessus.

Dans la figure (A) nous avons admis que les pousses axillaires d'ordres successifs ajoutées bout à bout ne formaient qu'une file rectiligne, en (A') nous avons représenté la forme que prendrait la cyme scorpioïde si les pousses successives ajoutées bout à bout ne se redressaient pas entièrement pour se placer dans le prolongement l'une de l'autre.

Fig. 81.

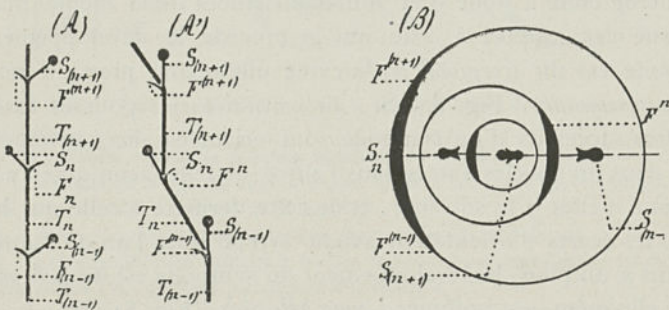


Fig. 81 (A). — Une cyme héliçoïde.

Les lettres ont la même signification que dans la fig. 80.

Dans cette figure 81 nous avons admis, pour plus de simplicité, que l'angle des deux plans principaux des feuilles F^{n-1} , F^n est 180° \curvearrowright . — Si le développement de la cyme est héliçoïde l'angle des plans principaux des feuilles F^n , F^{n+1} sera 180° \curvearrowleft .

(B). — Projection horizontale de la cyme héliçoïde figurée ci-dessus (1).

Il existe toutes les transitions imaginables entre les divers modes de ramification axillaire de la tige que nous avons énumérés ci-dessus.

Les diverses ramifications axillaires de la tige énumérées ci-dessus, se combinant entre elles de toutes les manières possibles, produisent les différents modes de terminaison de la ramification homogène normale de la tige des Phanérogames.

Parmi tous ces modes de terminaison, il en est d'assez semblables extérieurement qui sont le résultat de combinaisons fort différentes de cymes et de grappes. Il n'est possible de distinguer les uns des autres qu'en suivant pas à pas leur développement complet. Si des hypertrophies locales, des atrophies, ou des fasciations viennent à se produire pendant le développement de telles terminaisons, il est souvent impossible de les définir. La physionomie de chacun de ces modes de terminaison de la ramification axillaire de la tige peut être plus ou moins profondément modifiée selon le nombre des entre-nœuds de chacune de ses pousses constituantes et selon la longueur des entre-nœuds de ces pousses.

Malgré les indications ci-dessus et vu leur trop grande particularité, nous pensons qu'il est nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches d'ensemble sur la ramification axillaire des Phanérogames et sur ses modes de terminaison.

Fasciation
de tiges.
—
Cladodes
de tiges.

Lorsque plusieurs tiges, de quelque ordre qu'elles soient, sont adhérentes entre elles, on dit qu'elles sont *fasciées*. L'ensemble de plusieurs tiges fasciées est une *Fasciation de tiges* ou un *Cladode de tiges* (2). On trouve de fort beaux exemples de cladodes de tiges chez les *Phyllocladus* (Fig. 82), les *Xylophylla* (Fig. 85), les *Opuntia*, les *Cereus* (Fig. 86), les *Mamillaria*, les *Cactus*.

(1) Les figures 71 à 81 n'ont pas été orientées d'une manière uniforme comme l'exigent les conventions que nous avons établies dans la Phyllotaxie. Cette infraction à nos conventions a pour excuse le besoin de ne pas compliquer la lecture des figures en question par des difficultés spéciales de représentation.

(2) Par erreur plusieurs botanistes descripteurs étendent le nom de cladode à des tiges simplement aplaties.

Fig. 82.

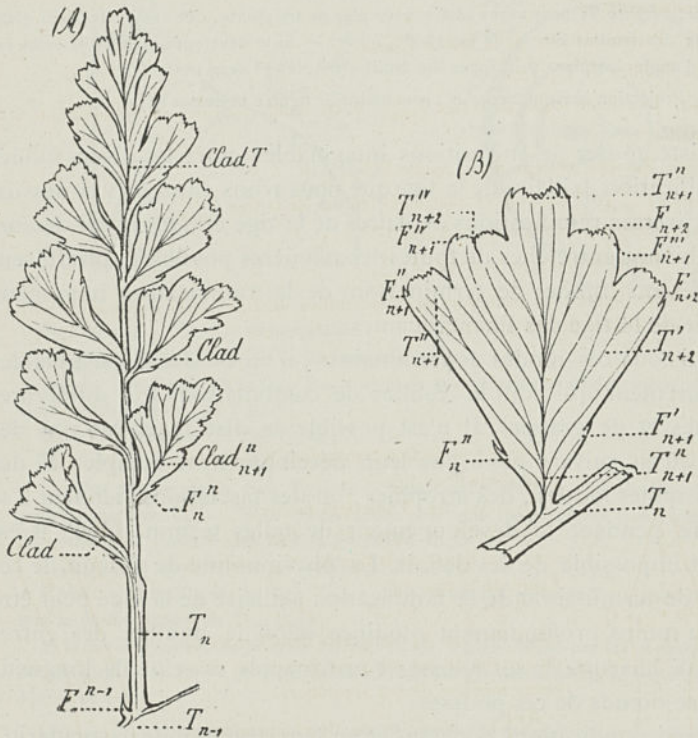


Fig. 82 (A). — Un rameau de *Phyllocladus rhomboïdalis* terminé en cladode et portant latéralement d'autres cladodes.

$T_{(n-1)}$. Tige dont on a figuré une pousse axillaire.

$F_{(n-1)}$. Feuille de la tige $T_{(n-1)}$.

T_n . Pousse axillaire de la tige $T_{(n-1)}$. T_n est terminée supérieurement par un cladode ; elle porte latéralement d'autres cladodes.

F_n^n . Une feuille quelconque de la tige T_n .

$Clad. n+1$. Pousse axillaire de la feuille F_n^n transformée en cladode. Dans ce cladode on peut distinguer facilement des tiges de deux ordres.

$Clad. T$. Cladode terminal de la tige T_n .

$Clad$. Cladode quelconque.

(B). — Un des cladodes latéraux d'un rameau de *Phyllocladus rhomboïdalis*.

T_n . Tige dont les rameaux latéraux sont transformés en cladodes

F_n^n . Une feuille quelconque de la tige T_n . La feuille F_n^n adhère longuement à son rameau

$T_{(n+1)}^n$. Pousse axillaire fasciée de la feuille F_n^n .

$F'_{(n+1)}$. Première feuille de la tige $T_{(n+1)}^n$. La feuille $F'_{(n+1)}$ est longuement adhérente à son rameau axillaire.

$T'_{(n+2)}$. Pousse axillaire de la feuille $F'_{(n+1)}$.

$F_{(n+2)}$. Feuilles de $T'_{(n+2)}$.

$F''_{(n+1)}$. Deuxième feuille de la tige $T_{(n+1)}^n$. Cette feuille est longuement adhérente à son rameau axillaire.

$T''_{(n+2)}$. Rameau axillaire de la feuille $F''_{(n+1)}$.

$F'''_{(n+1)}, F_{(n+1)}^{IV}$. Troisième et quatrième feuilles de la tige $T_{(n+1)}^n$.

$T'''_{(n+2)}$. Rameau axillaire de la feuille $F'''_{(n+1)}$.

$T_{(n+2)}^{IV}$. Rameau axillaire de la feuille $F_{(n+1)}^{IV}$.

D'après cette figure, on peut voir que les feuilles de tiges fasciées prennent part à la formation du cladode de ces tiges (1).

(1) Fig. 83.

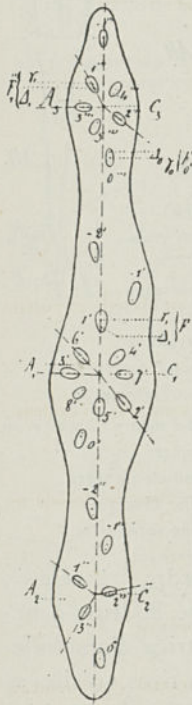


Fig. 83.—Section transversale d'ensemble d'un cladode de tige.

A_1, A_2, A_3 . Trois tiges fasciées.

C_1 , centre de figure de la tige A_1 ; C_2 , centre de figure de la tige A_2 ; C_3 , centre de figure de la tige A_3 .

$1', 2', 3', \dots, 8', o'$, — $1' - 2'$, faisceaux de l'axe A_1 numérotés dans l'ordre où ils sortent de cet axe pour former les faisceaux médians de ses appendices.

$\Delta_1 \left\{ \begin{array}{l} F_1, \text{ le centre de développement et} \\ \gamma_1 \end{array} \right.$ le centre de figure du faisceau 1 de l'axe A_1 .

D'après certaines conventions que nous verrons ultérieurement, $C_1 \gamma_1$ définit l'orientation de toute la figure.

$1'', 2'', \dots, o'', \dots - 2''$; faisceaux de l'axe A_2 numérotés dans leur ordre de sortie.

$1''', \dots, 5''', o''', - 1'''$, ..; faisceaux de l'axe A_3 numérotés dans leur ordre de sortie.

Fig. 84. — Moitié d'une section transversale d'un cladode de Tiges de *Phyllocladus rhomboïdalis* pratiquée vers la région supérieure de ce cladode.

F' . Faisceau de l'axe A_1 .

F'' . Faisceau de l'axe A_2 .

C_1 . Centre de figure de l'axe A_1 .

L'axe A_2 est né à l'aisselle d'un appendice auquel se rend un faisceau F' .

Fig. 84.

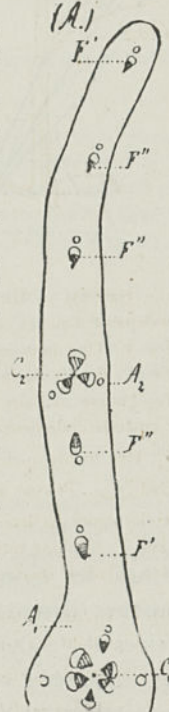
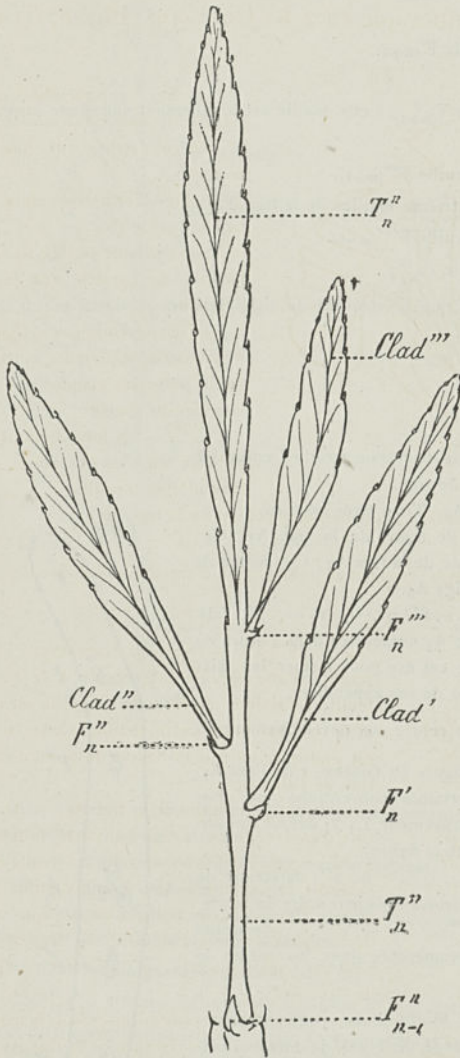


Fig. 85.



Tiges
développées.
Aiguilles.

Chez les Conifères certaines tiges définies, d'ordre très élevé, s'ouvrent dans leur partie supérieure le long d'une de leurs génératrices et s'étalent dans le plan tangent à la génératrice diamétralement opposée à celle qui s'est ouverte. On dit de ces tiges qu'elles se sont étalées ou développées en donnant ici au mot développé le sens que lui donnent les géomètres lorsqu'ils déroulent une surface

Fig. 85. — Un rameau de *Xylophylla* terminé par un cladode et portant latéralement d'autres cladodes.

T_n^n . Rameau axillaire de la feuille $F_{(n-1)}^n$ terminé par une fasciation. Les tiges d'ordre $(n+1)$ fasciées avec la tige T_n^n ne sont pas visibles extérieurement.

$F_n^n, F_n'^n, F_n''^n$. Feuilles du rameau T_n^n .

$Clad', Clad'', Clad'''$. Cladodes axillaires des feuilles $F_n^n, F_n'^n, F_n''^n$.

Fig. 86.

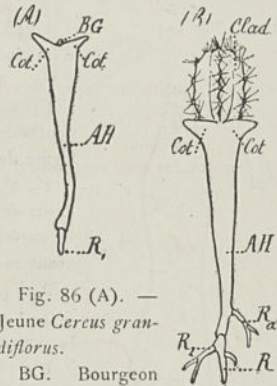


Fig. 86 (A). — Jeune *Cereus grandiflorus*.

BG. Bourgeon gemmulaire.

Cot. Cotylédons.

AH. Axe hypocotylé.

R_1 . Racine principale.

(B). — Le même *Cereus* à un âge plus avancé.

Clad. Cladode de tiges.

R_a . Racine adventive.

R_2 . Racine secondaire.

développable sur un plan. — On nomme *Aiguille* une tige *développée*. Les aiguilles ne sont connues que chez les Conifères (Fig. 87) (1).

Fig. 87.

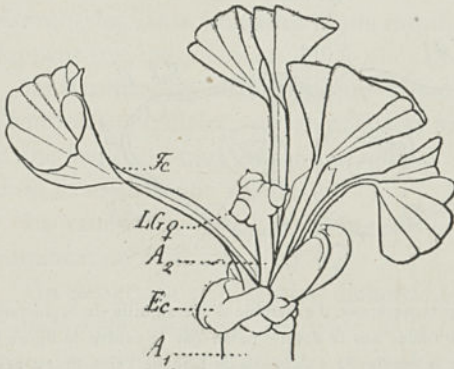


Fig. 87. — Ensemble d'une aiguille de *Salisburia adiantifolia* (Ginko ou Arbre aux quarante écus).

A₁. Tige d'ordre très élevé portant la feuille *Fe*.

Fe. Feuille de la tige A₁, dans l'aisselle de laquelle s'est formée l'aiguille.

A₂. Tige développée en *Aiguille*. A sa partie supérieure cette aiguille porte les glandes génitales femelles ou ovules.

L G ♀. Un lobe de la glande génitale femelle. On donne à ce lobe le nom d'ovule.

Ec. Ecaille du bourgeon terminal de l'avant dernière pousse de la tige A₁ (2).

(1) Beaucoup d'auteurs allemands donnent le même nom d'aiguille à des feuilles très étroites coriaces en forme d'aiguilles.

(2)

Fig. 88.

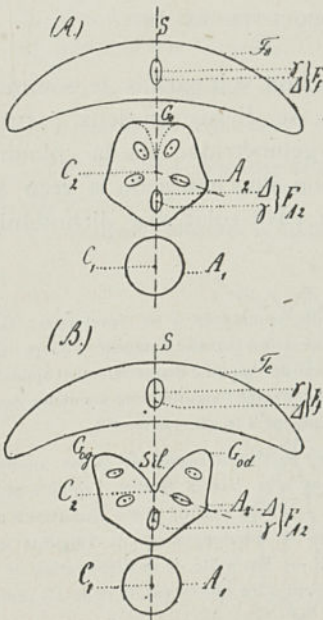


Fig. 88 (A). — Section transversale d'ensemble d'une aiguille intéressant à la fois la feuille à l'aisselle de laquelle l'aiguille est née, et la tige qui porte cette feuille. Cette section est pratiquée un peu au-dessus du point d'insertion de l'aiguille.

C₁. Centre de figure de la tige A₁. — A₁ section transversale de la tige qui porte la feuille.

Fe. Section transversale de la feuille dans l'aisselle de laquelle se trouve une aiguille.

A₂. Tige (Pousse axillaire de A₁) qui en se développant donnera l'aiguille. La tige A₂ ne s'est pas encore ouverte. — C₂ Centre de figure de l'axe A₂.

F₁. Section transversale du faisceau de la feuille.

G₀. Génératrice d'ouverture de la tige A₂.

Sil. Sillon indiquant superficiellement le mode de formation de l'aiguille.

FA₂. Section transversale d'un faisceau de la tige A₂.

(B). — Section transversale d'une aiguille intéressant à la fois la feuille *Fe*, l'aiguille A₂ et la tige A₁. — Cette section est pratiquée à un niveau plus élevé que la précédente.

Fig. 89.

Fig. 89. — Ensemble d'une aiguille de *Sciadopitys verticillata*.
Les lettres ont la même signification que dans la figure 88.



Fig. 90.

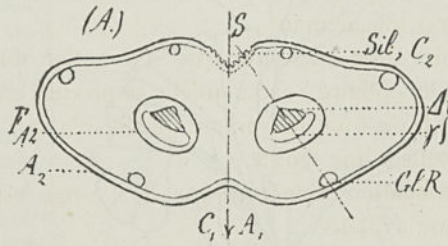


Fig. 90. — Section transversale d'ensemble d'une aiguille de *Sciadopitys verticillata*. La verticale tracée sur le dessin passe par le centre de figure C de la tige A_1 qui porte la feuille Fe à l'aisselle de laquelle l'aiguille est née.

Sil. Sillon au fond duquel sont cachés les stomates ou orifices par lesquels les gaz entrent dans la plante et en sortent.

Dans la nature, lorsque l'aiguille est horizontale *Sil* regarde le sol.
Gl R. Glandes résinifères.

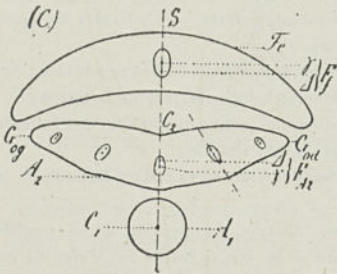
§ III. RAMIFICATION DICHOTOMIQUE DE LA TIGE.

Dichotomie d'une tige.

Définition.

Ramification dichotomique.

Dans quelques plantes phanérogames, on voit parfois le sommet du cône végétatif de certains bourgeons se diviser en deux parties parallèlement à la direction de l'axe géométrique de la colonne centrale. Ce partage du cône de végétation d'un bourgeon a reçu le nom de *Dichotomie*. Un bourgeon dont l'axe subit une dichotomie se ramifie dichotomiquement.



L'aiguille commence à se développer. G_0 . Génératrice selon laquelle l'aiguille s'ouvre. G . Génératrice de l'aiguille diamétralement opposée à G_0 . En s'ouvrant l'aiguille tend à s'étaler dans le plan tangent à la génératrice Gd .

(C). — Section transversale d'une aiguille intéressant à la fois la feuille, l'aiguille et la tige A_1 . — Cette section a été pratiquée à un niveau où le développement de l'aiguille est complet. — Par suite de la déformation de la

tige A_2 les lignes $\Delta\gamma$ de ses divers faisceaux ne passent plus toutes par le point C_2 centre de figure de cet axe.

Après la dichotomie de son cône de végétation, la tige qui vient de subir cette opération présente deux points de végétation dont chacun croît pour son compte presque sans souci de la croissance de son voisin. *La pousse de la tige*, UNIQUE *au-dessous de la dichotomie*, se poursuit par deux tiges qui sont les branches de la dichotomie. Très souvent les deux branches d'une ramification dichotomique se développent très inégalement.

Caractères de la ramification dichotomique de la tige.

La ramification dichotomique d'une tige diffère toujours de sa ramification axillaire, parce qu'elle se produit en dehors de l'aisselle d'une feuille ou tout au moins qu'elle n'a pas nécessairement lieu dans l'aisselle d'une feuille.

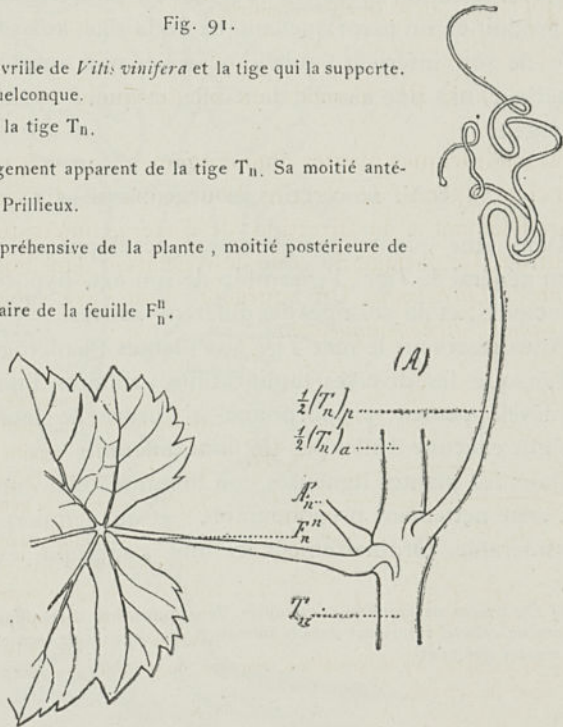
Exemples de ramification dichotomique.

La ramification dichotomique de la tige est *exogène* comme sa ramification axillaire.

On désigne la ramification dichotomique de la tige sous le nom de *ramification homogène anormale de la tige*. Parmi les dichotomies de tiges les mieux caractérisées, nous citerons celle qui fournit la *vrille* des *Vitis* d'après M. Ed. Prillieux, et celle qui produit la hampe florale du *Saururus Loweirii*, d'après M. Ferdinand Debray.

Fig. 91.

Fig. 91 (A). — Une vrille de *Viti vinifera* et la tige qui la supporte.
 T_n . Tige d'ordre quelconque.
 F_n^n . $n^{\text{ième}}$ feuille de la tige T_n .
 $\frac{1}{2}(T'_n)_a$. Prolongement apparent de la tige T_n . Sa moitié antérieure d'après M. Ed. Prillieux.
 $\frac{1}{2}(T'_n)_p$. Vrille préhensive de la plante, moitié postérieure de la tige T'_n .
 A'_n . Bourgeon axillaire de la feuille F_n^n .



Les exemples de ramification dichotomique de la tige sont rares, en dehors des points de la plante où celle-ci procède par ce moyen à la confection d'un appareil physiologique spécial (1).

Il importe de ne pas confondre la ramification dichotomique vraie dont il est question ici, avec les ramifications axillaires dichotomes ou cymes dichotomes que plusieurs botanistes descripteurs désignent bien à tort par le nom de ramification dichotomique.

§ IV. RAMIFICATION ADVENTIVE DE LA TIGE.

Bourgeons
adventifs.
Ramification
adventive
de la tige.
Ses caractères.

Parfois certains bourgeons sous l'influence de circonstances accidentelles toutes locales se développent en un point quelconque de la tige. On nomme ces bourgeons spéciaux des *Bourgeons adventifs*. Les tiges qui en proviennent sont des tiges adventives. — Les bourgeons adventifs apparaissent n'importe où sur la surface des plantes ou dans leur intérieur.

Les pousses issues du développement des bourgeons adventifs nés sur une tige forment la ramification adventive de cette tige.

La ramification adventive de la tige est caractérisée par ce fait qu'elle se produit en un point quelconque de la tige, aussi bien de sa surface que de son intérieur; qu'elle n'est liée ni à un point de végétation antérieur, ni à une aisselle de feuille, et que, fréquemment, elle paraît endogène.

§ V. NOMENCLATURE D'ENSEMBLE DE LA TIGE.

Signification
générale
du mot *Tige*
en Botanique
descriptive.

Dans une plante complètement développée, on désigne sous le nom général de *Tige*, l'ensemble de son axe hypocotylé, de sa tige principale, et de ses tiges des différents ordres.

Nomenclature
des diverses
parties
d'une tige.

Nous réservons le mot *Tige* aux plantes Phanérogames.

Tronc.

Lorsque les diverses ramifications axillaires d'une tige acquièrent un développement proportionnel à l'ordre de leur apparition, on désigne chacune d'elles par un nom différent :

Dans les plantes ligneuses, on nomme *Tronc*, une tige principale, qui reste nettement prépondérante, et qui acquiert un volume assez considérable. Ordinairement ce mot s'applique exclusivement à la

(1) On trouve de nombreux exemples de ramification dichotomique de tige dans les régions où celle-ci intervient dans la formation des organes de soutien, et dans la formation des rosaces génitales.

portion de la tige principale située au-dessous de ses premières ramifications axillaires importantes.

Rameaux,
Branches,
Ramilles.

Sous le nom de *Rameaux*, on désigne des tiges de divers ordres quel que soit leur développement. En général le nom de rameaux est appliqué à des tiges grêles ; les tiges plus grosses reçoivent le nom de *Branches*. On nomme *Ramilles*, les rameaux les plus grêles.

Fig. 92.

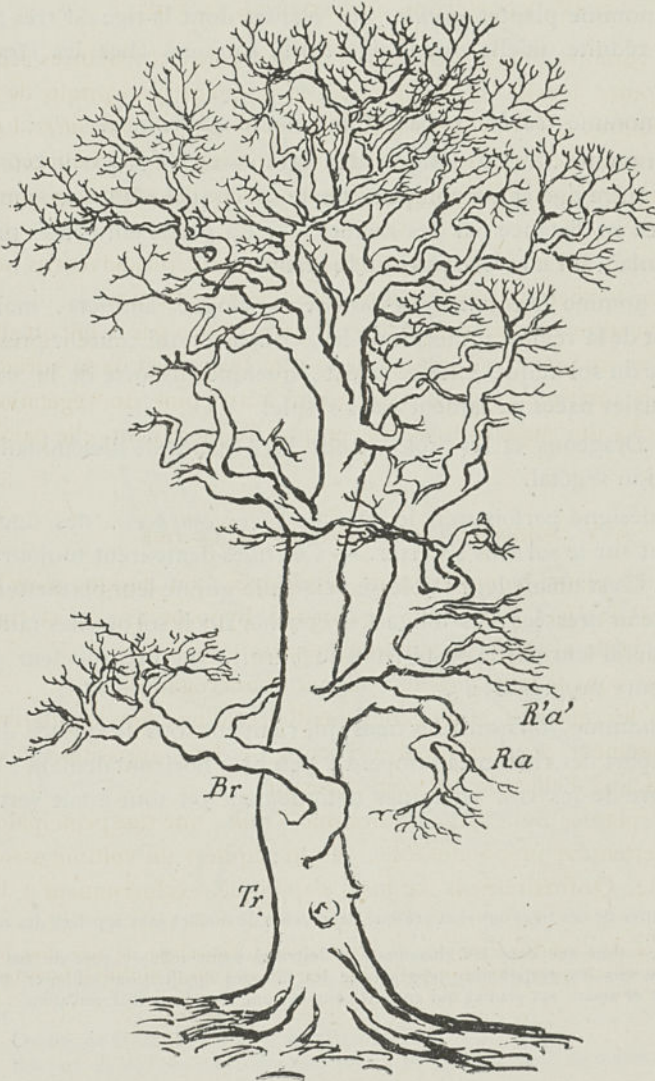


Fig. 92. — Un Chêne centenaire pendant l'hiver.

Tr. Tronc.

Br. Branches.

Ra. Rameaux.

R'a'. Ramilles.

Cime. Dans toutes les plantes ligneuses qui ont un *tronc* nettement caractérisé, on désigne l'ensemble de leurs branches, de leurs rameaux et de leurs ramilles sous le nom de *Cime*.

Plantes acaules On nomme plantes *acaules* des plantes dont la tige est très petite. — Si réduite qu'elle soit la tige existe toujours chez les Phanérogames.

Souche. On nomme *Souche*, la base d'une plante quelconque.

Stolons. On nomme *Jets* ou *Stolons*, des tiges issues de la partie inférieure d'une autre tige et qui rampent sur le sol auquel elles s'attachent de distance en distance par des racines (1). La partie enracinée produit en s'isolant un nouveau pied de la plante.

Dragéons. On nomme *Dragéons* des pousses analogues aux jets, mais qui partent de la région souterraine de la souche et qui courent près de la surface du sol auquel elles se fixent à quelque distance de la souche. Les parties fixées ne tardent pas à s'isoler.

Les *Dragéons* et les *Stolons* sont des organes de dissémination de l'individu végétal.

On désigne parfois sous le nom de *Tiges couchées*, des tiges qui courent sur le sol sans s'y fixer. — Ces tiges demeurent toujours très grêles. C'est même leur faiblesse originelle qui ne leur permettant pas de se tenir dressées, les oblige à se coucher sur le sol où elles rampent. En général leur partie postérieure se détruit à mesure que leur partie antérieure progresse (2).

Rhizomes. On nomme *Rhizomes* des tiges qui rampent sous la surface du sol. La plupart des rhizomes rampent à peu près horizontalement; il est plus rare de les voir cheminer obliquement ou tout-à-fait verticalement.

(1) Celles de ces tiges qui sont presque dépourvues de feuilles sont appelées des *coulants*.

(2) De même que dans les rhizomes, la destruction graduelle qui précède des parties anciennes vers les parties plus jeunes isole les diverses ramifications axillaires des tiges couchées et assure aux plantes qui en sont pourvues une abondante dissémination.

Fig. 93.

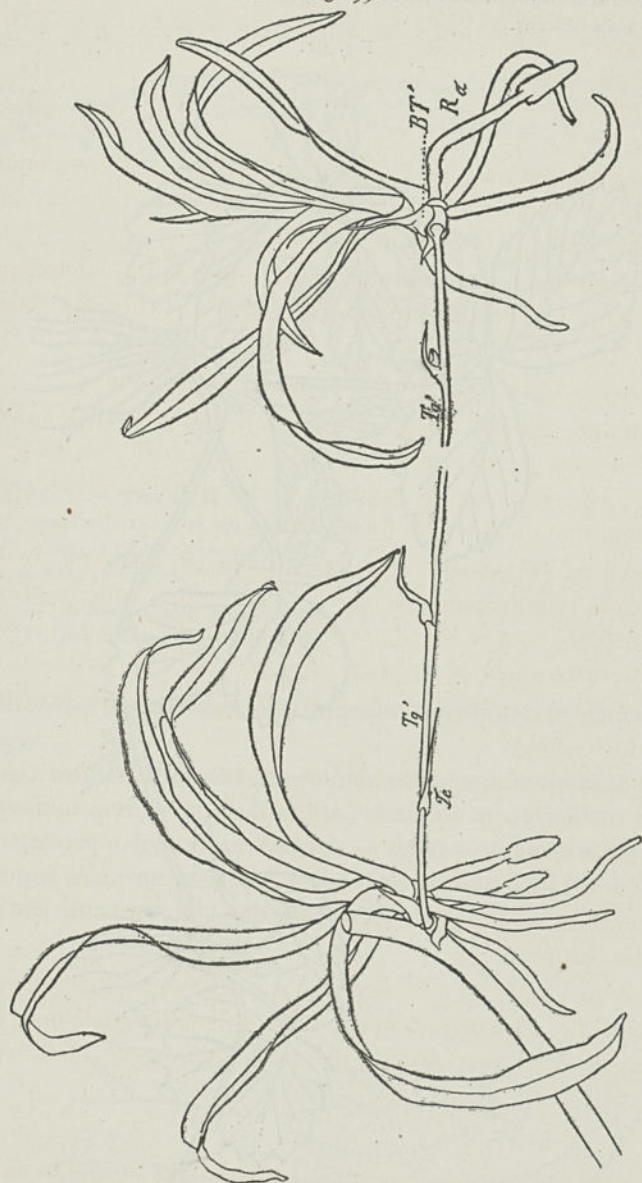


Fig. 93. — Un jet de *Cordyline inflata*.

Tg'. Tige grêle courant sur le sol et s'y fixant de distance en distance par des touffes de racines.

Fe. Feuilles de la tige Tg' réduites à l'état d'écaillés.

Ra. Bouquet de Racines adventives nées sous le bourgeon terminal du stolon. Certaines

de ces racines sont renflées. D'autres sont couvertes près de leur extrémité d'une touffe conique de poils radicaux.

Fig. 94.

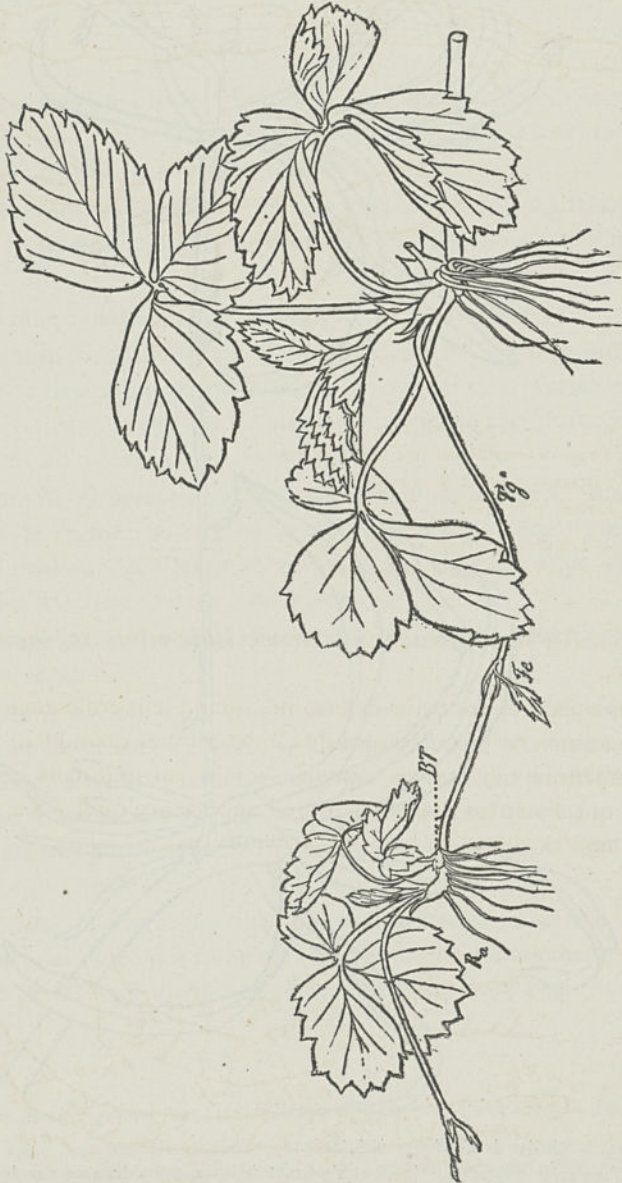


Fig. 94. — Un coulant de Fraisier.
Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

Fig. 95.

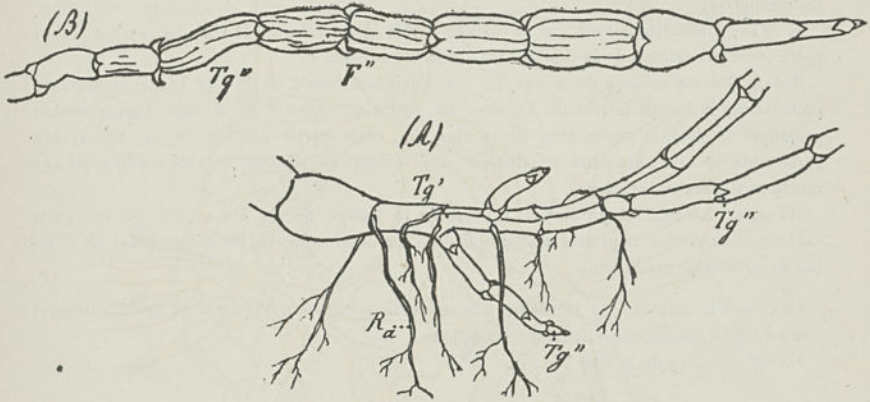


Fig. 95 (A). — Dragoon de *Stachys palustris*.

Tg'. Dragoon terminé par une tige aérienne.

Tg''. Dragoon courant dans le sol.

Ra. Racines adventives.

(B) — Un dragoon isolé de *Stachys palustris*.

F''. Feuilles écailleuses du dragoon Tg''.

On divise les rhizomes en *rhizomes déterminés* et *rhizomes indéterminés*.

Les rhizomes sont dits déterminés quand leur croissance est définie (*Polygonatum vulgare*); ils sont dits indéterminés quand leur croissance est indéfinie (*Agropyrum repens*). — C'est surtout dans ces sortes de tiges que l'on peut apprécier toute l'importance qu'il y a à distinguer les unes des autres les tiges de divers ordres.

Fig. 96.

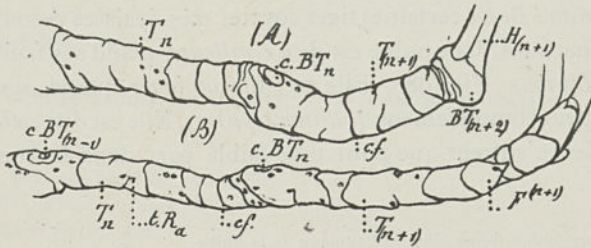


Fig. 96 (A). — Rhizome de *Polygonatum vulgare* (Sceau de Salomon). Ce rhizome peut servir de type pour les rhizomes à croissance définie.

T_n . Tige d'ordre n dont l'extrémité s'est redressée hors de terre pour donner une hampe florale.

c. BT_n . Cicatrice laissée par la hampe florale qui a terminé la tige T_n . — La région postérieure persistante de la tige T_n est épaissie en rhizome.

$T_{(n+1)}$. Pousse axillaire de la tige T_n . La partie antérieure de la tige $T_{(n+1)}$ se redresse pour former la hampe florale de l'année. La partie postérieure de la tige $T_{(n+1)}$ semble prolonger la portion persistante de la tige T_n ; cette partie postérieure de $T_{(n+1)}$ sera persistante et elle s'épaissira en rhizome. c.f. Cicatrices laissées par les écailles qui ont revêtu la surface du rhizome.

$BT_{(n+2)}$. Renglement produit à la base de la hampe florale $H_{(n+1)}$ par le bourgeon axillaire d'où sortira la pousse axillaire $T_{(n+2)}$. Le développement de cette pousse se serait fait au printemps prochain.

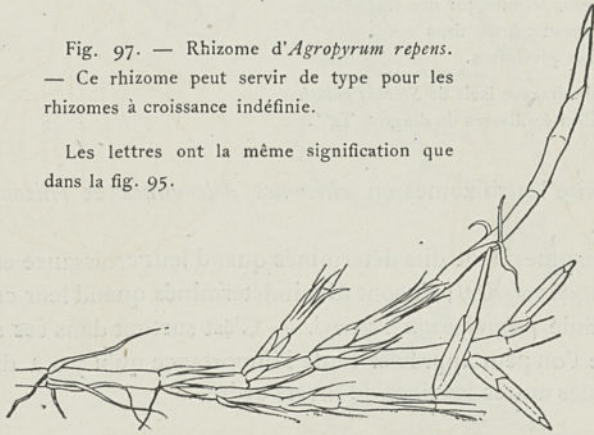
(B). — Un rhizome de la même plante portant encore quelques-unes des écailles qui recouvrent la pousse nouvellement développée.

$F_{(n+1)}$. Feuilles de la tige $T_{(n+1)}$.

Fig. 97.

Fig. 97. — Rhizome d'*Agropyrum repens*.
— Ce rhizome peut servir de type pour les rhizomes à croissance indéfinie.

Les lettres ont la même signification que dans la fig. 95.



Bulbe.

On nomme *Bulbe* certaines tiges courtes très épaisses recouvertes de feuilles charnues. Une bulbe est dite *écailleuse* quand ses feuilles sont étroites (*Lilium*) (Fig. 98). Elle est dite *tuniquee* quand ses feuilles l'enveloppent complètement. (*Allium cepa*) (1). Elle est dite *solide* quand ses feuilles n'entrent que pour une faible part dans la constitution

(1) Chaque feuille forme alors une tunique de la bulbe.

de la bulbe. (*Crocus sativus*). — Les enveloppes d'une bulbe sont nommées *écailles*, sa tige est dite *plateau*, ses bourgeons axillaires sont appelés *caïeux*. — Les bulbes sont des organes d'hibernation et de dissémination.

Fig. 98.

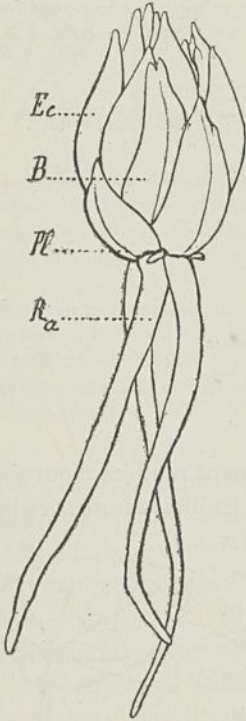


Fig. 99.

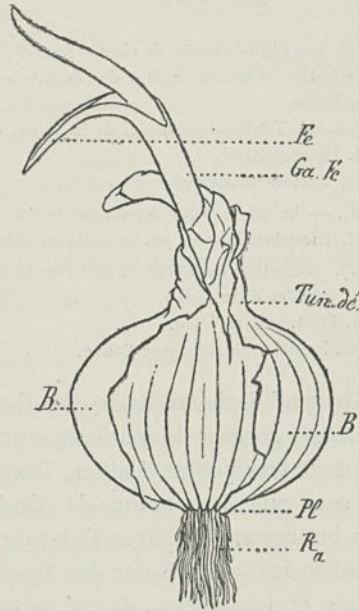


Fig. 98. — Bulbe de *Lilium* (Lis). — Type des bulbes écaillées.

B. Bulbe.
Ec. Ecaïlles de la bulbe.
Pl. Plateau de la bulbe.
Ra. Racines adventives.

Fig. 99. — Bulbe d'*Allium cepa* (Oignon). — Type des bulbes tuniquées.

B. Bulbe.
Pl. Plateau de la bulbe.
Tun. dé. Tuniques déchirées de la bulbe.
Fe. Feuilles en voie de développement.
Ga. Fe. Gaine de la feuille.
Ra. Racines adventives.

Fig. 100.

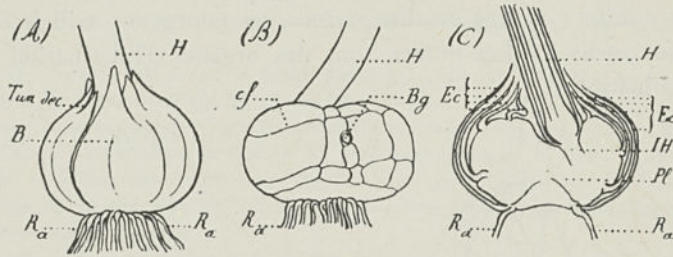


Fig. 100 (A). — Bulbe de *Crocus sativus* (Safran). — Type des bulbes solides. La bulbe est encore revêtue de ses enveloppes.

B. Bulbe.

Tun. dé. Tuniques déchirées de la bulbe.

H. Hampe florale.

Ra. Racines adventives.

(B). — La même bulbe dépouillée de ses tuniques.

c.f. Cicatrices laissées par les tuniques enlevées.

(C). — Section radiale de la bulbe et de la hampe florale.

Ec. Ecaillés de la bulbe.

Pl. Plateau de la bulbe.

I H. Insertion de la hampe florale.

Tigestubéreuses

On qualifie de *tubéreuses* des tiges fortement renflées, courtes, irrégulières, gorgées de matières nutritives, à feuilles minimes réduites à l'état de très petites écailles. Les tubercules ne sont que des organes de dissémination. Les bourgeons axillaires d'un tubercule sont appelés des *yeux*. Entre les tiges tuberculeuses et les bulbes, de même qu'entre les tiges tuberculeuses et les rhizomes, on peut trouver toutes les transitions possibles.

Fig. 101.

Fig. 101. — Tubercule de *Cyclamen persicum*.

Tg. Tb. Tige tubérisée. — Dans ce spécimen la tige tubérisée est une tige principale.

BT. Bourgeon terminal de la tige tubérisée.

Fe. Feuille.

R₁. Racine principale.

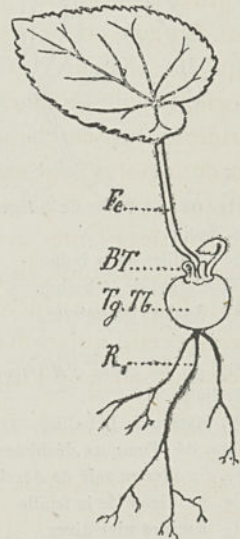


Fig. 102.

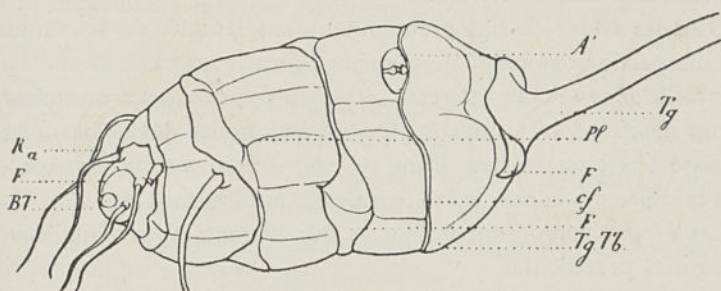


Fig. 102. — Tubercule d'*Helianthus tuberosus*. (Topinambour).

Tg. Drageon dont l'extrémité est tubérisée.

A'. Bourgeon axillaire du tubercule.

F. Feuilles de la tige tubérisée réduites à l'état d'écaillés. Ces feuilles sont opposées et connées.

c.f. Cicatrice de feuilles tombées.

Tg. Tb. Portion Tubérisée du Drageon Tg. — La tige Tg est d'ordre quelconque. — La surface du tubercule est marquée de plis ou de rides. Pl.

BT. Bourgeon terminal du tubercule.

Ra. Racines adventives.

Du Port
des Plantes.

Du degré de développement relatif en longueur et en diamètre des tiges des divers ordres, de leur écartement, de leur consistance et de leur durée, dépend ce que l'on nomme le *port de la charpente de la plante*. En général les appendices qui viennent revêtir cette charpente lorsqu'elle acquiert un certain développement ne sont pas assez importants pour modifier sensiblement sa physionomie et c'est elle qui imprime à l'ensemble de la forme son mouvement général (1). Les ports des plantes sont extrêmement nombreux; beaucoup sont caractéristiques pour certaines familles végétales, beaucoup d'autres indiquent des plantes ayant un genre de vie commun. Nous devons renvoyer cette étude du port des plantes dans un chapitre à part à la fin de la Botanique générale et comparée. Il ne nous serait pas possible de traiter cette question en ce moment sans supposer chez l'étudiant des connaissances de Physiologie végétale que nous ne lui avons pas encore données.

(1) *Mouvement*, est entendu ici dans le sens que les dessinateurs français donnent à ce mot.

On divise les plantes à tiges ligneuses d'après leur taille en : *Arbres*, *Arbrisseaux*, *Sous-Arbrisseaux*.

Dans les *arbres*, la tige prédominante est dénudée de ses rameaux sur une partie de sa base, de manière à former un tronc et une cime ; leur taille dépasse cinq mètres (1). Dans les *arbrisseaux* ou *arbustes*, la tige *ligneuse* dans toute son étendue est ramifiée dès sa base, et ne dépasse pas cinq mètres. Dans les *sous-arbrisseaux* ou *buissons*, la tige ramifiée dès la base ne se lignifie pas entièrement (2).

Les *Herbes* comprennent tout ce qui ne rentre pas dans les trois catégories précédentes.

Qualifications
données
aux tiges
d'après leur
consistance.

Selon leur consistance, les tiges et par suite les plantes sont qualifiées de *ligneuses* ou d'*herbacées* ; les premières sont caractérisées par leur grande solidité, les secondes, par leur consistance faible et leur coloration verte qui rappelle celle de l'herbe.

leur durée.

D'après leur durée, les tiges sont qualifiées :

D'*annuelles*, quand leur vie s'écoule entre deux périodes d'hibernation ;

De *bisannuelles*, quand, dans le cours de leur vie, il y a une période d'hibernation ;

D'*herbacées vivaces*, quand elles ont une consistance d'herbe et qu'une partie de la tige hiverne chaque année ;

De *ligneuses vivaces*, quand elles ont une grande consistance et qu'elles hivernent plusieurs fois.

Ces qualifications sont souvent étendues de la tige à la plante tout entière, de là les noms de :

Plantes *annuelles*, exprimé plus brièvement par le signe ☉ ou ① (3) ;

Plantes *bisannuelles*, exprimé par le signe ♂ ou ② (4) ;

(1) Les botanistes descripteurs qualifient parfois de *Stipe*, le tronc très long et nu des Palmiers. Nous employons le mot *stipe* dans un tout autre sens. (Voyez *Nomenclature des Cryptogames vasculaires*).

(2) Jusqu'à Linnée, le caractère tiré de la masse et de la consistance des plantes Phanérogames a été considéré comme l'un des plus importants qu'on dût employer dans la Classification générale de ces plantes.

(3) Symbole astronomique de la planète La Terre dont la révolution s'accomplit en une année.

(4) Symbole astronomique de la planète Mars dont la révolution s'opère en deux années environ.

Plantes *vivaces herbacées*, exprimé par le signe \mathcal{J} (1);

Plantes *vivaces ligneuses*, exprimé par le signe \mathfrak{H} (2).

leur direction.

Selon sa direction, la tige reçoit les qualifications suivantes :

Dressée, lorsqu'elle s'élève dans l'air;

Nutante, lorsque son sommet est penché;

Décombante, lorsqu'elle retombe vers le sol ne pouvant se soutenir;

Couchée, lorsqu'elle s'étend sur le sol sans s'y fixer;

Étalée, lorsque ses rameaux partent d'une souche tout près du sol et s'en éloignent dans diverses directions;

Ascendante, lorsque l'extrémité de ses rameaux couchés se redresse verticalement;

Rampante, lorsqu'étant couchée, elle s'enracine de distance en distance;

Sarmenteuse, lorsqu'étant longue et flexible, malgré sa consistance ligneuse, elle se soutient en se couchant sur les autres plantes;

Grimpante, lorsqu'elle s'élève en s'appuyant sur les corps voisins sans s'enrouler autour d'eux;

Voluble, quand elle s'élève en s'enroulant autour des corps voisins;

d'après la
forme
de sa section
transversale.

D'après la forme de sa section transversale, la tige est qualifiée par les botanistes descripteurs de :

Cylindrique, quand sa section transversale est circulaire;

Elliptique, quand sa section transversale est une ellipse;

Comprimée, quand sa section transversale est une ellipse très aplatie;

Anguleuse ou *polygonale*, quand sa section transversale est un polygone (3);

Ailée, quand les angles de sa section transversale se prolongent en ailes;

Cannelée, quand le contour de ses sections transversales successives présente des creux et des reliefs qui se correspondent exactement dans l'étendue d'un entre-nœud;

Striée, quand ses cannelures sont fort petites;

(1) Symbole astronomique de la planète Jupiter.

(2) Symbole astronomique de la planète Saturne.

(3) Cette catégorie est subdivisée en tiges *triangulaires*, *trigones* ou *triquètres*, *carrées*, *pentagonales*, selon que leur section transversale est un triangle, un carré ou un pentagone.

Verruqueuse ou *mamelonnée*, quand le contour de ses sections transversales successives présente des creux et des reliefs qui ne se correspondent pas dans l'étendue d'un entre-nœud ;

Noueuse (1), quand la section transversale de ses régions nodales est beaucoup plus grande que la section transversale de ses régions intranodales.

d'après son revêtement.

D'après son revêtement superficiel ; la tige reçoit les qualifications de :

Lisse, quand sa surface est unie et sans poils ;

Glabre, quand sa surface est sans poils ;

Velue, quand sa surface est couverte de poils. Dans cette catégorie, on distingue les tiges :

Pubescentes, lorsque les poils sont mous, courts et peu pressés ;

Laineuses, lorsque les poils sont mous, longs, pressés et feutrés ;

Hérissées ou *hispides*, lorsque les poils sont rigides ;

Glanduleuses, lorsque les poils sont terminés par une glande, ou en rapport avec un de ces organes ;

Ecailleuses, lorsque les poils sont écailleux ;

Aiguillonnée, quand sa surface est couverte d'aiguillons.

NOMENCLATURE DE LA FEUILLE.

Caractères des feuilles.

Nous avons dit, page 106, qu'on nommait *Feuille*, tout appendice résultant du développement d'un des mamelons latéraux du cône végétatif d'un bourgeon d'une tige. Aux caractères généraux de ces appendices, que nous avons dû faire connaître, en donnant leur définition, nous en ajouterons quelques autres.

Origine exogène des feuilles.

Les feuilles sont toujours d'origine *exogène*, c'est-à-dire qu'elles se forment à la surface même du point de végétation de la tige dont elles dépendent.

Ramification hétérogène normale de la tige.

Les feuilles constituent la *ramification hétérogène normale* de la tige (2).

(1) Les Botanistes descripteurs nomment *chaumes*, les tiges renflées aux nœuds qui appartiennent à la famille des Graminées.

(2) L'expression ramification hétérogène de la tige, opposée à ramification homogène de cette tige, est employée pour indiquer que la ramification de la tige qui produit les feuilles donne naissance à des parties d'une autre nature morphologique que la tige.

Ordre
de succession
des feuilles.

Dans leur mode de succession régulier, les feuilles apparaissent d'autant plus près du sommet du point de végétation dont elles émanent qu'elles se forment plus tard. Aucune intercalation de mamelon foliaire nouveau ne se fait ordinairement entre les mamelons foliaires existants. Jusqu'ici, du moins, aucune intercalation de ce genre n'a été bien observée.

Rapport
de la tige avec
ses feuilles.

Aux premiers stades de leur développement, les feuilles doivent toujours être regardées comme étant de simples expansions des tissus de la tige qui les a produites. Plus tard, l'accroissement des feuilles étant indépendant de celui de la tige, les feuilles peuvent être, et sont parfois considérées comme des pièces autonomes. Mais, comme une feuille quelconque peut cesser de s'accroître à tout instant de son développement, on voit qu'il est possible de rencontrer toutes les transitions imaginables entre les feuilles les plus complexes et les simples renflements ou verrues de la surface d'une tige (1).

Lorsque les insertions des feuilles sur une tige sont très étendues et très rapprochées les unes des autres, la tige ne semble plus avoir en propre aucune surface libre, du moins pendant tout le temps que ses feuilles la recouvrent.

Coussinet

On nomme *Coussinet*, la saillie que forme la surface de certaines tiges au point d'insertion de leurs feuilles (Fig. 103).

Fig. 103.

Fig. 103. — Tige de *Picea excelsa* montrant les coussinets sur lesquels reposent les feuilles. Chaque coussinet porte une seule feuille.



(1) L'existence de ces organes de transition entre les feuilles les mieux caractérisées et de simples éminences de la surface de la tige, est le point de départ commun sur lequel s'appuient les deux Théories de la *Métamorphose* et du *Trichôme*. — On appelle *Trichôme* ou *Emergence*, toute saillie de la surface d'une tige ou d'une feuille.

Qualifications
données
à la feuille
d'après son
mode d'attache
sur la tige,
d'après
la position
qu'elle occupe
sur la tige.

D'après son mode d'attache sur la tige, la feuille a reçu différentes qualifications dont les principales sont :

Embrassante ou *amplexicaule*, quand, par son insertion très large, la feuille recouvre une grande partie de la périphérie de la tige, et que ses deux bords sont distincts jusque sur la tige (Fig. 104).

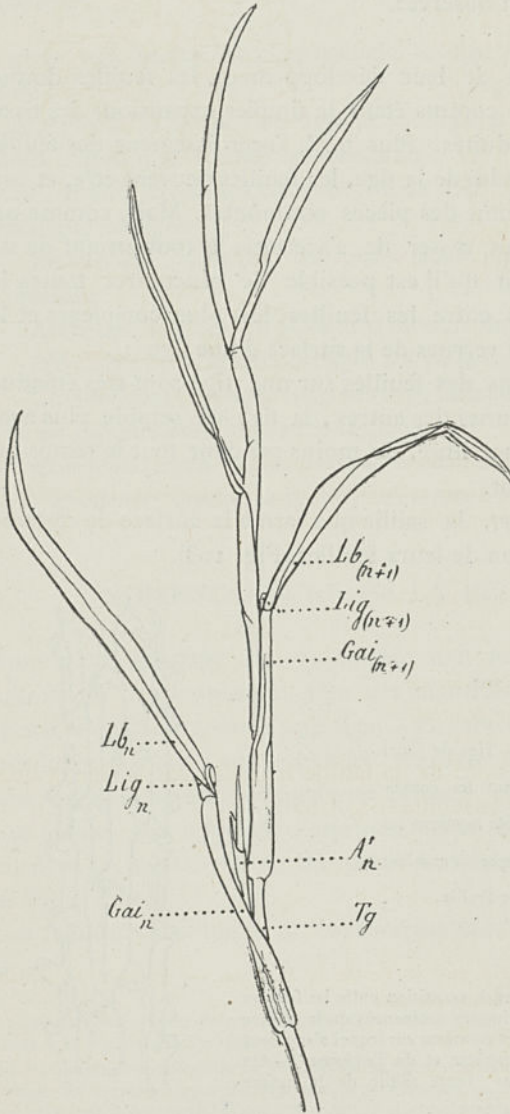


Fig. 104.

Fig. 104. — Un rameau de Graminée montrant la disposition générale des feuilles engainantes.

Tg. Tige.

Gai_n. Gaîne de la feuille F_n.

Lb_n. Limbé de la feuille F_n.

Lig_n. Ligule de la feuille F_n.

A'_n. Bourgeon axillaire de la feuille F_n.

F_(n+1). La feuille qui suit F_n. La gaîne, le limbe et la ligule de la feuille F_(n+1) portent l'indice (n+1).

Fig. 104 bis.

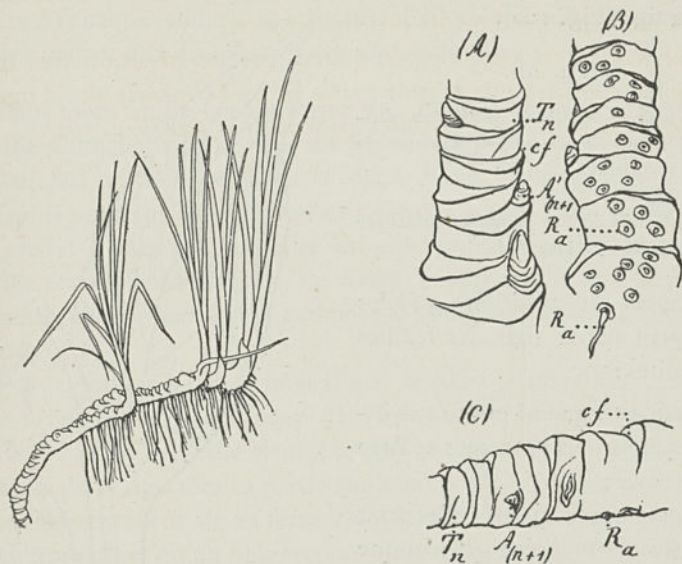


Fig. 104 bis. — Ensemble d'un rhizome d'*Acorus calamus*.

(A). — Portion de rhizome d'*Acorus calamus* vu par sa face supérieure. Les feuilles ont été enlevées pour montrer l'étendue de l'insertion de chaque feuille. — Exemple d'insertion des feuilles embrassantes.

T_n . Tige épaissie en rhizome.

$A_{(n+1)}$. Bourgeons axillaires de la tige T_n .

c.f. Cicatrices foliaires.

R_a Racines adventives.

(B). — Face inférieure du même rhizome.

(C). — Le même rhizome, vu de profil.

Perfoliée, quand le bord de la feuille n'atteint pas la tige et que celle-ci semble traverser la feuille (Fig. 105).

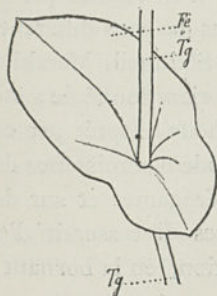


Fig. 105.

Fig. 105. — Feuille de *Bupleurum*. — Exemple d'insertion de feuille perfoliée.

T_g . Tige.

Fe. Feuille perfoliée.

Décurrente, quand la substance de la feuille se prolonge en aile sur la tige (Fig. 106).

Fig. 106.

Fig. 106. — Feuille de *Symphytum officinale*. (Grande Consoude). — Exemple de feuille décurrente.

Tg. Tige.

Fe_n. Feuille dont la substance prolongée en aile descend le long de la tige.

D'après la position qu'elles occupent sur la tige, les feuilles sont dites :

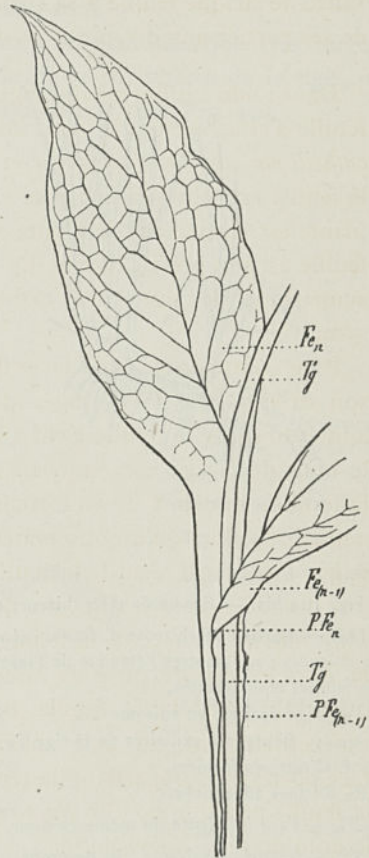
Radicales, quand elles sont insérées presque au sommet de l'axe hypocotylé ;

Caulinaires, quand elles sont insérées en un point quelconque de la tige ;

Raméales, quand elles sont insérées en un point quelconque d'un rameau ;

Florales, quand elles sont insérées dans le voisinage des rosaces génitales ;

Séminales ou *Cotylédonaire*s, quand ce sont les cotylédons.



Croissance
des feuilles.

Les régions de la feuille qui sont le siège de son maximum d'accroissement, varient d'une plante à l'autre, et varient même dans une feuille donnée aux diverses époques de sa vie. Il en résulte que les différentes feuilles semblent souvent croître dans des sens différents. Les quelques recherches faites sur ce sujet par Steinheil, Mercklin, Schacht, Trécul, Eichler, Vretschko, etc., n'ont rien donné de général. Cela tient uniquement, du reste, à la méthode adoptée par ces savants, et à ce fait que l'on a étudié le mode de croissance des feuilles simultanément sur des feuilles de Phanérogames et sur des appendices primaires de Cryptogames vasculaires. Il cesserait d'être ainsi si l'on reprenait l'étude de cette question, en la bornant à

ce qui concerne les Phanérogames et en rattachant le mode de croissance de chaque feuille à sa structure définitive ainsi qu'aux rapports de ses parties aux divers stades de son édification.

Base et sommet
d'une feuille.
— Bords
de la feuille.
— Faces
de la feuille.
— Orientation
de la feuille.

Dans toute feuille, on distingue une *Base* ou région par laquelle la feuille s'attache sur la tige, un *Sommet* opposé à sa base, un *Bord cathodique*, un *Bord anodique* et deux *Faces*. Le bord cathodique de la feuille est celui qui est situé à droite de sa surface de symétrie si la plante est dextre ; si la plante est sénestre, le bord cathodique de la feuille est son bord gauche. Le bord anodique de la feuille est le symétrique de son bord cathodique par rapport à sa surface de symétrie.

Pour nommer les deux faces d'une feuille, il nous faut connaître son orientation. Pour juger de l'orientation d'une feuille, nous admettons que la feuille tient à la tige et nous la supposons relevée le long de la tige vers sa partie supérieure. Cette position est celle de la feuille, au début de sa formation, sur le cône de végétation. Nous admettons alors qu'un observateur placé comme nous l'avons indiqué pages 116, 117, regarde la feuille ; il a devant lui et plus près de lui une des faces de la feuille, on nomme cette face, *Face antérieure* ou *Face interne* ; la face de la feuille la plus éloignée de l'observateur est la *Face postérieure* ou *Face externe* de la feuille. Très fréquemment, quand on parle d'une feuille, on admet que cette feuille est étalée horizontalement, sa face antérieure étant tournée vers le ciel, et sa face postérieure regardant la terre ; dans ce cas, la face antérieure de la feuille prend le nom de *Face supérieure*, et sa face postérieure prend le nom de *Face inférieure* (1).

Lorsqu'il s'agira d'orienter une feuille isolée, nous la placerons dans la position qu'elle occuperait si, tenant à la tige, elle était relevée le long de cette tige

Parties
fondamentales
de la feuille.
Gaine. Pétiole.
Limbe. Stipules

Dans une feuille, on distingue habituellement un pédoncule ou *Pétiole*, portant à son extrémité postérieure une lame mince ou *Limbe*, et élargi inférieurement en une pièce qui embrasse plus ou moins la tige ; cette partie inférieure est la gaine. Parfois, outre ces trois parties fondamentales, on trouve sur les bords de la gaine, de chaque

(1) Dans nos dessins de coupes transversales de feuilles, nous placerons, sauf indication expresse du contraire, la face antérieure de la feuille vers le bas de la page.

côté du pétiole, ou plus ou moins haut sur celui-ci des expansions lamelleuses nommées *Stipules* (Fig. 107).

Fig. 108.

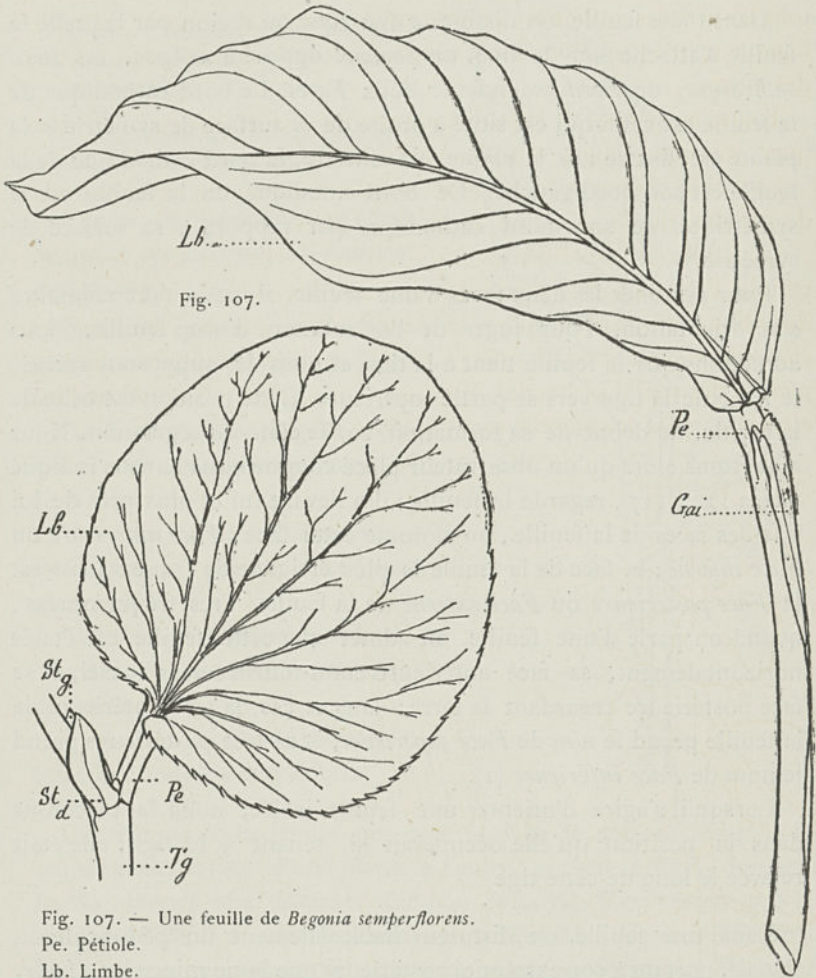


Fig. 107. — Une feuille de *Begonia semperflorens*.

Pe. Pétiole.

Lb. Limbe.

Gai. Gaine (très réduite dans cette feuille).

Std. Stipule droite.

Stg. Stipule gauche.

Fig. 108. — Une feuille de *Maranta zebrina*.

Pe. Pétiole très court.

Lb. Limbe.

Gai. Gaine très développée dont les deux bords en se recouvrant cachent le bourgeon terminal de la pousse.

Il n'a jamais été démontré que les rapports de la gaine, du pétiole, des stipules et du limbe entre eux, fussent les mêmes dans toutes les feuilles. On conçoit dès lors facilement quelles erreurs morphologiques on est exposé à commettre, lorsqu'on regarde tous les limbes, tous les pétioles, toutes les gaines, toutes les stipules, comme morphologiquement équivalents entre eux, ou comme homologues les uns des autres.

Toutes les parties de la feuille mentionnées ci-dessus peuvent manquer, soit séparément, soit plusieurs à la fois.

La feuille n'a pas reçu de noms spéciaux quand elle est dépourvue de stipules, ou de gaine, ou des deux à la fois.

La feuille est qualifiée de *sessile*, quand elle est dépourvue de pétiole (Fig. 109). Elle prend le nom de *Phyllode* quand elle n'a pas de limbe; en général alors, le pétiole est aplati dans un plan. La *Phyllodination* se produit sous l'action d'une lumière intense, chez les plantes des régions chaudes (Fig. 110, 111), et sous l'action de l'eau courante, chez les plantes aquatiques. (Fig. 113).

Absence
de ces parties.
Feuilles sessiles
Phyllodes.

Fig. 109.

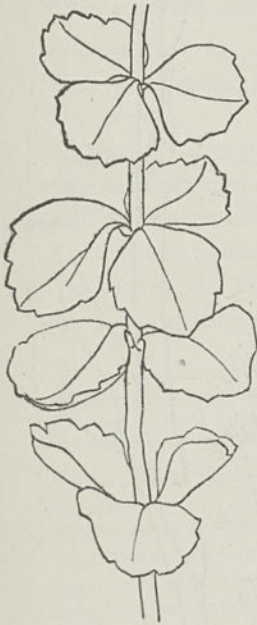


Fig. 110.

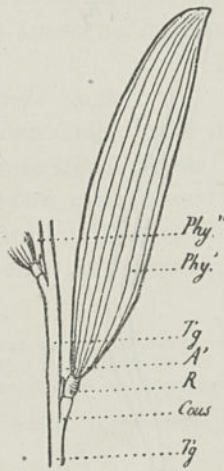


Fig. 111.

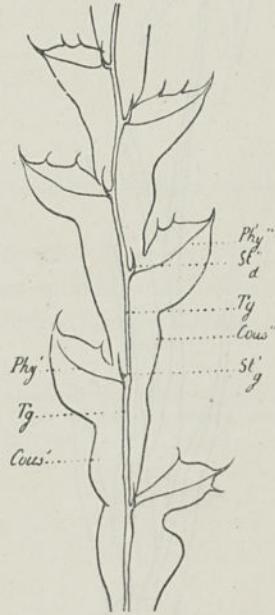


Fig. 109. — Feuilles de *Sedum*. Exemple de feuilles sessiles.

Fig. 110. — Phyllode d'*Acacia anceps*.

Tg. Tige.

Phy'. Phyllode portant à sa base un renflement R. — Les stipules de ce phyllode ont disparu.

Cous. Coussinet du phyllode Phy'.

A'. Bourgeon axillaire du phyllode Phy'.

Phy''. Un autre Phyllode.

Fig. 111. — Phyllodes décurrents d'*Acacia alata*. — Dans cette espèce les coussinets des Phyllodes sont peu distincts. Ils sont fortement décurrents le long de la tige.

St'g. Stipule gauche du phyllode Phy''.

St'd. Stipule droite du phyllode Phy''.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 110.

Fig. 112.

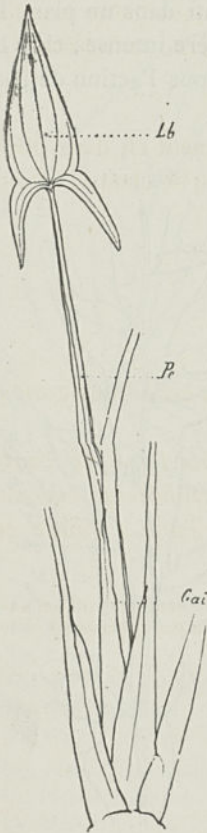


Fig. 113.

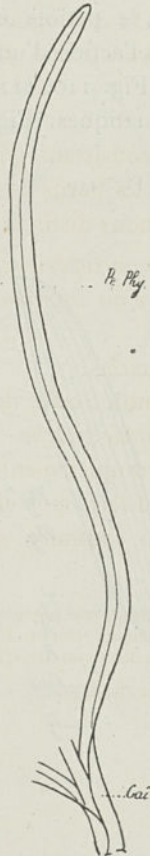


Fig. 114.

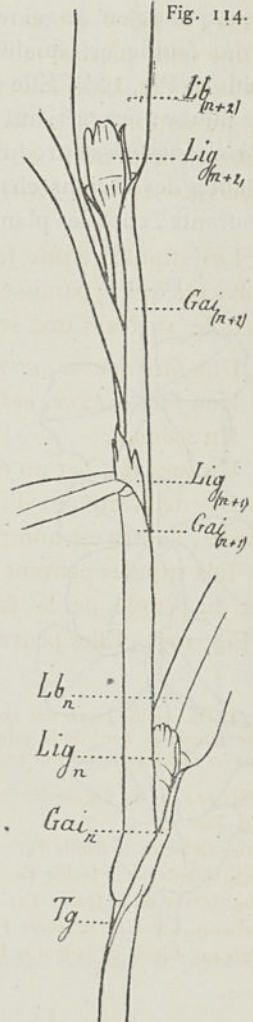


Fig. 112. — Une feuille aérienne de *Sagittaria sagittifolia*.

Gai. Gaine.

Pe. Pétiole.

Lb. Limbe développé dans l'air.

Fig. 113. — Une feuille de *Sagittaria sagittifolia* ayant subi la Phyllodination sous l'influence de la vie aquatique.

Pe Phy. Pétiole transformé en Phyllode.

Gai. Gaine.

Nomenclature
des parties
de la Gaine.

La gaine manque dans la plupart des feuilles dont l'insertion est étroite. Au contraire, dès que l'insertion de la feuille sur la tige est large, la gaine est extrêmement nette. La gaine est toujours formée d'une seule pièce symétriquement partagée par la surface de symétrie de la feuille. La gaine est reconnaissable de très bonne heure pendant la formation de la feuille. On distingue sur chaque gaine une *face interne*, *antérieure* ou *supérieure*, une *face externe*, *postérieure* ou *inférieure* et deux *bords*.

Nomenclature
des Stipules.

Les stipules d'une feuille consistent généralement en deux pièces foliacées qui apparaissent sur les bords de la gaine de chaque côté du pétiole (1). Dans une stipule nous distinguons :

Une *face interne*, *antérieure* ou *supérieure* ;

Une *face externe*, *postérieure* ou *inférieure* ;

Un *sommet* ;

Un *bord droit* et un *bord gauche*.

Des deux stipules d'une feuille, celle de droite est nommée *stipule droite*, l'autre est nommée *stipule gauche*.

Les stipules peuvent être complètement séparées l'une de l'autre et du pétiole de la feuille. Elles sont alors qualifiées de *latérales* (Fig. 107). Elles peuvent, au contraire, adhérer l'une à l'autre et

(1) On nomme *Ligule* une expansion lamelleuse presque papyracée que l'on remarque à la face interne du bord de la gaine de quelques feuilles. La ligule est particulièrement nette dans les feuilles longuement engainantes des Graminées (Fig. 114).

Fig. 114. — La Ligule des feuilles des Graminées.

Tg. Tige.

Gai_n. Gaine de la feuille F_n.

Lig_n. Ligule de la feuille F_n.

Lb_n. Limbe de la feuille F_n.

Gai_(n+1). Gaine de la feuille F_(n+1).

Lig_(n+1). Ligule de la feuille F_(n+1).

aux bords du pétiole. Lorsque les stipules adhèrent l'une à l'autre, trois cas peuvent se présenter :

Le bord droit de la stipule gauche adhère seul au bord gauche de la stipule droite ;

Le bord gauche de la stipule gauche adhère seul au bord droit de la stipule droite ;

Le bord droit de la stipule gauche adhère au bord gauche de la stipule droite, en même temps que le bord gauche de la stipule gauche adhère au bord droit de la stipule droite.

Dans le premier cas, les stipules sont dites *axillaires*, parce qu'elles forment une sorte de pièce unique qui occupe l'aisselle de la feuille (Fig. 115).

Fig. 115.

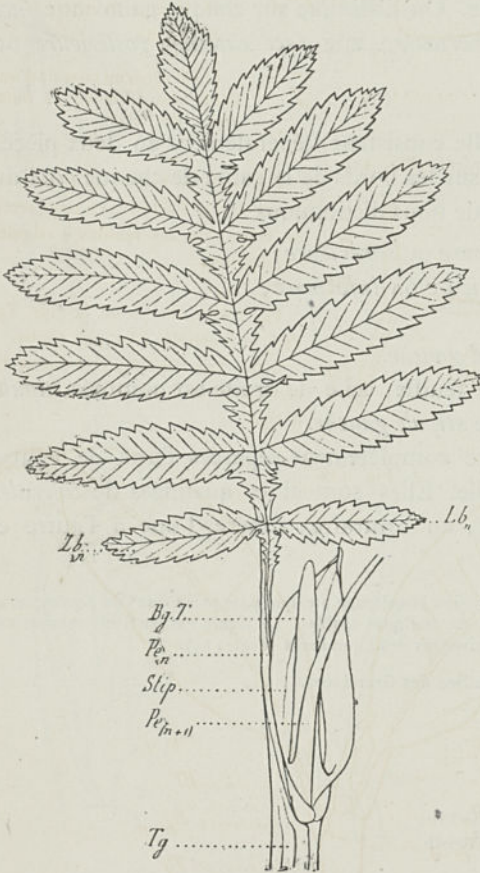


Fig. 115. — Feuille de *Melianthus major*. — Cette figure peut servir de type pour les feuilles pourvues de stipules axillaires.

Tg. Tige cannelée.

Bg.T. Bourgeon terminal de la tige enveloppé par la stipule axillaire de la feuille $F_{(n+1)}$.

Pe_n. Pétiole de la feuille F_n .

Stip. Stipules axillaires connées et formant une pièce médiane unique.

Lb_n. Limbe de la feuille F_n .

Pe_(n+1). Pétiole de la feuille $F_{(n+1)}$.

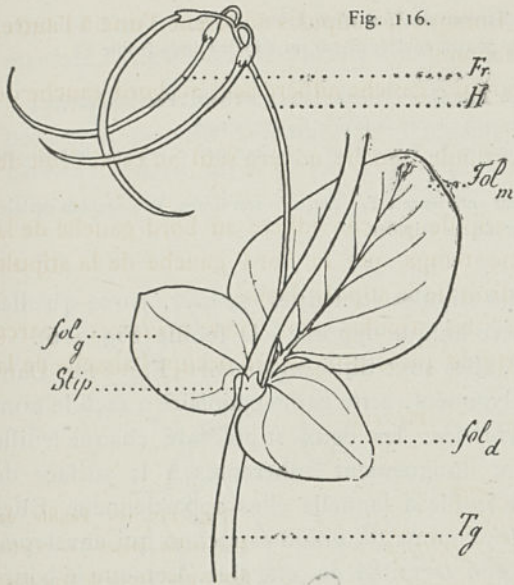


Fig. 116.

Fig. 116. — Feuille d'*Ornithopus scorpioides* (1). — Cette figure peut servir de type pour les feuilles pourvues de stipules opposées.

Tg. Tige.

Fol_m. Foliol. Foliolle médiane de la feuille.

fol_g. Foliol. Foliolle latérale gauche de la feuille.

fol_d. Foliol. Foliolle latérale droite de la feuille.

Stip. Les deux stipules connées forment une pièce médiane postérieure encore bifide à sa partie supérieure.

H. Hampe fructifère.

Fr. Fruits.

(1) D'après un croquis d'une figure des *Eléments de Botanique*, de Payer.

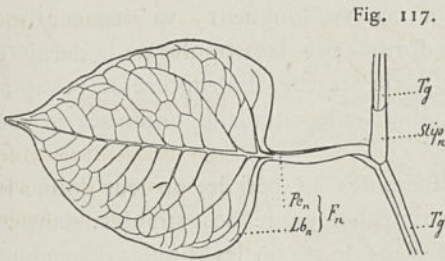


Fig. 117.

Fig. 117. — Feuille de *Polygonum cymosum*. — Cette figure peut servir de type pour les feuilles à stipules engainantes.

Tg. Tige.

F_n. nième feuille de la tige Tg. Pe_n, son pétiole. Lb_n, son limbe.

Stip_n. Les stipules de la feuille F_n connées et formant *Ocrea* autour de la tige.

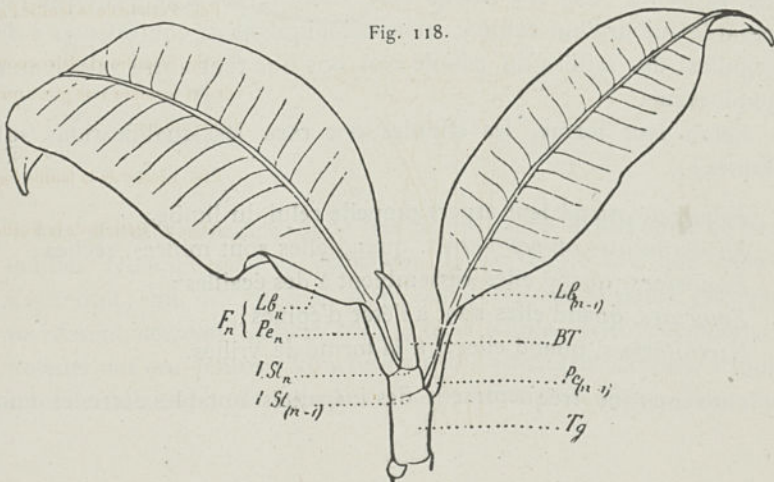


Fig. 118.

Fig. 118. — Extrémité d'un Rameau de *Ficus elastica*.

BT. Bourgeon terminal de la pousse enveloppé par les stipules de la feuille F_n .

Tg. Tige.

F_n . Dernière feuille de la tige Tg mise en liberté. Lb_n , son limbe. Pe_n , son pétiole.

1. St_n . Région d'insertion des stipules de la feuille F_n sur la tige.

Les stipules connées de la feuille F_n forment un capuchon qui enveloppe le bourgeon terminal de la tige.

$F_{(n-1)}$. Feuille immédiatement antérieure à F_n . $Lb_{(n-1)}$, son limbe. $Pe_{(n-1)}$, son pétiole.

1. $St_{(n-1)}$. Région d'insertion de ses stipules.

Dans le second cas, les stipules sont dites *opposées*, parce qu'elles forment une sorte de pièce unique opposée à la feuille (Fig. 116).

Dans le troisième cas, elles sont dites *engainantes* (Fig. 117). Dans le cas particulier des Polygonées, cette gaine pétiolaire a reçu le nom d'*Ocréa*. Dans le *Ficus elastica*, les deux stipules de chaque feuille unies bord à bord, sont longuement adhérentes à la surface de l'entre-nœud qui suit la feuille à laquelle elles appartiennent. Elles forment autour de la tige, comme un grand capuchon qui enveloppe complètement le bourgeon terminal de cette tige. Lorsque le bourgeon terminal du *Ficus*, ayant cru en longueur, va dégager une nouvelle feuille, le capuchon formé par les stipules de la dernière feuille dégagée est en quelque sorte arraché. La rupture de ce capuchon se fait le long d'une certaine ligne circulaire organisée en vue de cette rupture (Fig. 118).

Lorsque les stipules sont adhérentes au pétiole, on leur donne le nom de *pétiolaires*. La valeur morphologique des stipules, dans ce cas, est-elle bien la même que dans le cas où les stipules dépendent de la gaine, cela n'a jamais été démontré, et il se peut que l'on regarde aujourd'hui comme morphologiquement équivalentes à des stipules, des saillies du pétiole qui ont une tout autre valeur morphologique.

Selon leur forme, les stipules ont reçu les qualifications suivantes :

Foliacées, quand leur aspect rappelle celui du limbe ;

Membraneuses ou *papyracées*, quand elles sont minces, sèches ;

Écailleuses, quand elles ressemblent à des écailles ;

Épineuses, quand elles sont à l'état d'épines ;

Cirrhiformes, quand elles ont la forme de vrilles.

On remarque fréquemment des inégalités notables entre les deux

stipules d'une feuille: cela tient uniquement à ce que le développement de l'une d'elles s'est arrêté avant celui de l'autre.

Lorsque les stipules sont séparées l'une de l'autre et très développées, elles peuvent remplacer entièrement le limbe comme dans le *Lathyrus aphaca*, où le pétiole et le limbe sont transformés en vrilles (Fig. 119).

Fig. 119.

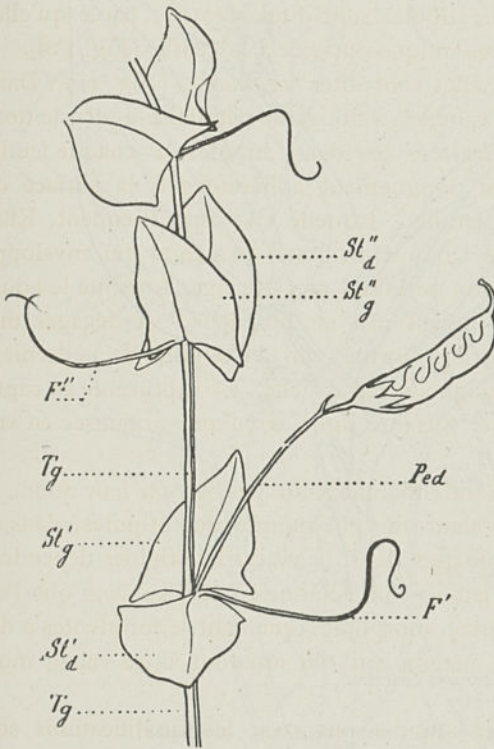


Fig. 119. — Un rameau de *Lathyrus aphaca*.

Tg. Tige.

F'. Feuille.

St'. Stipules de la feuille F'.

St'_d. La stipule droite de cette feuille.

St'_g. Sa stipule gauche.

Péd'. Pédoncule floral, pousse axillaire de la feuille F'.

F''. La feuille qui suit F'.

St''. Stipules de la feuille F''.

Les stipules apparaissent de très bonne heure dans l'ébauche de la feuille. Quand elles se détachent de la feuille dès que celle-ci s'épanouit, on dit qu'elles sont *caduques*; les stipules caduques ne laissent souvent aucune trace sur la feuille développée. Certains auteurs ont cru pouvoir conclure de la caducité de certaines stipules qu'il ne fallait accorder que peu d'importance à ces pièces. Toutefois,

dans les familles végétales bien homogènes, c'est-à-dire formées d'êtres proche parents les uns des autres, et à mœurs communes, l'existence ou la non existence des stipules est un caractère assez constant, pour mériter d'être mentionné parmi les caractères familiaux (1) (2).

Fig. 120.

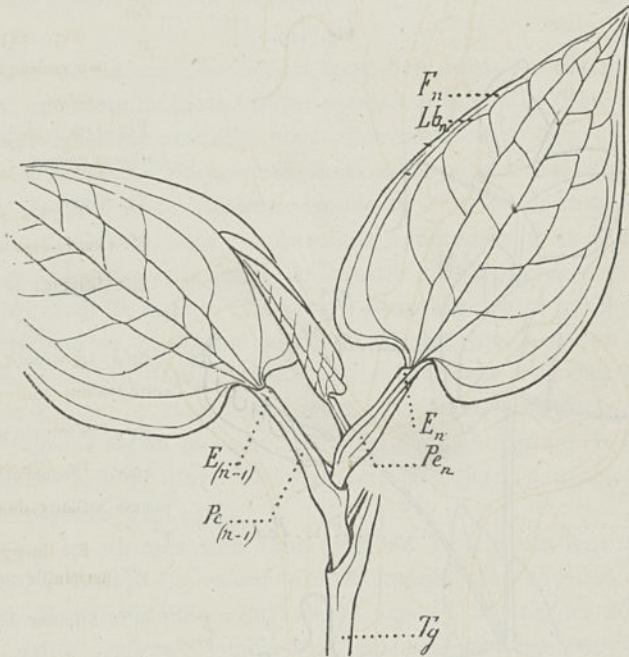


Fig. 120. — Un rameau de *Saururus Loureiri*.

Tg. Tige.

F_n. nième feuille de la tige Tg. — Pe_n, son pétiole. Lb_n, son limbe.

E_n. Emergences du pétiole de la feuille F_n.

F_(n-1). La feuille immédiatement inférieure à F_n. — Pe_(n-1), son pétiole Lb_(n-1), son limbe E_(n-1), les émergences de son pétiole.

(1) Dans quelques plantes comme les *Smilax* ou Salsepareilles, on regarde comme stipules des expansions latérales des côtés de la feuille qui, très souvent, s'enroulent en vrilles. M. F. Debray a démontré que ces vrilles sont morphologiquement équivalentes aux émergences de la partie supérieure du pétiole des Saururées. (Fig. 120, 121).

(2) M. Duchartre nomme *Stipelles* des sortes de stipules qui se trouvent parfois à la base des pétioles d'une feuille composée.

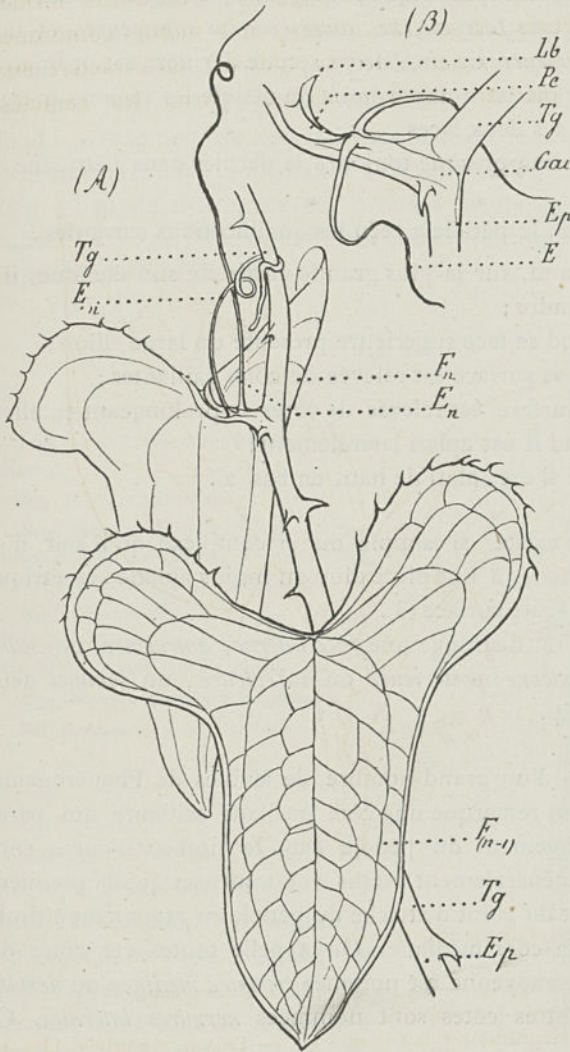


Fig. 121.

Fig. 121 (A). —
Un rameau de *Smilax*
excelsa.

Tg. Tige. — Ep.
Épines de la tige.

F_n, F_(n-1). Feuilles
successives de la tige
Tg.

(B). — Le Pétiole
d'une feuille de *Smilax*
excelsa.

Pe. Pétiole.

Gai. Gaine.

E. Emergences du
pétiole.

Nomenclature
du Pétiole.

Le pétiole, quand il existe, consiste en un pédicelle allongé, arrondi en-dessous et aplati ou creusé supérieurement d'un sillon plus ou moins profond (1).

(1) La plus ou moins grande longueur du pétiole, son absence complète même n'ont été rattachés jusqu'ici à aucun fait physiologique connu.

Le pétiole est toujours symétrique par rapport à une seule surface (1). — On y distingue une *face interne*, *antérieure* ou *supérieure*, et une *face externe*, *postérieure* ou *inférieure*; cette dernière est ordinairement convexe. Parfois on nomme *bords* du pétiole les régions marginales qui séparent ses deux faces.

Le pétiole se dessine presque toujours le dernier dans l'ébauche de la feuille.

D'après sa forme; le pétiole a reçu les qualifications suivantes :

Cylindrique, quand, sur la plus grande partie de son étendue, il a la forme d'un cylindre;

Canaliculé, quand sa face supérieure présente un large sillon;

Cannelé, quand sa surface est relevée de côtes saillantes;

Ailé, quand sa surface est relevée de côtes se prolongeant en ailes;

Comprimé, quand il est aplati latéralement;

Déprimé, quand il est aplati de haut en bas (2).

Nomenclature
du Limbe.

Quand le limbe existe, si simple ou si complexe qu'il soit, il se laisse toujours ramener à une pièce plus ou moins aplatie symétrique par rapport à une seule surface (3).

Dans un limbe, on distingue une *face interne*, *antérieure* ou *supérieure*, une *face externe*, *postérieure* ou *inférieure*, un *sommet* deux *bords* et une *base* (4).

Nervures.

Dans le limbe d'un grand nombre de feuilles de Phanérogames dicotylédonées, on remarque une côte médiane saillante qui paraît comme un prolongement du pétiole dans le limbe. D'autres côtes semblables mais généralement moins volumineuses que la première, s'écartent souvent du point d'attache du pétiole en rayonnant à droite et à gauche de la côte médiane. On appelle toutes ces côtes des *Nervures*; la côte moyenne est nommée *nervure médiane* ou *nervure principale*; les autres côtes sont nommées *nervures latérales*. On

(1) Souvent cette surface peut être assimilée à un plan.

(2) Le pétiole est dit *articulé*, quand il présente de distance en distance des lignes de rupture transversales à sa direction.

(3) L'assymétrie que l'on remarque parfois dans le limbe de certaines feuilles est due à des arrêts locaux de la croissance.

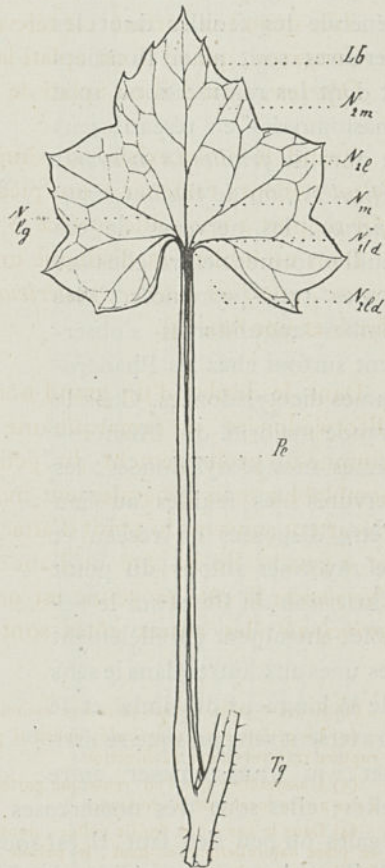
(4) Dans le cas d'une feuille peltée, nous appellerons face supérieure du limbe celle qui se place naturellement en haut, le pétiole étant vertical et le limbe horizontal. — Cette feuille n'a pas de base.

nomme *nervures secondaires médianes* ou simplement *nervures secondaires*, celles qui naissent des flancs de la nervure principale, et *nervures secondaires latérales*, celles qui naissent des flancs des nervures latérales. Beaucoup d'auteurs et des plus autorisés ont confondu sous le nom de *nervures secondaires*, les *nervures latérales*, les *nervures secondaires médianes* et les *nervures secondaires latérales*. Il y a lieu de distinguer ces diverses sortes de nervures, beaucoup mieux qu'on ne l'a fait, car elles ont souvent une organisation et des rapports tout différents (Fig 122).

Fig. 122.

Fig. 122.— Limbe d'une feuille de *Bryonia dioica*.

- N_m. Nervure principale.
- N_{eld}. Nervure latérale droite. — N_{1ld}.
Première nervure latérale droite. — N_{2ld}.
Deuxième nervure latérale droite, etc.
- N_{lg}. Nervure latérale gauche. — N_{1lg}.
Première nervure latérale gauche. — N_{2lg}.
Deuxième nervure latérale gauche, etc.
- N_{2m}. Nervure secondaire médiane.
- N_{2l}. Nervure secondaire latérale.



Principaux
types
de nervation.

Les nervures médianes et les nervures latérales ainsi que leurs nervures secondaires se ramifient, en général, un certain nombre de fois, après quoi, elles s'anastomosent entre elles de manière à former réseau solide fort compliqué. On peut parfois isoler cette trame solide par une simple macération (Fig. 123).

Fig. 123.

Fig. 123. — Squelette solide du limbe d'une feuille de *Quercus sessiliflora*. (Chêne à fleurs sessiles).

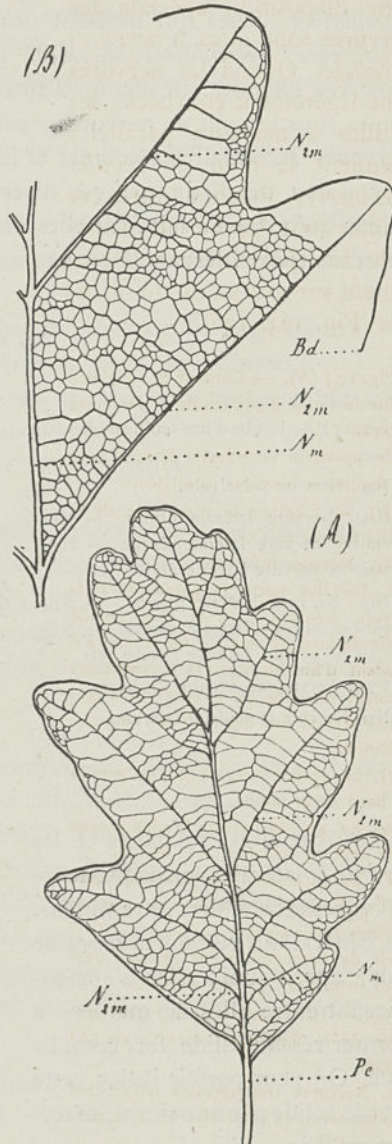
(A). — Ensemble du squelette.

(B). — Une portion du squelette grossie.

Ce squelette peut servir de type pour les feuilles à nervures réticulées.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 122.

On désigne d'une manière générale les feuilles dont les nervures sont ainsi ramifiées et dont les ramifications sont anastomosées en réseau, sous le nom de *feuilles à nervures réticulées*, ou de *feuilles angulinerves*, les nervures de ces feuilles forment entre elles des angles très prononcés. Ces feuilles angulinerves s'observent surtout chez les Phanérogames dicotylédonées. Chez la grande majorité des Phanérogames monocotylédonées, les nervures des feuilles au lieu d'être disposées en réseau et de rayonner autour du point d'insertion du limbe sur le pétiole, cheminent parallèlement les unes aux autres dans le sens de la longueur du limbe et le traversent sans presque se diviser, ni s'anastomoser entre elles; elles sont très nombreuses peu saillantes au dehors, toutes égales ou peu s'en faut. Il est souvent très difficile d'assimiler l'une d'elles à la nervure médiane des feuilles angulinerves.



Les feuilles qui présentent cette disposition spéciale des nervures sont dites à *nervures parallèles*. Quand les nervures sont légèrement courbées, les feuilles à nervures parallèles prennent le nom de *feuilles curvinerves*. Presque toutes ces feuilles sont dépourvues de pétiole; leur limbe s'insère directement sur une gaine très étendue (Fig. 124, 125).

Fig. 124 (A). — Contour et squelette solide du limbe d'une feuille de *Dracæna Weitchii* (1).

Ce squelette peut servir de type pour les feuilles à nervures parallèles.

(B). — L'extrémité supérieure de la feuille figurée en (A) grossie.

Nm. Nervure médiane.

v. Grandes nervures parallèles à la nervure médiane dans la plus grande partie de leur étendue. — On ne sait s'il convient d'homologuer ces nervures aux nervures latérales ou aux nervures médianes secondaires des feuilles à nervures réticulées.

v₁. La grande nervure la plus proche du bord de la feuille.

v₆. La grande nervure la plus proche de la nervure médiane de la feuille.

Tv. Terminaison d'une grande nervure. — Tv₃. Mode de terminaison des grandes nervures sur la nervure médiane. — Tv₄. Mode de terminaison des grandes nervures entre deux grandes nervures.

(C). — Une portion de la région médiane de la feuille représentée en (A) grossie.

n. Nervures transversales reliant les grandes nervures entre elles et à la nervure médiane.

(1) Les bords de la feuille soudés entre eux au sommet de cet organe figurent une sorte de petit capuchon, qui n'a point été reproduit dans la fig. 124 (B).

Fig. 124.

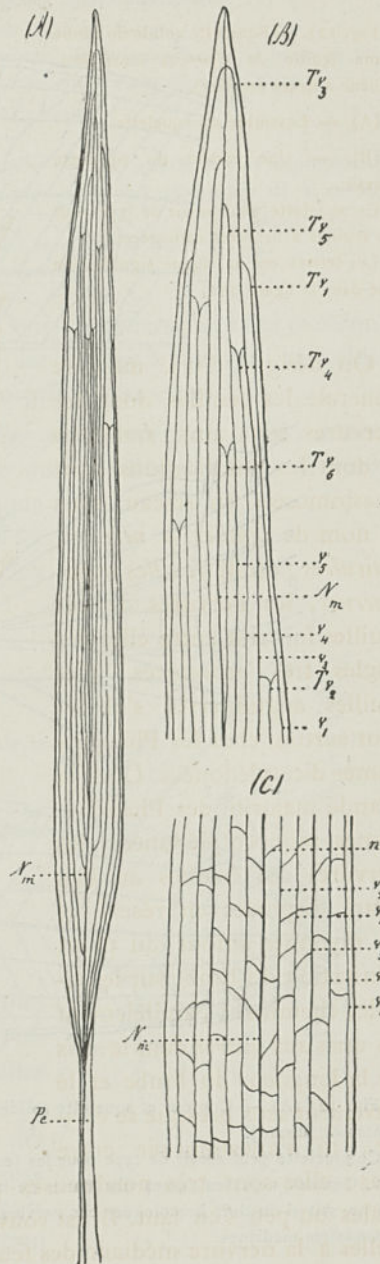


Fig. 125.

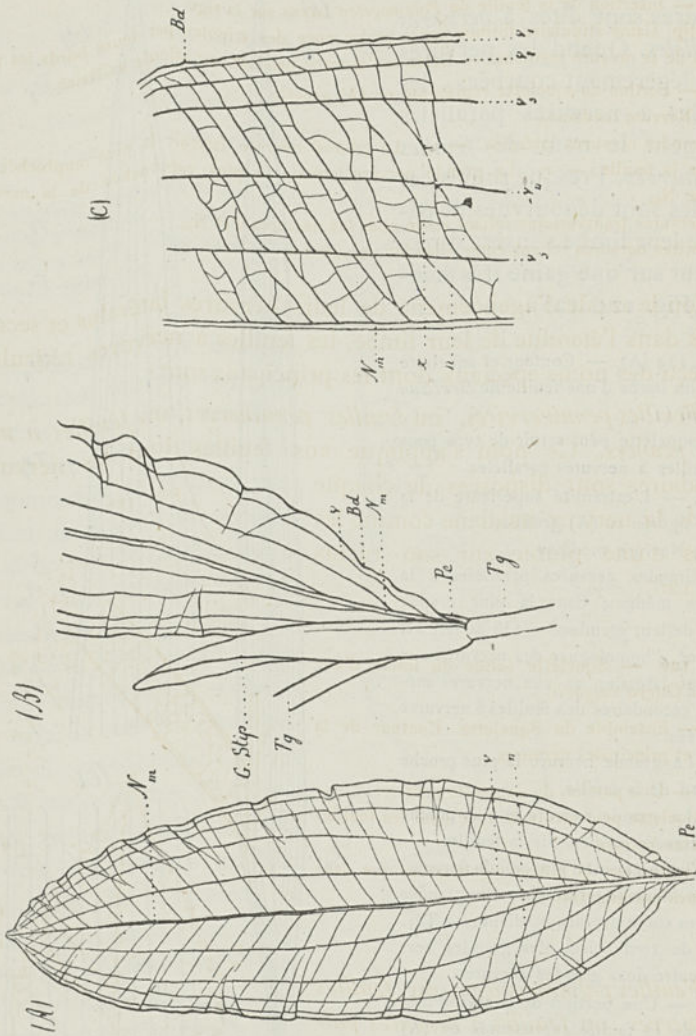


Fig. 125 (A). — Contour et squelette solide du limbe d'une feuille de *Potamogeton lucens* (Potamot luisant).

Ce squelette peut servir de type pour les feuilles à nervures courbées.

v. Grandes nervures issues des flancs de la partie inférieure de la nervure médiane. — On ne sait si on doit homologuer ces nervures à des nervures latérales ou à des nervures secondaires médianes.

n. Nervures transversales.

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

(B). — Insertion de la feuille de *Potamogeton lucens* sur la tige.

G. Stip. Gaine stipulaire formée par la coalescence des stipules par leurs bords les plus proches de la nervure médiane. — Cette coalescence produit une stipule axillaire.

(C). — Portion du squelette représenté en (A) grossie.

N_m. Nervure médiane.

v. Grandes nervures latérales. — v₁. La grande nervure latérale la plus rapprochée du bord de la feuille. — v₅. La grande nervure latérale la plus rapprochée de la nervure médiane N_m.

n. Nervures transversales reliant entre elles les nervures v et N_m.

x. Petites nervures reliant entre elles les nervures n.

Selon le mode d'agencement de leurs nervures latérales et secondaires dans l'étendue de leur limbe, les feuilles à nervures réticulées ont reçu des noms spéciaux dont les principaux sont :

1^o Feuilles penninerviées, ou feuilles penninerves, ou feuilles à nervures pennées. Ce nom s'applique aux feuilles dont les nervures secondaires sont disposées de chaque côté de la nervure médiane comme les barbes d'une plume sur son rachis (Fig. 126).

Fig. 126.

Fig. 126. — Squelette solide du limbe d'une feuille d'*Ostrya vulgaris*.

(A). — Ensemble du Squelette. Contour de la Feuille et principales nervures.

(B). — Une portion du squelette grossie.

Ce squelette peut servir de type pour les feuilles à nervation pennée.

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



2^o Feuilles palminerviées, ou feuilles palminerves, ou feuilles à nervures palmées. Ce nom s'applique aux feuilles dont les nervures latérales très puissantes s'isolent nettement les unes des autres, de chaque côté de la nervure médiane (Fig 122). Beaucoup d'auteurs opposent l'une à l'autre la nervation

pennée et la nervation palmée. Cette opposition n'est justifiée que parce que ces mêmes auteurs désignent indistinctement sous le nom de nervures secondaires, les nervures latérales et les nervures secondaires médianes. D'après les explications que nous avons données ci-dessus, nous voyons que les expressions palminerves et penninerves correspondent généralement à des types de nervation qui n'ont entre eux aucun rapport.

Une variété de feuilles palminerves dans laquelle certaines nervures basilaires partent de la partie antérieure du pétiole est habituellement désignée sous le nom de *feuilles peltinerviées*, ou *feuilles peltinerves* ou *feuilles à nervure peltées* (Fig. 127).

Fig. 127.

Fig. 127 (A). — Contour et nervures principales du limbe d'une feuille de *Tropaeolum* — Type de feuille peltinerviée.

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

(B). — Une portion du squelette grossie.

3° Feuilles pédalinerviées, ou feuilles pédalinerves ou feuilles à nervures pédalées. On nomme ainsi des feuilles dans lesquelles chacune des deux nervures latérales ne se ramifie que d'un seul côté. Qu'y a-t-il de fondé dans cette définition? Il convient d'attendre les résultats des nouvelles recherches entreprises sur ce sujet (Fig. 128).

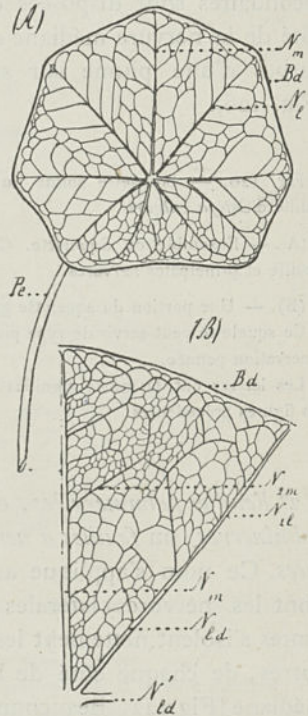


Fig. 128.

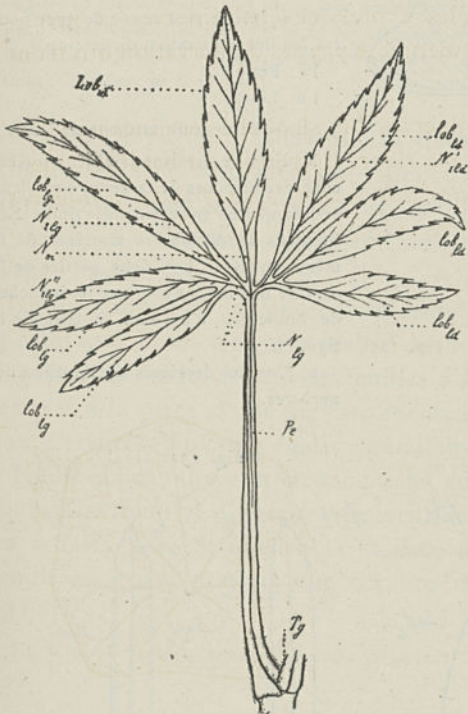


Fig. 128. — Contour et nervures principales du limbe d'une feuille d'*Helleborus foetidus*. (Hellebore fétide).

- N_m. Nervure médiane.
 - N_l. Nervures latérales.
 - N_{ld}. Nervures latérales droites.
 - N_{lg}. Nervures latérales gauches.
 - N' 2_{lg}. Première nervure secondaire latérale gauche.
 - N'' 2_{lg}. Deuxième nervure secondaire latérale gauche.
 - Lob_m. Lobe médian du limbe.
 - lob_l. Lobes latéraux.
 - lob_{ld}. Lobes latéraux droits.
 - lob_{lg}. Lobes latéraux gauches.
- Les autres lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

On nomme *Nervation dichotome*, un mode de nervation assez rare chez les Phanérogames actuelles où il n'est bien évident extérieurement que chez le *Salisburia adiantifolia*. Dans ce mode de nervation, chaque nervure va se bifurquant ainsi que ses branches à mesure qu'elles s'éloignent du point d'attache du limbe sur le pétiole. Dans les feuilles embrassantes et sessiles des *Araucaria*, de la section des *Colymbea*, dont *A. imbricata* et *A. brasiliensis* sont les types, on rencontre aussi ce même mode de nervation dichotome, mais peu visible extérieurement (Fig. 130). Dans les Saururées et les Pipéracées, M. F. Debray a retrouvé des traces de cette disposition.

Fig. 129.

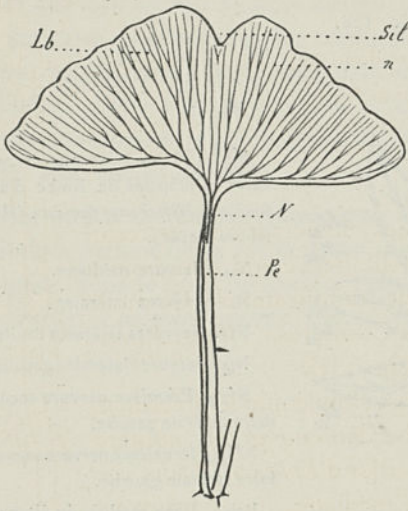


Fig. 129. — Squelette solide, et contour du limbe d'une feuille de *Salisburia adiantifolia*. (Ginkgo bilobé).

Ce squelette peut servir de type pour les feuilles à nervation dichotome.

Pe. Pétiole.

Lb. Limbe.

Sil. — Echancrure médiane du limbe.

N. Nervure médiane double. — Chacune des branches de la nervure médiane se bifurque en entrant dans le limbe. Ses branches de division se ramifient de la même manière. Les deux parties de la nervure médiane ne sont que les branches de bifurcation d'un seul faisceau de la tige.

n. Une des dernières ramifications des nervures.

Fig. 130.

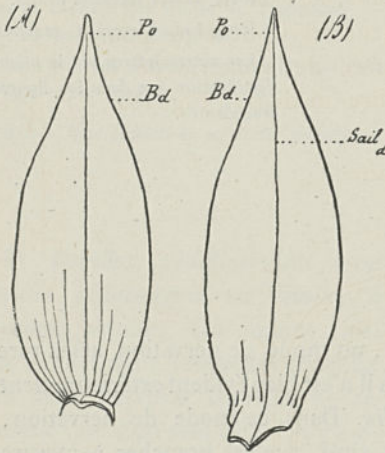


Fig. 131.

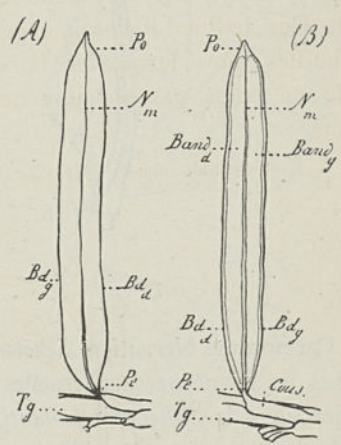


Fig. 130 (A). — Feuille d'*Araucaria imbricata* vue par sa face antérieure. Cette feuille est sessile. — Son sommet forme une pointe aiguë Po. — Ses nervures ne sont pas visibles à la surface supérieure de la feuille.

(B). — La même feuille vue par sa face postérieure.

Fig. 131 (A). — Feuille de *Taxus baccata*, vue par sa face antérieure. Cette feuille peut servir de type pour les feuilles uninerviées.

Son pétiole très court est tordu de manière à placer la feuille latéralement à son rameau.

Fig. 132.

Po. Pointe terminale de la feuille.

Bd. Bords de la feuille. — Bd_d, son bord droit, Bd_g, son bord gauche.

(B). — La même feuille, vue par sa face postérieure.

Band. Les bandelettes où sont logés les stomates ou orifices respiratoires de la feuille. — Band_d. La bandelette droite. — Band_g. La bandelette gauche.

Cous. Coussinet de la feuille.

Le plus simple de tous les modes de nervation, est celui dans lequel la nervure médiane solitaire s'étend d'un bout à l'autre de la feuille sans émettre de ramifications. Ce mode de nervation est commun chez les Conifères. (*Abies*, *Pinus*, *Taxus*, *Podocarpus*, *Juniperus*). (Fig. 131).

Un autre mode de nervation, aussi simple que le précédent, est celui que nous trouvons réalisé dans un grand nombre de feuilles séminales et dans les feuilles d'*Ephedra*. Dans ces exemples à la place d'une nervure médiane, nous trouvons deux nervures latérales égales, parallèles, qui parcourent la feuille dans toute son étendue sans émettre de ramifications. Ces feuilles d'*Ephedra* peuvent servir de type pour les feuilles dans lesquelles la surface de symétrie de la feuille ne passe pas par une nervure médiane (Fig. 132, 133) (1).

Fig. 132. — Feuilles connées d'*Ephedra distachya*.

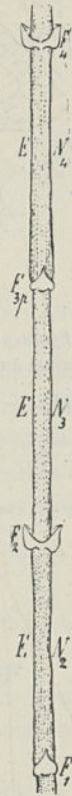
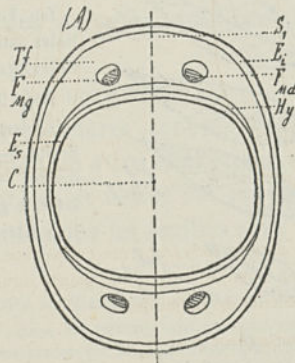


Fig. 133.



(1) La structure spéciale de ces feuilles si simples, celle de la grande majorité des cotylédons, nous portent à considérer la nervation parallèle comme plus simple et plus primitive chez les Phanérogames, que la nervation réticulée.

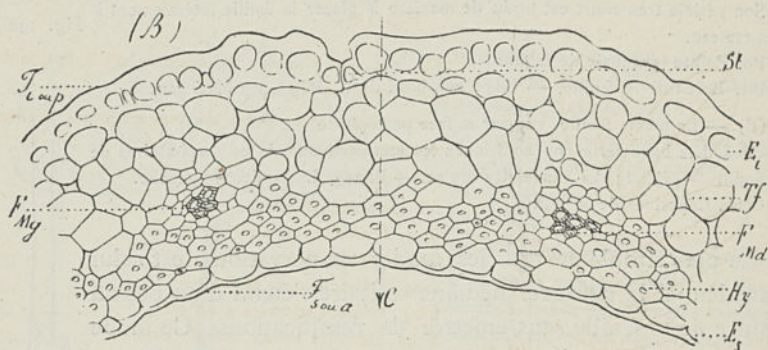


Fig. 133 (A). — Section transversale d'ensemble d'un système de feuilles connées d'*Ephedra distachya*. — Les feuilles d'*Ephedra distachya* peuvent servir de type pour les feuilles à deux nervures médianes parallèles.

(B). — Portion de la section transversale ci-dessus grossie.

Fig. 134.



Fig. 134. — Contour d'une feuille de *Fraxinus excelsior*. (Frêne).

Cette figure peut servir de type pour les feuilles composées imparipennées.

Pe. Pétiole.

Fol_m. Foliolè terminale médiane.

fol_l. Foliolès latérales. — fol_{ld}. Foliolès latérales droites. — fol_{lg}. Foliolès latérales gauches.

fol_{1l}. Premières foliolès latérales. — fol_{1ld}. Première foliolè latérale droite. — fol_{1lg}. Première foliolè latérale gauche. — fol_{nlg}. n^{ième} foliolè latérale gauche.

Selon que le contour du limbe de la feuille paraît formé d'une seule pièce ou de plusieurs pièces bien distinctes, la feuille est dite, dans le premier cas, feuille *simple*, (Fig. 127); dans le second, feuille *composée* (Fig. 134, 135).

Nomenclature
du limbe
étendue à la
feuille d'après
l'état de son
bord.

Si l'on a affaire à une feuille simple, on lui donne, suivant l'état du bord de son limbe, les qualifications suivantes :

1° *Feuille entière*, quand le bord de son limbe est sans angles rentrants; c'est-à-dire sans sinus (Fig. 131);

2° *Feuille dentée*, quand le bord de son limbe est garni de dents celles-ci étant nécessairement séparées par des sinus. Les variantes de la dénomination de feuille dentée sont :

α Feuille crénelée, lorsque les dents du bord de son limbe sont arrondies alors que les sinus sont aigus;

β Feuille serretée ou *dentée en scie*, lorsque les dents du bord de son limbe sont aiguës alors que les sinus le sont aussi (Fig. 136).

Fig. 136.

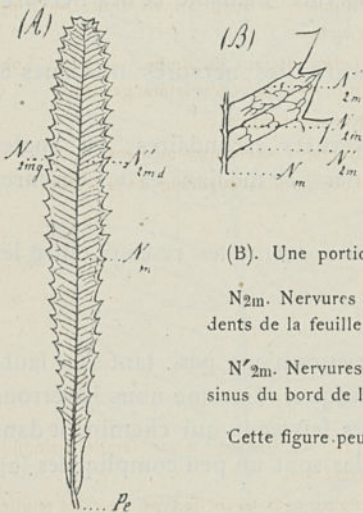


Fig. 136. — Contour et squelette d'une feuille de *Banksia collina*.

(A). Ensemble du squelette et contour de la feuille.

(B). Une portion du squelette ci-dessus grossie.

N_{2m}. Nervures secondaires médianes qui se terminent dans les dents de la feuille.

N'_{2m}. Nervures secondaires médianes qui se terminent dans les sinus du bord de la feuille.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles serretées.

γ *Feuille sinuée*, quand le bord de son limbe présente des dents arrondies et des sinus arrondis (Fig. 123);

3° *Feuille doublement dentée*, lorsque les dents du bord de son

limbe sont elles-mêmes dentées. Les variantes de feuille doublement dentée sont :

α Feuille doublement crénelée ;

β Feuille doublement serretée (Fig. 126) ;

4° Feuille fendue ou incise, quand les découpures de son limbe ou incisions, s'avancent jusque vers le milieu de la feuille. La disposition de ces découpures profondes est ordinairement liée à la nervation ; aussi les feuilles fendues sont-elles nommées d'après leur mode de nervation ;

α Feuille pennifide (Fig. 137) ;



Fig. 137.

Fig. 137. — Contour et principales nervures d'une feuille pennifide de *Crataegus oxyacantha*.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles pennifides.

Pe. Pétiole.

Stip. Stipules. — Stip_d. Stipule droite. — Stip_g. Stipule gauche.

lob_l. Lobes latéraux du limbe. — lob_{ld}. Lobe latéral droit. — lob_{lg}. Lobe latéral gauche.

N_m. Nervure médiane.

N_{2m}. Nervures secondaires médianes.

Lob. Lobe terminal supérieur de la feuille.

β Feuille palmifide (Fig. 138) ;



Fig. 138.

Fig. 138. — Contour d'une feuille palmifide d'*Acer hybridum*.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles palmifides.

N_l. Nervures latérales.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 137.

5° *Feuille partagée* ou *feuille partite*, quand les découpures de son limbe sont plus profondes que celles des feuilles fendues. Selon leur mode de nervation, les feuilles partagées sont nommées :

α *Feuille pennipartite* (Fig. 139) ;



Fig. 139.

Fig. 139. — Contour et squelette d'une feuille pennipartite de *Grevillea acanthifolia*.

Cette feuille peut servir de type pour les feuilles pennipartites.

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

β *Feuille palmipartite* ;

6° *Feuille lobée* ou *feuille séquée*, lorsque les entailles du limbe vont jusqu'au pétiole, ou jusqu'à la côte médiane. Selon leur mode de nervation, les feuilles lobées ont reçu les noms suivants :

Feuille pennilobée ou *feuille penniséquée* ;

Feuille palmilobée ou *palmiséquée* (1) ;

Toutes ces fentes du bord de la feuille sont dues à des arrêts de développement dans les régions des sinus, alors que les régions qui correspondent aux futures dents continuent à s'allonger.

7° On donne le nom de *feuilles perforées* ou *trouées* à des feuilles dans lesquelles le limbe se couvre de perforations plus ou moins étendues. Ces perforations, qui se produisent d'une façon régulière dans les feuilles des plantes de certaines familles, ont toujours un caractère accidentel. Le limbe de ces feuilles était originairement continu, sa substance s'est détruite en certains points par mortification ; la feuille grandissant, les perforations, très petites au début, peuvent devenir fort grandes. On trouve des feuilles ainsi perforées, chez beaucoup d'Aroïdées exotiques (Fig. 140).

(1) On nomme parfois *feuille rongée* une feuille dont le limbe est irrégulièrement déchiqueté.

Fig. 140.

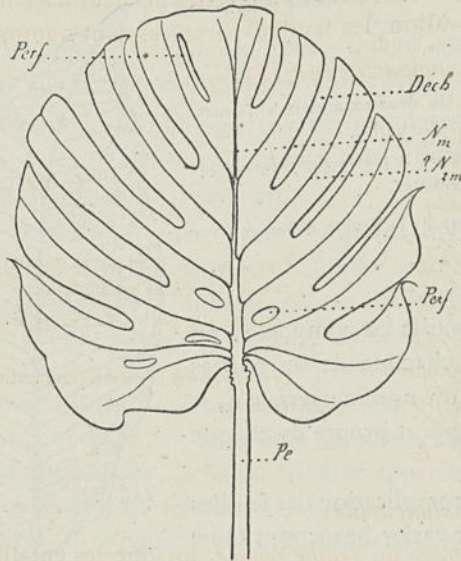


Fig. 140. — Une feuille perforée de *Philodendron pertusum*.

Pe. Pétiole.

N_m. Nervure médiane du limbe.

? N_{2m}. Nervures que l'on regarde comme homologues des nervures secondaires médianes.

Perf. Perforation du limbe.

Déch. Déchirure du limbe produite par un agrandissement des perforations Perf.

Fig. 141.

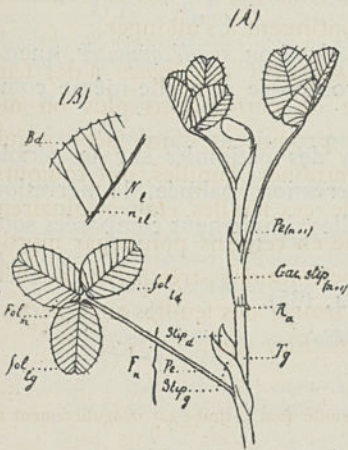


Fig. 141 (A). — Un rameau de *Trifolium*. (Trèfle).

F_n. la n^{ième} feuille du rameau. — Pe, son pétiole. Stip_d, sa stipule droite. Stip_g, sa stipule gauche. Ces stipules sont connées par un de leurs bords. Fol_m, Foliole médiane du limbe. fol_g, son unique foliole latérale gauche. fol_d, sa foliole latérale droite.

Pe_(n+1). Pétiole de la feuille suivante.

Gai. Stip_(n+1). Gaine formée par les stipules de la (n+1)^{ème} feuille.

(B). — Le bord d'une foliole latérale grossi.

N_l. Nervure latérale.

n₂. Nervures secondaires latérales.

Fig. 142.

Fig. 142 (A).— Une feuille composée unifoliolée de *Citrus aurantium*. (Oranger)

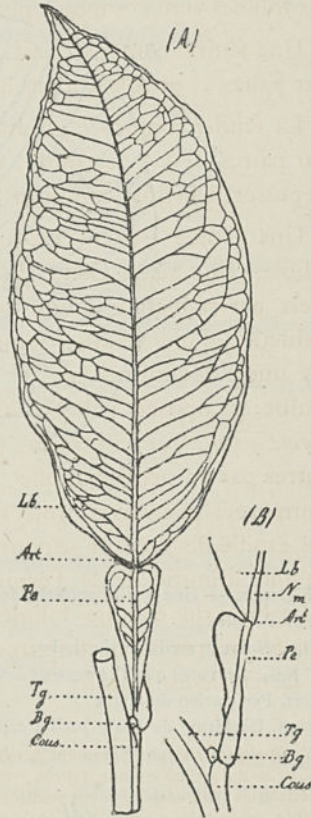
N_m. Nervure médiane.

Lb. Limbe.

Pe. Pétiole bordé de deux expansions aliformes. Articulé en Art avec le limbe Lb.

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

(B).— L'articulation de la Feuille d'Oranger (vue de profil).



D'après
son degré de
complication.

Lorsque la feuille est composée, on nomme *foliole* chacune de ses parties constituantes ; on nomme *pétiolule*, le pédicelle ou support propre de chaque partie.

Le degré de complication des feuilles composées peut varier beaucoup. On a les feuilles simplement *composées*, ou *composées au premier degré*, lorsque les folioles de la feuille peuvent être considérées comme simple (Fig. 134, 135).

Si chaque foliole de la feuille composée est elle-même divisée en folioles, la feuille sera dite *composée à deux degrés* ou *décomposée*.

La feuille sera *composée au troisième degré* ou *surdécomposée*, quand chacune des folioles d'une feuille décomposée sera elle-même composée.

Selon que le mode de répartition des pétiolules sur le pétiole rappelle la nervation pennée, la nervation palmée, la nervation peltée ou la nervation pédalée, les feuilles simplement composées sont dites :

feuille composée pennée (Fig. 134, 135).

feuille composée palmée ou *digitée*,

feuille composée peltée,

feuille composée pédalée (1).

(1) On ne connaît pas d'exemple incontesté de feuille composée pédalée.

La feuille composée sera dite *composée bipennée* quand chacune de ses folioles sera composée pennée.

Une feuille composée est dite *paripennée* quand ses folioles vont par paires et qu'elle n'a pas de foliole terminale (Fig. 135).

La feuille composée est dite *imparipennée* quand ses folioles allant par paires, il y a, en outre, une foliole terminale dans laquelle vient s'épuiser le pétiole commun (Fig. 134).

Une feuille *trifoliée* est une feuille composée qui n'a que trois folioles (Fig. 141). Cette disposition trifoliée peut s'obtenir aussi bien par réduction d'une feuille composée imparipennée que par réduction d'une feuille composée palmée; on convient de distinguer les unes des autres par le caractère suivant: Dans le cas d'une feuille composée palmée à trois folioles, *toutes trois partent du même point*. Au contraire, si la foliole médiane est éloignée des autres par un petit pédicelle, la feuille trifoliée appartient aux feuilles composées pennées à trois folioles. Ce double dispositif n'a jamais été étudié de près. Il se pourrait que la distinction ci-dessus ne fût qu'une minutie de la Terminologie végétale (1), (2).

Le bord de chaque foliole d'une feuille composée peut présenter tous les degrés de découpures que nous avons mentionnés dans le cas où la feuille est simple.

(1) Quelques auteurs nomment *feuilles composées unifoliolées* des feuilles comme celles des *Citrus* qui n'ont qu'une foliole articulée, à l'extrémité d'un pétiole dilaté latéralement en deux ailes. On considère ces feuilles comme composées parce que tous les autres représentants de la même Famille végétale ont des feuilles composées. L'épithète d'unifoliolées rappelle le fait que ces feuilles n'ont qu'une seule foliole. On ne sait ce qu'il y a de fondé dans cette appellation. (Fig. 142).

(2) M. P. Duchartre appelle :

feuille composée conjuguée, une feuille composée où les folioles sont disposées par paires;

feuille composée uni, bi, tri-juguée, une feuille composée à une, deux, trois paires de folioles;

feuille composée interrompue-pennée, une feuille composée dont les paires de folioles grandes et petites sont entremêlées;

feuille composée bigéminée, une feuille composée à deux pétioles secondaires portant deux folioles;

feuille composée biternée, une feuille composée à trois pétioles secondaires portant chacun trois folioles;

feuille composée triternée, une feuille composée à trois pétioles secondaires portant chacun trois pétioles tertiaires qui sont eux-mêmes trifoliolés.

D'après
sa forme
générale.

D'après la forme générale de leur limbe, les feuilles simples ont reçu les qualifications suivantes :

A. Lorsque le limbe est plan et peu épais.

orbiculaire ou *arrondie*, quand le limbe a la forme d'un cercle (Fig. 143),

elliptique, quand il a la forme d'une ellipse (Fig 144),

ovale, quand le contour du limbe rappelle le profil d'un œuf, le gros bout en bas (Fig 145),

obovale, quand le contour du limbe rappelle le profil d'un œuf, le gros bout en haut (Fig. 146).

lancéolée, quand le limbe (1) va diminuant vers ses deux extrémités (Fig. 147).

linéaire, quand le limbe a la forme d'un ruban étroit ou d'une ligne (Fig. 148).

subulée, quand le limbe est très étroit, pointu et ferme à son extrémité;

capillaire ou *filiforme*, quand la feuille est fine comme un cheveu,

reniforme, quand le limbe a son bord supérieur arrondi et courbé en forme de rein (Fig. 149).

cordiforme, quand le limbe a la forme d'un cœur, la pointe en haut, (Fig.) ;

deltôïde, quand le limbe a la forme d'un delta grec, Δ ;

sagittée, quand le limbe a la forme d'un fer de lance (Fig. 112)(2).

Fig. 143.

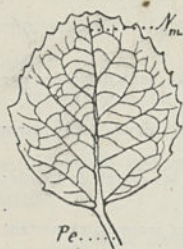
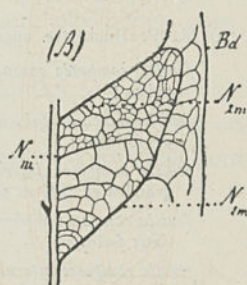


Fig. 144.



(1) *Ensiforme*, lorsque le limbe a la forme d'un glaive, ses deux moitiés sont alors pliées l'une sur l'autre.

(2) *Hastée*, quand le limbe est en forme de hallebarde.

Fig. 143.— Contour et principales nervures du limbe d'une feuille d'*Azara berberidifolia*.
Cette figure peut servir de type pour les feuilles orbiculaires.

Fig. 144 (A). — Contour et principales nervures du limbe d'une feuille de *Stigmaphyllon periplocifolium*.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles elliptiques.

(B).— Une portion du squelette solide de cette même feuille grossie.

Fig. 145.

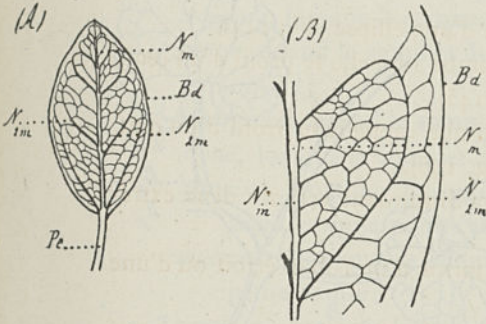


Fig. 146.

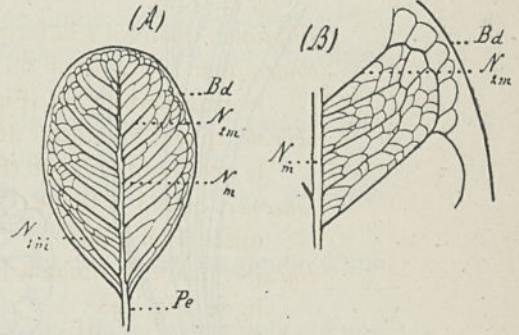


Fig. 145 (A).— Contour et principales nervures du limbe d'une feuille de *Trochetia triflora*.
Cette figure peut servir de type pour les feuilles ovales.

(B).— Une portion du squelette solide de cette même feuille grossie.

Fig. 146 (A). — Contour et principales nervures du limbe d'une feuille de *Ficus nitida*.
Cette figure peut servir de type pour les feuilles obovales.

(B). — Une portion du squelette solide de cette même feuille grossie.



Fig. 147.

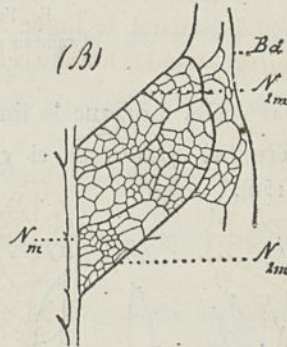


Fig. 147 (A). — Contour et principales nervures du limbe d'une feuille de *Laurus nobilis*.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles lancéolées.

(B).— Une portion du squelette solide de cette même feuille grossie.

Fig. 148.

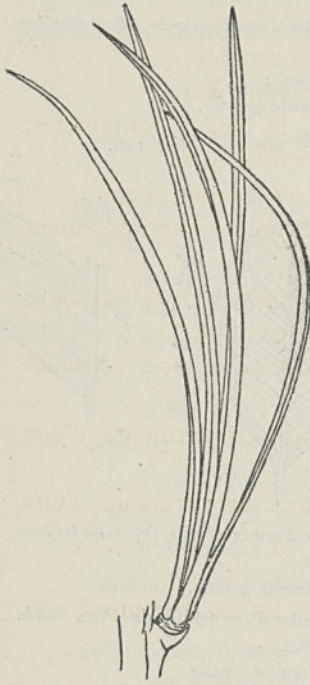


Fig. 148.— Contour du limbe d'une feuille de *Pinus Strobus*, (Pin du Lord).

Cette figure peut servir de type pour les feuilles linéaires,

Fig. 149.

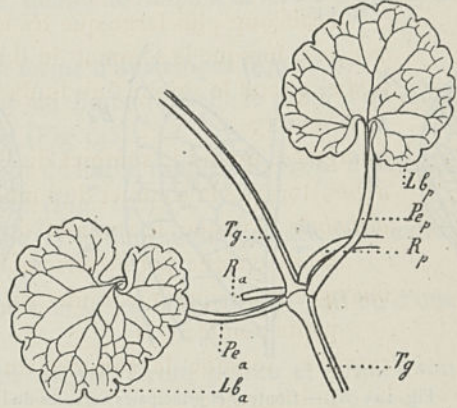


Fig. 149. — Une portion d'un rameau de *Glechoma hederacea*, (Lierre terrestre).

Cette figure peut servir de type pour les feuilles réniformes.

Tg. Tige.

Fa. Feuille antérieure.

Lba. son limbe. Pea. son pétiole. Ra. son rameau axillaire.

Fp. Feuille postérieure. Pep. son pétiole. Rp. son rameau axillaire.

(B). Lorsque le limbe est très épais la feuille est dite *cylindrique*, si ce limbe a la forme d'un cylindre (Fig. 150).

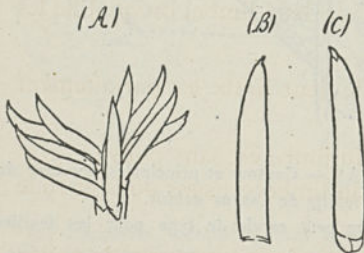


Fig. 150.

Fig. 150. — Feuilles de *Sedum*.

Cette figure peut servir de type pour les feuilles charnues cylindriques.

(A).— Un rameau de *Sedum*.

(B).— Une feuille isolée vue par sa face antérieure.

(C).— Une feuille isolée vue par sa face postérieure.

D'après
la forme de son
sommet.

D'après la forme du sommet de leur limbe, les feuilles simples ont reçu les qualifications suivantes :

- obtusé*, lorsque le sommet du limbe est arrondi ;
- spatulée*, lorsque le limbe est élargi au sommet ;
- lyrée*, quand la feuille étant lobée, le lobe du sommet est beaucoup plus large que les lobes inférieurs ;
- tronquée*, lorsque le sommet du limbe est comme coupé ;
- rétusé*, quand le sommet du limbe présente un sinus largement ouvert ;
- émarginée*, quand le sommet du limbe présente un sinus aigu ;
- aiguë*, lorsque le sommet du limbe est en pointe ;
- acuminée*, lorsque le sommet du limbe se rétrécit brusquement en une pointe terminale ;
- mucronée*, lorsque le sommet du limbe est surmonté d'une petite pointe ;
- cuspidée*, lorsque le sommet du limbe est surmonté d'une pointe roide.

D'après
l'état
de sa surface.

D'après l'état de la surface de leur limbe, les feuilles ont reçu les noms suivants ;

- feuille *plane*, quand le limbe est bien plan ;
- feuille *ridée*, quand les nervures sont fortement enfoncées sous la surface ;
- feuille *bullée*, quand le limbe présente, sur sa face supérieure, des saillies creuses en dessous ;
- feuille *ondulée*, quand le bord du limbe s'élève et s'abaisse alternativement ;
- feuille *crépue*, quand le bord du limbe est frisé.

D'après
le revêtement
de sa surface.

D'après le revêtement de la surface de leur limbe, on qualifie les feuilles de :

- feuille *lisse*, quand la surface de leur limbe est parfaitement unie et sans poils ;
- feuille *glabre*, quand la surface du limbe est sans poils ;
- feuille *scabre*, quand la surface du limbe est sans poils et rude au toucher ;
- feuille *velue*, quand la surface du limbe est couverte de poils ;

Les variantes de la feuille velue sont :

- feuille *poilue* lorsque les poils sont longs et épais ;
- feuille *hérissée*, quand les poils sont roides ;
- feuille *bispide*, quand les poils sont roides et piquants ,
- feuille *pubescente* ou *duveteée*, quand les poils sont courts et mous ;
- feuille *soyeuse*, quand les poils sont mous, longs, brillants parallèles ;
- feuille *laineuse*, quand les poils sont longs, mous, couchés, crépus ;
- feuille *arachnoïde*, quand les poils sont mous, longs, très fins et entremêlés ;
- feuille *ciliée*, quand les poils du bord de la feuille sont très écartés, gros et très longs ;
- feuille *écailleuse*, quand les poils sont en écailles ;
- feuille *glanduleuse*, quand les poils sont en rapport avec des glandes (1) ou portent chacun une glande à leur extrémité ;
- feuille *épineuse*, quand la surface du limbe porte des épines ;
- feuille *verruqueuse*, quand la surface du limbe porte des saillies irrégulières, arrondies.

Fréquemment les adjectifs employés dans la Nomenclature de la feuille sont unis deux à deux par un trait d'union lorsqu'on veut exprimer une disposition intermédiaire entre les deux adjectifs en question (2).

D'après
sa coloration.

D'après la coloration de son limbe, la feuille reçoit les noms de :

- feuille *verte*, lorsque son limbe est coloré en vert ;
- feuille *glauque*, quand la teinte verte du limbe est mêlée de blanc ;
- feuille *blanchâtre*, quand le limbe doit sa couleur blanche à l'air retenu entre les poils qui recouvrent sa surface ou dans les poils eux-mêmes ;
- feuille *maculée*, *tachetée* quand le limbe présente des taches différentes de sa couleur générale ;

(1) Ce nom de feuille glanduleuse, est souvent appliqué à des feuilles qui comme celles du Millepertuis et des Orangers présentent des glandes dans leur intérieur.

(2) Pour toute cette partie de la Nomenclature botanique, je dois beaucoup aux ouvrages de mes excellents maîtres, MM. les professeurs J. Decaisne et P. Duchartre.

feuille *panachée*, quand le limbe présente plusieurs couleurs mêlées sans ordre,
feuille *zonée*, quand les différentes couleurs du limbe sont distribuées par zones sur sa surface ;
feuille *discolore*, quand les deux faces du limbe sont de couleurs différentes.

Nomenclature
d'ensemble
de la feuille.
Qualifications
données à la
feuille d'après
sa direction
d'ensemble.

D'après leur direction générale, les feuilles sont dites :
dressées, lorsqu'elles se relèvent le long de la tige ;
apprimées, lorsqu'elles sont appliquées sur la tige à laquelle elles adhèrent par leur face supérieure ;
étalées, lorsqu'elles sont perpendiculaires à la tige ;
réfléchies, lorsqu'elles recourbent leur sommet vers le bas de la tige ;
infléchies, lorsqu'elles courbent leur sommet vers la partie supérieure de la tige ;
unilatérales, lorsqu'elles se rejettent toutes d'un même côté ;
bilatérales, lorsqu'elles se rejettent toutes à droite et à gauche du rameau qui les porte.

Qualifications
données à la
feuille d'après
la manière
dont elle se
détache de la
tige.

On nomme *feuilles caduques*, celles qui se détachent spontanément de la tige, après une période plus ou moins longue d'activité.

Une feuille est dite *fugace*, quand la durée de son existence est très courte.

On appelle *cicatrice*, la région suivant laquelle la feuille se détache de la tige. La blessure résultant de cette chute est toujours, quand la chute est spontanée, préparée par un tissu que nous apprendrons à connaître sous le nom de *Liège*.

Tantôt les feuilles se détachent spontanément et nettement de la tige qui les a produites par une cicatrice ; d'autres fois les feuilles demeurent fixées à la tige bien après leur mort. Ces organes se détruisent alors sur place ; leur destruction gagne de leur partie supérieure vers leur partie inférieure. Ces feuilles qui se détruisent sur place sont dites *persistantes*. — Comme type de destruction intermédiaire entre les deux précédents, il y a les feuilles *marcescentes*, qui demeurent adhérentes à la tige pendant un temps notable après leur mort, puis s'en détachent par une cicatrice nette. — Dans le cas des feuilles persistantes, dont la destruction gagne du haut vers le bas de

la feuille, les débris des feuilles mortes forment autour de la tige comme une sorte d'enveloppe protectrice. — La puissance de cette enveloppe protectrice varie beaucoup d'une plante à l'autre.

Arrangement
des feuilles
dans le
bourgeon.
Vernation.

Si l'on ouvre un bourgeon hibernant qui a déjà revêtu son facies d'hiver, on reconnaît que les feuilles inférieures de son cône végétatif présentent déjà, dès cette époque, toutes leurs parties avec leur forme caractéristique. Comme ces feuilles sont en général fort nombreuses, elles doivent nécessairement, pour trouver place dans le bourgeon, se presser très fortement les unes contre les autres, de manière à occuper le moins de place possible. On appelle *préfoliation* ou *vernation*, l'arrangement de ces petites feuilles dans le bourgeon. Cette préfoliation peut différer beaucoup de l'arrangement des écailles de la pérule. On trouve souvent entre la pérule et ces feuilles très petites encore, mais qui, plus tard, grandiront beaucoup, une masse de duvet formée de poils dont certains laissent parfois exsuder une matière gommo-résineuse, qui augmente encore les qualités protectrices de la pérule. Le duvet et le revêtement pileux, que beaucoup de bourgeons présentent pendant cette période de leur développement, sont fugaces, c'est-à-dire qu'ils tombent dès que les écailles de la pérule s'entrouvrent.

Qualifications
données
à la vernation
d'après la
manière dont
les bords des
feuilles voisines
sont disposés.

Selon la manière dont les bords des feuilles sont disposés les uns par rapport aux autres dans le bourgeon, la vernation reçoit les qualifications suivantes :

valvaire, quand les feuilles voisines se touchent l'une l'autre bord à bord (Fig. 151).

indupliquée, quand les feuilles voisines se touchent bord à bord, leurs bords sont courbés vers le centre du bourgeon (Fig. 152) ;

redupliquée, quand les feuilles voisines se touchent bord à bord, leurs bords sont courbés vers l'extérieur du bourgeon (Fig. 153) ;

imbriquée, quand le bord de chaque feuille est recouvert ou recouvre les bords des feuilles voisines (Fig. 154) ;

contournée, quand chaque feuille a simultanément un bord recouvrant et un bord recouvert (Fig. 154 bis) ;

équitante, quand étant pliée, chaque feuille embrasse celle qui lui fait face (Fig. 155) ;

demi-équitante, quand étant pliée, chaque feuille embrasse une moitié de celle qui lui fait face (Fig. 156).

Qualifications
données à la
feuille d'après
la manière dont
elle est pliée
dans le
bourgeon.

Selon la manière dont chaque feuille est pliée dans le bourgeon, elle a reçu les qualifications suivantes :

plane, quand elle est sans pli ni courbure (Fig. 157);

condupliquée, quand elle est pliée en deux longitudinalement (Fig. 158);

réclinée, quand elle est pliée en deux transversalement (Fig. 159);

plissée, quand elle est pliée plusieurs fois longitudinalement ou transversalement (Fig. 160).

révolutée, quand ses deux moitiés latérales sont roulées en dehors (Fig. 161);

involutée, quand ses deux moitiés latérales sont roulées en dedans (Fig. 162);

convolutée, quand une de ses moitiés est roulée autour de l'autre (Fig. 163);

circinée, quand elle est courbée et enroulée sur sa nervure médiane à la manière d'une crosse d'évêque (Fig. 164).

cbiffonnée, quand elle est pliée ou contournée irrégulièrement (Fig. 165).

Fig. 151.

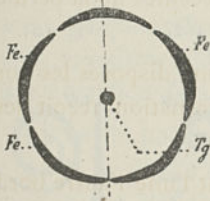


Fig. 151. — Projection horizontale d'une préfoliation valvaire.

F. Feuilles.

Tg. Tige dont ces feuilles dépendent.

Fig. 152.

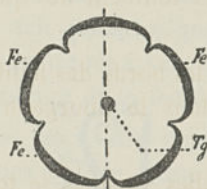


Fig. 152. — Projection horizontale d'une préfoliation indupliquée.

Fig. 153.

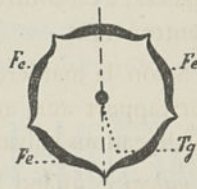


Fig. 153. — Projection horizontale d'une préfoliation rédupliquée.

Fig. 154.

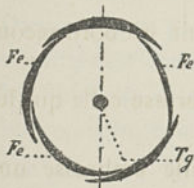


Fig. 154. — Projection horizontale d'une préfoliation imbriquée.

Fig. 154 bis.

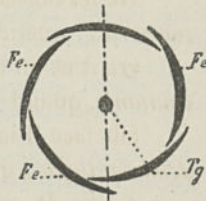


Fig. 154 bis. — Projection horizontale d'une préfoliation contournée.

Fig. 155.

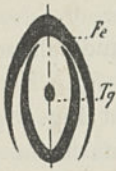


Fig. 156.



Fig. 157.

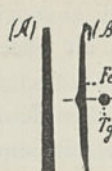


Fig. 158.



Fig. 159.

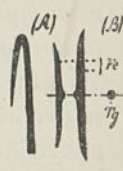


Fig. 155. — Projection horizontale d'une préfoliation équitante.

Fig. 156. — Projection horizontale d'une préfoliation demi-équitante.

Fig. 157 (A). — Nervure médiane d'une feuille plane.

(B). — Projection horizontale d'une feuille plane.

Fe. Feuille.

Tg. Tige dont cette feuille dépend.

Fig. 158 (A). — Nervure médiane d'une feuille conduplicuée.

(B). — Projection horizontale d'une feuille conduplicuée.

Fig. 159 (A). — Nervure médiane d'une feuille reclinée.

(B). — Projection horizontale d'une feuille reclinée.

Fig. 160.

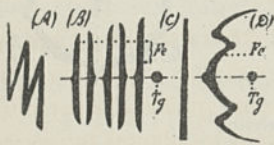


Fig. 161.



Fig. 162.

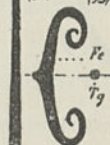


Fig. 163.



Fig. 160 (A). — Nervure médiane d'une feuille plissée longitudinalement.

(B). — Projection horizontale d'une feuille plissée longitudinalement.

(C). — Nervure médiane d'une feuille plissée transversalement.

(D). — Projection horizontale d'une feuille plissée transversalement.

Fig. 161 (A). — Nervure médiane d'une feuille révoluée.

(B). — Projection horizontale d'une feuille révoluée.

Fig. 162 (A). — Nervure médiane d'une feuille involuée.

(B). — Projection horizontale d'une feuille involuée.

Fig. 163 (A). — Nervure médiane d'une feuille convoluée.

(B). — Projection horizontale d'une feuille convoluée.

Fig. 164.



Fig. 164. — Nervure médiane d'une feuille circinée.

Fig. 165.

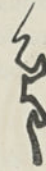


Fig. 165. — Nervure médiane d'une feuille chiffonnée.

Polymorphose
des feuilles.

La forme et le degré de complication des feuilles varient parfois beaucoup chez une même plante, selon ses pousses et très souvent dans l'étendue d'une même pousse. — L'étendue de ces variations, déjà très grande quand on ne compare entre elles que les feuilles ordinaires bien développées d'une plante déterminée, s'accroît encore quand on compare les feuilles ordinaires aux cotylédons ou aux écailles qui forment la pérule des bourgeons hibernants. Toutes ces variations dans la forme des feuilles d'une même plante sont désignées dans leur ensemble par le nom de *Polymorphose des Feuilles*.

Plusieurs botanistes ont trouvé dans cette polymorphose des feuilles d'une même plante plusieurs objections graves aux caractères que MM. Pokorny, C. v. Ettinghausen et G. de Saporta ont cru pouvoir tirer de l'aspect de la nervation des feuilles. L'examen détaillé de ces cas de polymorphose ne fait pourtant que confirmer l'opinion des paléontologistes ci-dessus quand on a soin de chercher les caractères de la nervation dans la structure de la feuille.

Souvent la polymorphose des feuilles peut être rattachée à l'âge de la plante, la plante ayant des feuilles d'une certaine forme dans son jeune âge, et des feuilles d'une tout autre forme quand elle est plus âgée; cette différence est surtout sensible dans les plantes terrestres à phylloides où le feuillage du jeune, qui vit à l'abri de la forêt, ne ressemble nullement au feuillage de l'adulte. La polymorphose rappelle ici jusqu'à un certain point les phases larvaires de la vie de certains insectes, phases qui sont d'ailleurs en rapport avec le mode de vie de ces êtres, aux diverses périodes de leur existence.

Dans d'autres plantes, comme les *Juniperus*, où la polymorphose des feuilles est des plus évidentes, on ne sait encore à quoi la rattacher. Plusieurs auteurs croient résoudre cette difficulté en disant que la polymorphose dépend alors des ordres des pousses.

Préfeuille.

La première feuille d'une pousse axillaire diffère assez générale-

ment des autres feuilles de la même pousse on la désigne habituellement sous le nom de *Préfeuille* (1).

Plantes
aphylles.

Certaines plantes sont dites *aphylles*, parce qu'elles sont complètement dépourvues de feuilles (2).

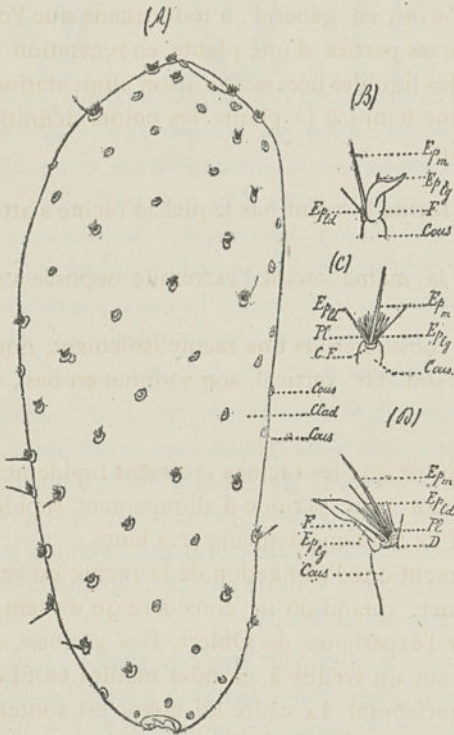


Fig. 166.

Fig. 166 (A). — Une raquette d'*Opuntia vulgaris*.
Clad. Cladode de tiges.
Cous. Coussinets de feuilles caduques.

(B). — Une feuille d'*Opuntia vulgaris*, vue par sa face postérieure.

F. Feuille.
Cous. Coussinet de la feuille F.
Epm. Epine médiane. — Epl. Epines latérales.

Pl. Poils nés à la surface du disque D qui occupe l'aisselle de la feuille F.

(C). — Un coussinet dont la feuille s'est détachée.

(D). — Une feuille vue de profil.

Cette expression de *plantes aphyllés* est souvent étendue à des plantes dont les feuilles sont très fugaces, comme celles de certains *Opuntia* (3).

(1) La forme des préfeuilles et leur position spéciale ont engagé plusieurs auteurs allemands à consacrer à la préfeuille de chaque pousse axillaire une mention spéciale dans leurs descriptions. Il importerait de faire une étude critique d'ensemble sur ce sujet, sans y chercher comme on l'a toujours fait l'explication de la foliole parinerviée de l'inflorescence des Graminées, ou du cotylédon unique de certaines plantes que leurs autres caractères font ranger parmi les Phanérogames dicotylédonnées.

(2) Ces plantes aphyllés ont néanmoins des cotylédons.

(3) Cette extrême réduction des feuilles me conduit à dire un mot des dimensions extrêmes entre lesquelles peuvent varier les feuilles ordinaires des plantes. D'une part nous trouvons les feuilles réduites à de très petites languettes ou à de petites écailles sèches ayant à peine, comme chez les *Ephedra*, un millimètre de long. D'autre part nous trouvons chez la *Victoria regia* des feuilles dont le limbe mesure 2^m 75 de diamètre.

NOMENCLATURE DE LA RACINE.

Définition
des racines
en général.

On donne le nom de *Racine*, en général, à tout organe que l'on voit surgir du sein des diverses parties d'une plante en végétation et qui va puiser dans le sol (1) les liquides nécessaires à son alimentation. Les racines assurent en même temps à la plante les points définitifs de fixation dont elle a besoin.

Base
et sommet
de la racine.
Son
orientation.

On nomme *Base* d'une racine le point par lequel la racine s'attache sur un autre organe.

On nomme *Sommet* de la même racine l'extrémité opposée à sa base.

Toutes les fois que nous considérerons une racine isolément, nous la supposerons cylindrique, son axe vertical, son sommet en bas, sa base en haut.

Croissance
de la racine.

C'est surtout par leur sommet que les racines croissent rapidement en longueur; ultérieurement à cette période d'allongement rapide, l'accroissement longitudinal de la racine demeure très lent.

Expérience
de Ohlert.

Pour montrer grossièrement que l'élongation de la racine est surtout intense vers son sommet, quand on ne considère qu'un temps très court, on peut répéter l'expérience de Ohlert. Des graines, en germination, sont placées sur un treillis à grandes mailles en fil de zinc, tendu sur un cadre horizontal. Le cadre lui-même est soutenu dans un tuyau vertical, à base carrée. Trois des faces du tuyau sont fixes et en plomb, la quatrième face du tuyau est mobile dans une glissière. Cette dernière face est formée d'une glace et d'une lame de plomb. En soulevant la lame de plomb, l'intérieur du tuyau est éclairé; dans le cas contraire l'intérieur du tuyau est obscur. Un couvercle permet de fermer la partie supérieure de l'appareil. La partie inférieure du tuyau plonge dans une auge où il y a de l'eau;

(1) Sol, est pris ici dans son acception la plus large; ce sera l'eau pour la plante *flottante*, ce sera la terre pour la plante *terrestre*, les matières en décomposition pour la plante *humicole*, certains êtres vivants pour la plante *parasite*. Quand l'intensité du parasitisme n'est pas trop grande, le sol sera indistinctement, pour la plante, les êtres dont elle tire habituellement sa nourriture ou des solutions nutritives appropriées.

cette eau a pour objet d'entretenir la saturation de l'air du tuyau (Fig. 167). Les racines des graines en germination s'allongent

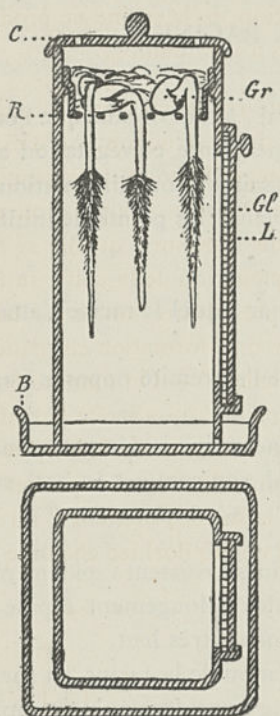


Fig. 167.

Fig. 167. — Coupe longitudinale antéro-postérieure et coupe transversale de l'appareil de Ohlert. Cet appareil sert à montrer la région de grande élévation de la racine dans un court espace de temps.

T. Tuyau de plomb.

Gl. Glace de verre.

L. Lame de plomb mobile.

C. Couvercle troué fermant l'orifice supérieur du tuyau T.

R. Treillis de fil de zinc.

B. Bassin plein d'eau. L'eau du bassin pénètre dans le tuyau T par des trous ménagés dans la paroi du tuyau à la base de sa face antérieure.

Gr. Graines en germination.

verticalement dans l'air saturé d'humidité qui remplit l'appareil. A un moment donné, sur la surface de quelques-unes de ces racines, on marque des points équidistants entre le sommet et un point supérieur choisi d'avance et arbitrairement. Peu de temps après on peut constater :

- 1^o Que les diverses parties d'une même racine se sont allongées ;
- 2^o Que les diverses parties d'une même racine se sont allongées inégalement ;
- 3^o Que la portion de chaque racine où l'élongation est la plus grande *dans un court espace de temps*, est voisine du sommet de la racine.

On ne devra pas oublier que l'expérience ci-dessus ne se rapporte qu'à ce qui se passe dans un temps très court.

Point
de végétation
de la racine.

On nomme *Point de végétation* d'une racine, le point de cette racine où se forment ses nouveaux tissus. Ce point de végétation occupe le sommet de la racine. Le point de végétation de la racine ne produit jamais de mamelons latéraux comparables à des feuilles.

Coiffe
ou Pilorhize.
Son exfoliation
Dénudation
de la surface
inférieure
de la racine.

La surface même du sommet de toute racine en voie d'allongement est occupée par un tissu en voie de destruction, ou d'exfoliation. Ce tissu, dont le rôle est de protéger le point de végétation de la racine, a reçu le nom de *Coiffe* ou *Pilorhize*. Le plus souvent la coiffe se renouvelle par sa zone profonde à mesure qu'elle se détruit par toute sa surface externe.— L'exfoliation de la coiffe se fait tantôt par calottes qui se déboitent l'une après l'autre, tantôt par lambeaux écailleux, et plus ordinairement, par transformation en matière mucilagineuse de sa partie la plus superficielle (1). — On nomme bord ou base de la pilorhize, la région de la racine où s'arrête la coiffe. Dans une racine vivante, ce bord s'éloigne toujours de la base de la racine; il suit son sommet. A chaque instant, de nouvelles parties de la pilorhize, se détachant de la surface de la racine, mettent à nu de nouvelles régions de cette surface, le bord de la pilorhize chemine et se déplace peu à peu (Fig. 168, 169).

Fig. 168.

Fig. 168 (A et B).
— Extrémité de racines
de *Cordyline inflata*,
montrant leurs pilorhizes.

R. Racine.
Pilz Pilorhize.
1. 2. 3. Couches suc-
cessives de la pilorhize.

Dans la figure (A), la pilorhize s'exfolie.

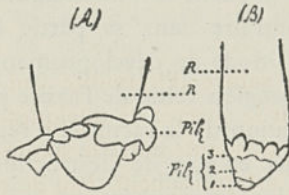
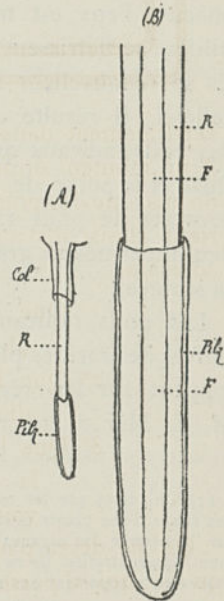


Fig. 169 (A et B). — Racines de *Lemna trisulca*, montrant leurs pilorhizes.

Col. Coléorhize.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 168.

Fig. 169.



(1) Les anciens auteurs donnaient à la Pilorhize le nom de *Spongiote*, parce qu'ils regardaient cette partie terminale renflée molle des racines comme un appareil spécial d'absorption, comme une petite éponge qui s'imbibait des sucs de la terre. Spongiote est une expression qui doit être abandonnée.

Chûte
complète
de la pilorhize.

Dans les plantes aquatiques, lorsque la racine a pris tout son développement en longueur, on voit fréquemment le point de végétation de la racine s'éteindre et la coiffe se détacher tout entière.

Le sommet de ces racines à croissance limitée est alors entièrement à nu (1). (Fig. 170).

Fig. 170.

Fig. 170. — Racine d'*Hydrocharis morsus-ranæ* montrant la décortication de sa coiffe.

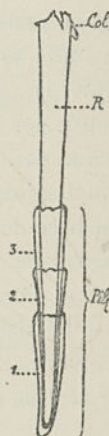
Les trois assises de la coiffe se détacheront successivement, chacune d'elles demeurant entière.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 168.

Poils radicaux.

Très souvent, les surfaces mises à nu par l'exfoliation de la pilorhize se couvrent, peu de temps après leur dénudation, de longs prolongements semblables à des poils simples ou peu ramifiés; ces éléments sont nommés *Poils radicaux*. La région qui les produit a reçu de MM. P. Van Tieghem et L. Olivier, le nom de *Zone* ou d'*Assise pilifère*. Les poils radicaux sont les organes principaux de l'absorption radiculaire. Leur vie étant très active, leur usure est très rapide et la durée de chacun d'eux est très limitée. Les poils de l'assise pilifère se flétrissent dans sa partie la plus éloignée de la pilorhize; ils se renouvellent au contraire dans sa partie la plus proche de celle-ci. Il résulte de ce mode de développement et de destruction des poils radicaux que la région velue de l'assise pilifère suit la pilorhize et le point de végétation de la racine. La région de la racine, couverte de poils radicaux en voie de destruction, devient peu à peu imperméable grâce à des lames subéreuses qui apparaissent sous sa surface.

Les poils radicaux apparaissent habituellement sur les régions actives des racines plongées dans l'air humide; parfois, ils se développent sur les régions actives des racines plongées dans l'eau. M. E. Mer a cru remarquer que très souvent la production des



(1) On admet que les racines des Phanérogames parasites qui s'étendent dans l'intérieur des tissus d'une plante nourrice sont dépourvues de pilorhize. Les travaux entrepris jusqu'ici sur l'Anatomie des organes d'absorption des phanérogames parasites ne sont point suffisamment démonstratifs. Ils ne permettent de rien affirmer. Il y a lieu de reprendre toutes ces études en y apportant des idées d'ensemble et une critique rigoureuse.

poils radicaux a lieu sur les surfaces actives des racines, lorsque ces parties viennent à subir un changement de milieu et par suite un ralentissement dans la croissance des parties formées antérieurement (Fig. 171, 172, 173).

Fig. 171.

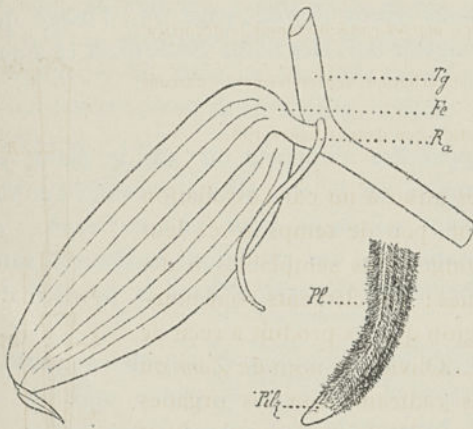
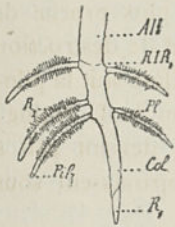


Fig. 171.— Racine aérienne velue de *Vanilla planifolia* développées dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau.

- Tg. Tige.
- Fe. Feuille.
- Ra. Racine adventive velue.
- Pl. Poils radicaux.
- Pilz. Pilorhize.

Fig. 172.

Fig. 172. — Racines de *Sinapis nigra* croissant dans la mousse humide et montrant le grand développement que peuvent prendre les poils radicaux.



- AH. Axe hypocotylé.
- RIR. Région d'insertion de la Racine principale sur l'axe hypocotylé.
- Col. Coléorhize.
- P1. Racine principale.
- R2. Racines secondaires.
- Pilz. Pilorhize.
- Pl. Poils radicaux.

Fig. 172.



Fig. 173. — Racine de *Zea Maïs* croissant dans la mousse humide et montrant le grand développement que peuvent prendre les poils radicaux.

- R. Racine.
- Pl. Poils radicaux.
- Pilz. Pilorhize.

Origine
endogène
des racines.
Coléorhize.

Les racines apparaissent toujours dans l'intérieur de parties antérieurement existantes; *elles sont toujours d'origine endogène.*

On nomme *Coléorhize* la collerette formée autour de la base d'une racine par les tissus que cette racine a dû perforer pour arriver au dehors. Lorsque la coléorhize est particulièrement puissante autour de la première racine d'une plante, on qualifie parfois la plante d'*endorhizée*. Nous avons exposé, page 39, l'usage que L. C. Richard avait cru devoir faire des noms *Endorhizés* et *Exorhizés*.

Points
de la plante
où peuvent
se former
des racines.

Les racines peuvent apparaître n'importe où sur la plante. — Dans les conditions ordinaires de la vie, elles apparaissent en des points qui sont sensiblement constants pour chaque espèce de plantes. La moindre variation de ces conditions ordinaires suffit pour provoquer des déplacements importants dans la position des racines.

Racine
primaire.
Variation
de sa position.

Dans la grande majorité des Phanérogames et dans les conditions ordinaires de la vie, la première racine de la plante apparaît de très bonne heure sur l'axe hypocotylé, soit sur ses flancs, soit sensiblement dans son prolongement. Cette position peut être modifiée à volonté dans beaucoup de plantes. Chez beaucoup d'autres, l'embryon ayant déjà ses premières racines au moment de la germination la position de celle-ci ne peut être changée, mais on peut à volonté arrêter leur développement ultérieur, et provoquer l'apparition d'autres racines.

La position de la première racine varie beaucoup d'une plante à l'autre. En comparant entre elles les figures 174, 175, dont l'une représente une germination de Melon et l'autre une germination de Radis, on pourra se faire une idée de ces variations. Dans les deux exemples ci-dessus, le point d'insertion de la première racine sur l'axe hypocotylé, est presque au point où ses tissus déchirés forment une collerette autour de la base de la racine. Dans quelques autres plantes parmi lesquelles nous citerons les *Eucalyptus*, les *Urtica*, etc (1), les tissus superficiels de l'axe hypocotylé sont de très bonne heure le siège d'un grand accroissement intercalaire longitudinal

(1) L'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé a été très bien étudiée chez les *Eucalyptus* par M. O. Lignier et chez les *Urticées* par M. A. Gravis.

localisé dans la région d'insertion de la première racine. Alors il semble que la première racine de ces plantes s'insère sur l'axe hypocotylé à une distance considérable du point où on l'en voit émerger inférieurement (1).

Quand la première racine d'une plante apparaît dans le prolongement de son axe hypocotylé, on la nomme *Racine primaire* ou *Racine principale*. — Si, dans ce cas, elle prend un grand développement, on lui donne le nom de *Pivot* (Fig. 175) (2).

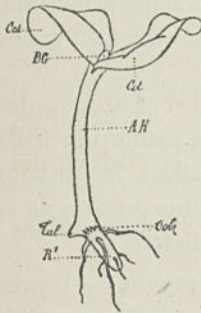


Fig. 174.

Fig. 174. — Germination de *Cucurbita Pepo* (Melon).

AH. Axe hypocotylé.

R₁. Racine principale grêle et fugace.

R_a. Racines adventives.

Tal. Talon.

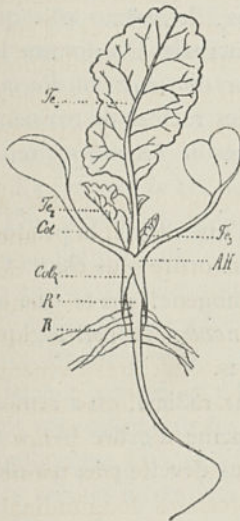


Fig. 175.

Fig. 175. — Germination de *Raphanus Sativus* (Radis).

Fe₁, Fe₂, Fe₃. Les trois premières feuilles de la tige principale.

R'. Racine principale.

R. Racines secondaires.

Les autres lettres ont la même signification que ci-dessus.

(1) L'organisation de la région d'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé chez les *Eucalyptus*, les *Urtica*, etc. permet de comprendre comment quelques auteurs ont été conduits à admettre une région de transition entre la racine principale et la tige.

(2) On nomme *racine pivotante*, toute racine de quelque ordre qu'elle soit qui jouera le rôle de pivot.

On nomme *Collet*, le point d'insertion de la racine principale sur la tige. Nous avons donné, page 39, les diverses acceptions du mot collet, et nous avons vu qu'il est préférable de ne pas employer cette expression.

Certains axes hypocotylés ne portent jamais de racines.

Racines
secondaires.

En général, les flancs de la racine principale se couvrent d'autres racines. Celles-ci sont nées dans l'intérieur des tissus de la racine principale; elles ont dû perforer ces tissus pour arriver au jour. Ces racines latérales sont disposées sur les flancs de la racine principale, en files verticales rectilignes régulièrement espacées. Il y a au moins deux de ces files chez une Phanérogame.

On nomme *Racines secondaires*, les racines qui sont nées sur les flancs d'une racine principale. — Elles diffèrent de la racine principale par leur insertion. Dans le développement régulier, les racines secondaires sont d'autant plus âgées qu'elles sont plus proches de la base de la racine principale sur laquelle elles sont insérées.

Racines
tertiaires.
Racines
de
divers ordres.

Sur les racines secondaires, naissent presque toujours d'autres racines. Ces nouvelles racines sont aussi d'origine endogène; elles jouent, par rapport aux racines secondaires, le même rôle que celles-ci jouent par rapport à la racine principale. On nomme les racines nées sur les racines secondaires, *Racines tertiaires* ou *Racines de troisième ordre*. On pourrait répéter pour les racines de troisième ordre, ce qui vient d'être dit pour les racines de second ordre, et continuer ainsi indéfiniment.

Ramification
homogène
normale
de la racine.
Ses caractères.

On nomme *Ramification homogène normale* d'une racine, la production, par cette racine, de racines latérales d'un ordre plus élevé. Ce mode de ramification est encore appelé homogène, parce que les nouvelles parties produites sont de *même nature* morphologique que les parties productrices, à l'insertion près (1).

Dans le développement régulier du système radical, on a remarqué que les racines d'ordre n nées sur une racine d'ordre $n-1$ sont d'autant plus âgées, et souvent d'autant plus développées qu'elles

(1) La racine ne se ramifie jamais dichotomiquement. On voit parfois, mais très rarement deux racines d'ordre $n+1$ s'insérer sur les flancs du point de végétation d'une racine d'ordre n , très près de son sommet. Si la racine d'ordre n cesse de croître alors que les deux racines d'ordre $n+1$ se développent, il semblera que la racine d'ordre n a donné, par dichotomie, naissance à deux racines. Ce n'est là qu'une apparence.

sont plus proches de la base de la racine d'ordre $n-1$ que l'on considère.

Très fréquemment, on voit se produire sur une racine donnée, d'ordre n , entre les racines d'ordre $n+1$ qui la couvrent déjà, de nouvelles racines disposées sans ordre. Ces dernières racines sont qualifiées d'*accidentelles* ou d'*adventives*. Ces racines adventives n'occupent aucune place déterminée sur les racines, ni entre les racines régulières. Leur formation est due uniquement à des causes physiologiques locales et accidentelles.

L'ensemble de toutes les racines d'une plante nées les unes des autres, forme le système radical de la plante, souvent désigné par le nom général de Racine.

Radicelles. On nomme *radicelles*, les petites racines quel que soit leur ordre.

Chevelu. On nomme *chevelu* l'ensemble des ramifications les plus tenues du système des racines.

Hibernation
du système
radical.

Dans les plantes annuelles, le système radical se détruit avec la plante. Dans les plantes vivaces, une grande partie du système radical se détruit au moment de la période d'hibernation. A ce moment, toutes les surfaces absorbantes se flétrissent et le système radical tout entier est comme enkysté quand arrive la saison rigoureuse. L'enkystement hivernal de son système radical permet à la plante de résister à la fois à l'excès d'humidité et à l'extrême sécheresse.

Au retour de la végétation, de nouvelles racines se forment sur ce qui a persisté du système radical pendant la période d'hibernation. — La plupart de ces nouvelles racines sont de formation adventive.

Racines
adventives
en général.

On généralise ordinairement l'expression *Racine adventive*, en l'appliquant à toute racine autre que la racine principale, qui apparaît en un point quelconque de la plante. Nous avons déjà signalé l'apparition des racines adventives sur les racines ordinaires de la plante. Très fréquemment, la racine principale d'une plante n'a qu'une existence courte et un développement très limité; dans ce cas, on voit apparaître, sur les côtés de l'axe hypocotylé de cette plante, de nombreuses racines adventives dont la place n'offre rien de constant. Ces racines adventives ont une insertion très différente de celle des racines adventives nées à la surface des racines. Leur structure est aussi fort différente; il n'y a pourtant qu'un même nom pour désigner les unes et les autres; force est, pour plus de précision, de mentionner leur point d'insertion (Fig. 176, 177).

Fig. 176.

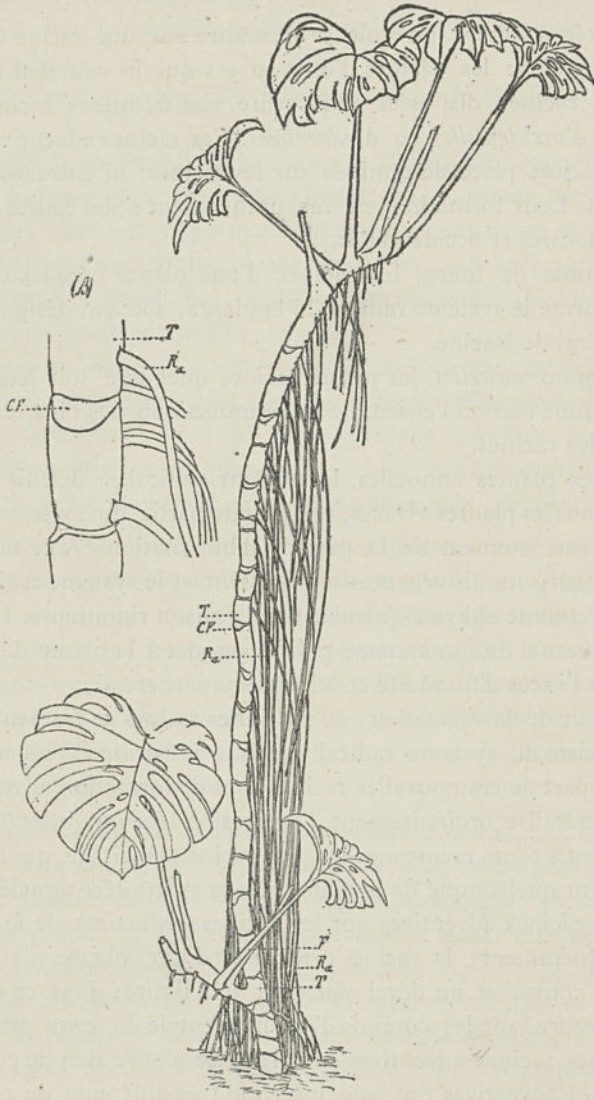


Fig. 176 (A) — Un pied de *Philodendron pertusum* couvert de racines adventives.
T. Tige.

F. Feuilles perforées.

Ra. Racines adventives.

(B). — Une portion grossie de la tige de *Philodendron pertusum*.

C. F. Cicatrice foliaire laissée par une feuille tombée.

Fig. 177.

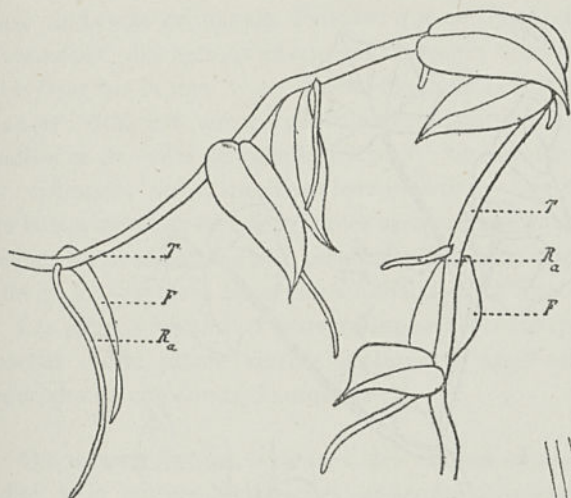


Fig. 177. — Un rameau de *Vanilla planifolia* portant des racines adventives.

T. Tige sarmenteuse.

F. Feuilles.

R_a Racines adventives. En général chaque nœud de la tige porte une feuille et latéralement à cette feuille une racine adventive.

Chacune des racines adventives de l'axe hypocotylé peut se ramifier et se développer beaucoup; chacune d'elles peut même fournir un pivot (1), (2).

Fig. 178. — Germination de *Mibora verna*.

Cette figure peut servir de type pour les plantes à racines fasciculées.

Tg₁. Tige principale.

Fe1. Feuille de la tige principale.

Tg₂. Tiges secondaires.

R₁. Racine principale.

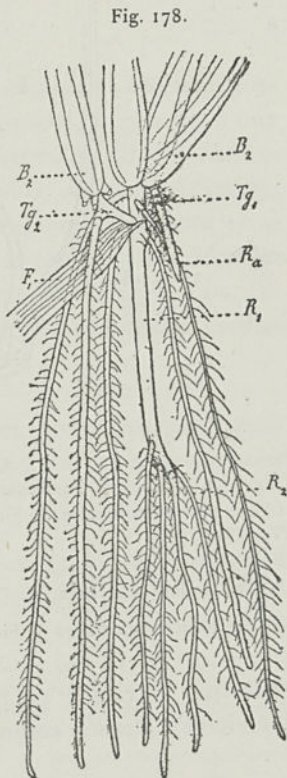


Fig. 178.

(1) Lorsque de très bonne heure dans une plante, on trouve, vers sa partie inférieure, un bouquet de racines adventives grêles, bien développées, égales entre elles et à la racine principale, la plante est dite à racines fasciculées. (Fig. 178).

(2) On qualifie de *tubéreuses*, les racines qui sont transformées en réservoir de matières alimentaires. Les racines tubéreuses sont dites :

noueuses, quand la racine porte plusieurs points de tubérisation séparées par des parties rétrécies;

sphéroïdales, quand leur partie tubérisée est sphérique;

naviformes, quand leur partie tubérisée a la forme d'un navet;

fusiformes, quand leur partie tubérisée a la forme d'un fuseau;

coniques, quand leur partie tubérisée a la forme d'un cône.

Fig. 179.

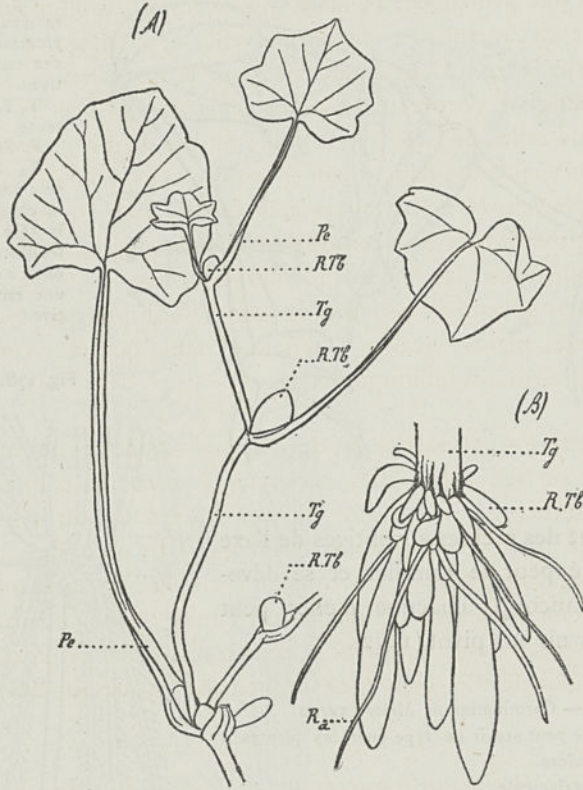


Fig. 179. — Racines tubéreuses de *Ficaria ranunculoïdes*. (Ficaire).

(A). — Racines tubéreuses de Ficaire nées sur une pousse aérienne.

Tg. Tige.

Pe. Pétiole.

R. Tb. Racines tubérisées.

(B). — Racines tubéreuses de Ficaire nées sur une pousse souterraine.

Lorsque la racine principale se détruit, cette destruction gagne généralement de son sommet vers sa base. Cette destruction s'étend

R₂. Racines secondaires groupées en faisceau vers l'extrémité inférieure de la racine principale.

R_a. Racines adventives. C'est à l'ensemble de ces racines adventives que l'on donne le nom de *racines fasciculées*.

souvent à la partie inférieure de l'axe hypocotylé et plus tard à la base de la tige principale. Pendant que ce travail de désorganisation s'accomplit, des racines adventives nouvelles apparaissent de plus en plus haut sur la tige. Ces racines, nées sur la tige et sur ses dépendances, diffèrent encore des racines adventives issues du système radical et de celles de l'axe hypocotylé ; on n'a d'autre moyen de les en distinguer qu'en spécifiant leur insertion. Les racines adventives de la tige peuvent être distribuées sans ordre ; mais parfois aussi, la plante les produit avec une certaine régularité, par exemple, quand elle les localise dans les régions nodales de sa tige.

Les racines adventives peuvent apparaître sur presque toutes les parties d'une plante vivante maintenue dans certaines conditions spéciales de chaleur et d'humidité (1).

Racines
aériennes.
Velamen.

On nomme *Racines aériennes*, des racines adventives qui apparaissent à la surface des parties aériennes de certaines plantes, à une grande distance de la surface du sol. Beaucoup de ces racines aériennes (2) n'atteignent jamais le sol, car leur point de végétation s'éteint avant qu'elles aient acquis une longueur suffisante pour cela (3). — La surface de ces racines aériennes est très ordinairement recouverte d'un tissu protecteur spécial transparent gorgé d'air. On donne le nom de *Velamen* à ce revêtement protecteur des racines aériennes.

Racines
intérieures.

On nomme *Racines intérieures*, des racines adventives qui cheminent longtemps et très obliquement dans les tissus où elles prennent naissance (4).

Fasciation
de racines.
Cladodes
de racines.

Les racines peuvent se fascier comme les tiges. — Une fasciation de racines est un *Cladode de racines* (Fig. 180).

(1) Chacun sait en effet, qu'en plaçant un rameau, un fragment de tige, de feuille ou de racine, sur la terre humide, puis recouvrant ce fragment d'une cloche, et en maintenant le tout à une température convenable, on provoque souvent la production de racines. C'est là un moyen de multiplication, très employé par les jardiniers, sous le nom de *Bouturage*.

(2) D'après le milieu dans lequel elles vivent, les racines sont qualifiées de *souterraines*, d'*aériennes*, ou d'*aquatiques*.

(3) Beaucoup de plantes à racines aériennes vivent fixées sur le tronc d'autres plantes, sans en tirer leur nourriture. On qualifie ces plantes d'*épiphytes*.

(4) On voit de très beaux exemples de ces racines intérieures chez plusieurs plantes aquatiques *Hippuris*, *Myriophyllum*, *Hottonia*, *Patamogeton*.

Fig. 180.

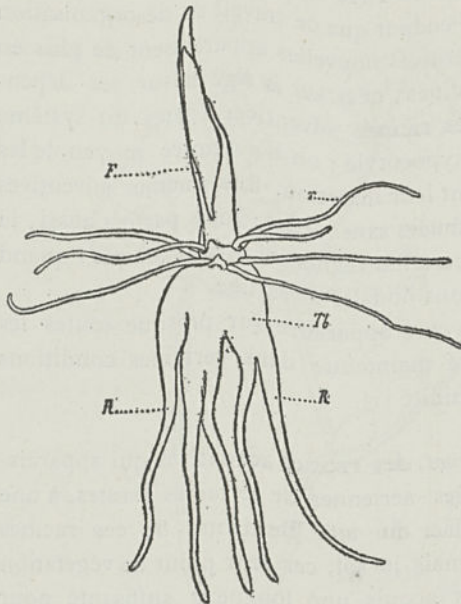


Fig. 181.

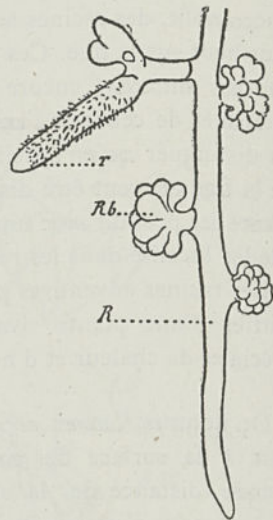


Fig. 180. — Fasciation de racines, Cladode de racines ou Bulbe de *Gymnadenia*. — La région fasciée est le siège d'une tubérisation.

F. Feuilles engaînantes enveloppant la hampe florale.

r. Racines adventives issues de la base de la hampe.

Tb. Tubercule de racines fasciées.

R. Racines du tubercule isolées.

Racines
botryoïdes.

On nomme *Racines botryoïdes*, des fasciations de racines atrophiées de bonne heure et devenues globuleuses. — Ces racines botryoïdes sont fréquentes chez les Cycadées (Fig. 181).

Fig. 181. — Racines botryoïdes de *Cycas revoluta*.

R. Racine ordinaire d'ordre quelconque.

Rb. Racines botryoïdes.

r. Petite racine mêlée à des racines botryoïdes.

Plantes arhizes

Certaines plantes Phanérogames n'ont jamais de racines. Nous avons déjà cité, d'après MM. Prillieux et Rees, l'*Epipogon Gmelini* et le *Corallorhiza* comme étant toujours dépourvus de racines. — Les plantes sans racines sont dites *Arhizes* (Fig. 182, 183).

Fig. 183.

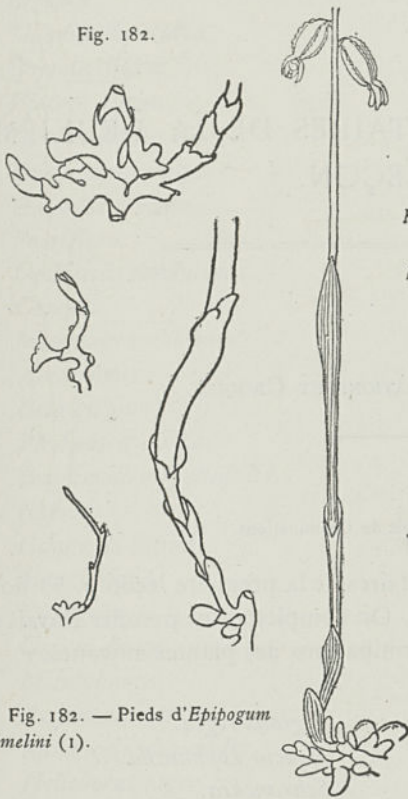


Fig. 182. — Pieds d'*Epipogum Gmelini* (1).

Fig. 183. — Un spécimen de *Corallorhiza innata* (2).

(1) D'après un croquis tiré des *Icones Floræ Germanicæ* de Reichenbach.

(2) D'après un croquis tiré du même ouvrage.

Fig. 184.

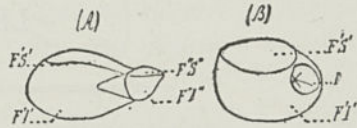


Fig. 184 (A).— *Wolffia arhiza* vue de profil.

F'S'. Face supérieure de la plante.

F'I'. Face inférieure de la plante.

F''S''. Face supérieure de la pousse suivante.

F''I''. Face inférieure de la pousse suivante.

(B). — Un autre pied de *Wolffia arhiza* vu de trois quarts.

I. Région d'insertion de la pousse sur la plante souche.

NOTES COMPLÉMENTAIRES DE LA DEUXIÈME LEÇON.

§ I. PRÉPARATIONS ET CROQUIS.

A. — Croquis de Germinations.

A la fin des notes complémentaires de la première leçon p. 53, nous avons déjà indiqué cet exercice. On complètera ce premier travail en y adjoignant les croquis des germinations des plantes suivantes :

Zamia.

Ephedra distachya.

Thuja occidentalis.

Sequoia sempervirens.

Abies Nordhmaniana.

Larix europæa.

Araucaria imbricata.

Dammara australis.

Casuarina equisetiformis.

Corylus avellana.

Quercus robur.

Castanea vesca.

Salix.

Juglans regia.

Acacia Lophantha.

Schranckia.

Lathyrus (Divers).

Vicia (Divers).

Arachis hypogæa.

Cicer arietinum.

Cerasus.

Malus communis.

Potentilla racemosa.

Calycanthus occidentalis.

Eucalyptus globulus.

Banksia.

Grevillea.

Lythrum salicaria.

Oenothera biennis.

- Hippuris vulgaris.*
Begonia.
Thladiantha dubia.
Bryonia dioïca.
Viscum album.
Daucus carota.
Peucedanum vulgare.
Œnanthe crocata.
Passiflora.
Umbilicus pendulinus.
Cereus.
Mesembryanthemum.
Amarantus.
Beta vulgaris.
Phytolacca dioïca.
Bugainvillea spectabilis.
Rheum.
Cannabis sativa.
Morus nigra.
Dorstenia.
Urtica dioïca.
Nelumbium.
Ranunculus acris.
Ranunculus aquatilis.
Helleborus niger.
Thalictrum flavum.
Menispermum cocculus.
Chelidonium majus.
Fumaria.
Brassica (1).
Drosera intermedia.
Rhus.
Ruta.
Melianthus major.
Oxalis acetosella.
Tropæolum majus.
- Polygala.*
Buxus sempervirens.
Euphorbia (Diverses).
Lavatera.
Camellia japonica.
Ilex aquifolium.
Ligustrum vulgare.
Fraxinus excelsior.
- Hypopitys glabra.*
Pyrola rotundifolia.
Plumbago.
Hottonia palustris.
Cyclamen.
Thymus serpyllum.
Tecoma radicans.
Utricularia vulgaris.
Melampyrum.
Rhinanthus Crista-Galli.
Pedicularis.
Veronica hederacea.
Datura stramonium.
Lycium barbarum.
Nicotiana tabacum.
Convolvulus scammonia.
Villarsia nymphoïdes.
Hoya carnosa.
Asperula odorata.
Sambucus nigra.
Valerianella.
Dipsacus fullonum.
Aster.
Tragopogon pratensis.
- Typha.*

(1) De préférence des Choux-Raves.

Arum vulgare.

Commelina.

Iris germanica.

Crocus.

Dioscorea.

Ruscus aculeatus.

Smilax aspersa.

Dracæna.

Lilium.

Pontederia.

Hedychium.

Ravenala.

Orchis.

Butomus umbellatus.

Alisma plantago.

Aponogeton distachyum.

Potamogeton natans.

Triticum usitatissimum.

Coix lacryma.

Scirpus lacustris.

B. — Etude d'ensemble de l'Axe hypocotylé et de la Tige principale.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'un Axe hypocotylé. — On a choisi comme exemples les Axes hypocotylés d'un Pin, du Potiron, de l'Ortie et du *Dracæna Draco*.

[a]. — Etude de l'axe hypocotylé pendant la période de repos embryonnaire.

Pour chaque exemple indiqué on fera une étude d'ensemble de l'embryon de la graine mûre en se conformant très exactement aux indications que nous avons données pages 48 et 49. — On complètera cette étude :

1. Par une section radiale d'ensemble, aussi mince que possible, de la Région gemmulaire de l'embryon pratiquée dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie d'un cotylédon.

2. Par une série de sections transversales successives d'ensemble, aussi minces que possible, pratiquées du milieu de l'Axe hypocotylé à l'extrémité de la Gemmule.

3. Par une série de sections transversales successives d'ensemble, aussi minces que possible, pratiquées du milieu de l'Axe hypocotylé à l'Extrémité radulaire de l'embryon.

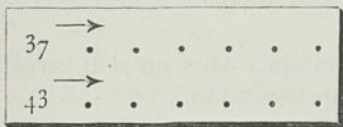
Ces deux séries de coupes transversales successives d'ensemble ont pour but de nous faire connaître 1° l'état de différenciation des tissus de l'Embryon à cette période de son développement ; 2° les rapports

des tissus de l'Axe hypocotylé avec les tissus de la Gemmule, des Cotylédons, et de la Racine principale (1).

[b]. — Etude de l'axe hypocotylé au début de la germination.

Si la plante est monocotylédonée, ou si étant dicotylédonée ses cotylédons sont hypogés, on choisira comme sujets de cette seconde étude des germinations dont la Gemmule commence à poindre entre les lèvres de la Fente gemmulaire (plante monocotylédonée) ou entre les bases écartées des cotylédons (plante dicotylédonée). — Si la plante est dicotylédonée et à cotylédons épigés, on choisira des germinations dont l'axe hypocotylé a terminé son redressement, mais dont les cotylédons ne sont pas encore écartés.

(1) Lorsqu'il y a lieu de préparer une série de sections transversales successives d'un organe, à moins que la forme extérieure de cet organe ne permette de distinguer facilement ses diverses faces en coupe transversale, on trace à sa surface, le long d'une de ses génératrices, une ligne de repère, en pratiquant une encoche tout le long de cette ligne avec un scalpel bien tranchant. S'il y a lieu, on monte alors l'objet dans la moëlle, le liège, la gélatine glycinée, la paraffine ou le collodion. Cela fait, on détache à la main ou au microtome une suite de sections transversales, aussi entières et aussi minces que possible. Si pour une raison ou pour une autre quelque coupe est défectueuse on la conservera *quand même*. La lame du rasoir avec lequel sont faites les coupes et l'objet à couper seront constamment mouillés d'alcool, ou d'un mélange d'alcool et de glycérine. Grâce à cette précaution les coupes demeureront fixées à la surface du rasoir. Sitôt faite chaque coupe sera transportée sur un slide préparé d'avance. En général quand les objets à étudier sont de petit diamètre, on place sur chaque slide de 10 à 12 gouttelettes de glycérine en disposant ces gouttelettes sur deux rangs. Chaque gouttelette recevra une seule coupe, autant que possible on placera toujours l'encoche de chaque coupe vers le bord supérieur du slide. On évitera avec soin de retourner les coupes dans le transport de la lame du rasoir au slide. Une indication manuscrite placée sur le bord droit du slide indiquera, le numéro de la première coupe, de chaque file et le sens des coupes. En examinant ensuite toutes ces coupes successivement, on observera les variations de structure que présente l'organe étudié dans toute son étendue. — On aura noté sur un cahier d'observations le sens dans lequel les coupes ont été faites dans l'organe soit en montant, soit en descendant.



Modèle adopté pour le dispositif des séries de coupes successives au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille.

Le slide pris comme exemple est le troisième d'une série quelconque.

37. Numéro d'ordre de la première coupe de la première file du slide III. — Cette première file contient les coupes, 37, 38, 39, 40, 41, 42.

43. Numéro d'ordre de la première coupe de la seconde file du slide III. — Cette seconde file contient les coupes, 43, 44, 45, 46, 47, 48.

Le numéro d'ordre inscrit en tête de la première file du slide suivant sera 49, cette file contiendra les coupes 49 à 54.

Les flèches indiquent le sens dans lequel les coupes ont été faites. Lorsque les coupes sont faites en montant c'est-à-dire de la base au sommet de l'organe, on l'indique par une flèche allant de gauche à droite \rightarrow . Réciproquement; si les coupes sont faites en descendant c'est-à-dire du sommet vers la base de l'organe on l'indique par une flèche allant de droite à gauche \leftarrow .

On étudiera l'axe hypocotylé arrivé à ce stade de développement de la manière suivante :

1. Extérieur de l'Axe hypocotylé.

L'axe hypocotylé vu de face.

Si la plante étudiée est polycotylédonée, ce dessin suffira comme dessin d'ensemble de l'extérieur. Si l'embryon est monocotylédoné ou dicotylédoné, on ajoutera au croquis précédent une vue de profil. Si l'embryon est monocotylédoné, ou s'il est décotylédoné mais à cotylédons hypogés, la vue de profil représentera l'axe hypocotylé avec son sommet enveloppé par le cotylédon ou caché entre les cotylédons, puis l'axe hypocotylé dépouillé du cotylédon unique ou de l'un des cotylédons. — Si l'embryon est dicotylédoné et à cotylédons épigés, la vue de profil représentera l'axe hypocotylé terminé par les cotylédons encore accolés, puis l'axe hypocotylé terminé par les cotylédons écartés artificiellement.

On figurera à part et en détail, grossis au besoin.

La Gemmule vue de face et vue de profil.

La Région d'insertion de la Racine principale.

Les Talons, quand ils existent.

Les Végétations diverses qui existent parfois sur les flancs de certains axes hypocotylés.

2. Sections radiales d'ensemble de la région gemmulaire de l'axe hypocotylé.

Section radiale d'ensemble pratiquée dans le plan de symétrie d'un cotylédon.

Section radiale d'ensemble pratiquée dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie d'un cotylédon.

Ces coupes ont pour but de faire connaître les divers points de végétation qui sont à la partie supérieure de l'axe hypocotylé, ainsi que les rapports de ces divers points de végétation avec l'axe.

3. S'il y a lieu. Sections radiales d'ensemble des Régions de l'axe hypocotylé où sont insérés les Talons ou d'autres excroissances de la surface.

4. Sections radiales d'ensemble de la Région d'insertion de la Racine principale sur l'axe hypocotylé.

Section radiale d'ensemble pratiquée dans le plan de symétrie des cotylédons.

Section radiale d'ensemble pratiquée perpendiculairement à la précédente.

Ces coupes radiales d'ensemble de la région radulaire de l'embryon feront connaître les rapports des tissus de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé avec les tissus de la racine principale et avec le point de végétation de cette racine.

5. Coupes transversales d'ensemble.

Coupes transversales successives d'ensemble très minces pratiquées de la région moyenne de l'axe hypocotylé jusqu'au sommet de la gemmule.

Coupes transversales successives d'ensemble très minces pratiquées de la région moyenne de l'axe hypocotylé, jusqu'à l'extrémité de sa région radulaire.

Il sera bon d'orienter toutes ces coupes transversales successives par rapport au plan de symétrie d'un cotylédon.

Ces coupes transversales complétées au besoin par un nouvel examen des coupes radiales d'ensemble (1) permettront d'étudier la différenciation et la distribution des tissus dans l'Axe hypocotylé, dans la Gemmule, et dans le point de végétation de la Racine principale.

[c]. — Etude d'ensemble de l'Axe hypocotylé à une période plus avancée du développement de la plante. — La gemmule s'est allongée et a émis plusieurs feuilles.

1. Extérieur de la plante à ce nouveau stade de développement.

En général, il suffira de représenter la plante vue de profil, c'est-à-dire telle que la voit un observateur, dont le plan de

(1) Pour permettre ce nouvel examen, les sections radiales d'ensemble devront être extrêmement fines. Au besoin ces coupes seront éclaircies par l'action d'une solution étendue de potasse ou encore par le procédé de M. Treub. Voici d'ailleurs en quoi consiste ce procédé. La préparation à éclaircir est mise dans une goutte d'eau déposée sur un slide. On saupoudre la coupe avec une petite quantité de chlorure de calcium en poudre. On chauffe jusqu'à dessiccation complète puis on lave rapidement à grande eau. L'avantage de ce procédé est de rendre plus nette les cloisons de séparation des jeunes cellules.

symétrie coïncide avec le plan perpendiculaire au plan de symétrie d'un cotylédon. — Ce croquis montrera les modifications éprouvées par la surface de l'Axe hypocotylé entre ce stade de développement et le stade étudié en [b].

Cette vue de profil sera complétée par des croquis représentant :

La Région d'insertion de la Tige principale grossie.

La Région d'insertion de la Racine principale également grossie.

2. S'il y a lieu, on fera des coupes radiales d'ensemble des régions de l'axe hypocotylé où seraient insérés des Talons ou d'autres excroissances superficielles.

3. Sections transversales d'ensemble.

Sur trois échantillons choisis parmi les mieux conformés, l'un très fort, le second très grêle, le troisième de taille moyenne, on pratiquera des sections transversales d'ensemble au milieu, au tiers et au quart supérieur de l'axe hypocotylé. — Ces coupes permettront d'apprécier les variations de structure éprouvées par l'axe hypocotylé entre le stade [b] et le stade [c] dans les régions ci-dessus mentionnées.

4. Sur ces mêmes sujets d'étude, on pratiquera des coupes transversales successives d'ensemble du quart supérieur de l'axe hypocotylé jusqu'au tiers inférieur de la tige principale (1).

Ces coupes transversales successives feront connaître :

1^o Les rapports des tissus primaires de l'Axe hypocotylé avec les tissus primaires de la Tige principale. — 2^o La structure de partie inférieure de la Tige principale. — 3^o La structure de la région d'insertion de la Tige principale sur l'Axe hypocotylé.

Sur les mêmes échantillons on pratiquera des sections transversales d'ensemble au tiers et au quart inférieur de l'axe hypocotylé.

Ces sections feront connaître les variations de structure

(1) Très exceptionnellement comme dans le Noyer, les Viciées, etc., il faudra poursuivre ces coupes successives jusqu'au huitième entre-nœud pour reconnaître les variations de structure que la partie inférieure de la tige principale peut présenter.

éprouvées par les régions inférieures de l'Axe hypocotylé entre les stades [b] et [c]. — Elles indiqueront s'il y a lieu d'entreprendre une étude approfondie de la structure de cet organe au stade considéré.

Toujours sur les mêmes échantillons on pratiquera des sections transversales successives d'ensemble du quart inférieur de l'Axe hypocotylé jusqu'au $\frac{1}{5}$ supérieur de la racine principale, lorsque cette racine est peu allongée et jusqu'au $\frac{1}{10}$ seulement de cette partie lorsqu'elle est très allongée.

Ces sections transversales successives feront connaître les variations de structure apportées *par l'âge* dans la région inférieure de l'Axe hypocotylé et les rapports des tissus de l'Axe hypocotylé et de la racine principale à ce stade de développement.

4. Sections radiales de la surface de l'Axe hypocotylé pratiquées

Vers le milieu.

Vers le tiers supérieur.

Vers le tiers inférieur.

Vers l'extrémité inférieure

de cet organe. — En général on reconnaîtra alors définitivement que le niveau où se terminent les tissus superficiels de l'axe hypocotylé est différent du niveau où ses tissus intérieurs reçoivent l'insertion des tissus intérieurs de la racine principale. — En d'autres termes, on reconnaîtra que la surface d'insertion des tissus de la Racine principale sur l'Axe hypocotylé figure une sorte de cloche plus ou moins bombée.

[d]. — Etude d'ensemble de l'Axe hypocotylé à la fin de la première période de végétation de la plante.

On fera toutes les préparations indiquées au paragraphe [c] sur des échantillons arrivés au stade de développement que nous venons d'indiquer.

Si les cotylédons étaient déjà tombés au stade de développement que nous considérons, on étudierait avec un soin particulier les cic-

trices laissées par les cotylédons. — Pour étudier ces cicatrices cotylédonaire on procéderait ainsi qu'il suit :

1. Configuration extérieure de la cicatrice cotylédonaire.
2. Section radiale de la cicatrice cotylédonaire menée dans le plan de symétrie du cotylédon.
3. Section transversale de la cicatrice cotylédonaire passant par son grand axe horizontal.

Cette dernière coupe qui donnera la variation angulaire de l'insertion du cotylédon avec l'âge n'a pas besoin d'être faite. — Cette coupe est nécessairement comprise dans la série des coupes transversales successives d'ensemble pratiquées du quart supérieur de l'Axe hypocotylé au tiers inférieur du troisième Entre nœud de la tige principale. — Ces sections en même temps qu'elles donneront la section transversale de la cicatrice cotylédonaire donneront les variations de structure subies par la partie supérieure de l'Axe hypocotylé dans l'intervalle des stades [c] et [d] (1).

4. Section de la cicatrice cotylédonaire parallèle à la surface.

[e]. — Etude d'ensemble de l'Axe hypocotylé à la fin de la deuxième période de végétation.

Cette étude ne peut se faire que chez des plantes bisannuelles, ou vivaces et à Axe hypocotylé persistant.

On fera cette étude d'ensemble en appliquant, à des Axes hypocotylés arrivés à ce stade de développement, les méthodes indiquées aux paragraphes [c], [d].

[f]. — Etude d'ensemble de l'Axe hypocotylé à la fin d'une période de végétation plus avancée.

1. A la fin de la jeunesse de la plante.
2. A l'âge adulte de la plante.
3. Pendant la vieillesse de la plante.

(1) Aux paragraphes [c], [d], [e], se rattache un sujet de Recherches qu'il serait très important d'étudier c'est « l'*Influence de la décapitation de la Gemmule sur la Structure de l'Axe hypocotylé selon l'époque à laquelle cette mutilation est pratiquée.* »

Ces trois études d'ensemble ne peuvent se faire que sur des plantes vivaces à Axes hypocotylés persistants. — Elles s'obtiennent en appliquant à des Axes hypocotylés parvenus aux stades de développement indiqués ci-dessus les méthodes décrites aux paragraphes [c], [d] (1).

Axes hypocotylés à étudier d'une manière spéciale.

<i>Cycas revoluta.</i>	<i>Baubinia.</i>
<i>Bowenia spectabilis.</i>	<i>Guilandina Bonduc.</i>
	<i>Dalbergia.</i>
<i>Taxus baccata.</i>	<i>Dolichos Lablab.</i>
<i>Podocarpus.</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
<i>Picea excelsa.</i>	<i>Hedysarum gyrans.</i>
<i>Abies nordmanniana.</i>	<i>Æschynomene.</i>
<i>Pinus sylvestris.</i>	<i>Ornithopus.</i>
<i>Araucaria.</i>	<i>Vicia sativa.</i>
<i>Dammara.</i>	
<i>Sequoia sempervirens.</i>	<i>Lathyrus odoratus.</i>
<i>Thuja.</i>	<i>Ervum Lens.</i>
<i>Juniperus communis.</i>	<i>Arachis hypogea.</i>
<i>Ephedra distachya.</i>	<i>Geum urhanum.</i>
<i>Casuarina equisetiformis.</i>	<i>Pyrus communis.</i>
	<i>Spiræa ulmaria.</i>
<i>Quercus robur.</i>	<i>Calycanthus.</i>
<i>Castanea.</i>	<i>Punica granatum.</i>
<i>Juglans regia.</i>	<i>Eugenia.</i>
	<i>Myrtus communis.</i>
<i>Acacia lophantha.</i>	<i>Melaleuca.</i>
<i>Inga.</i>	
<i>Schranckia.</i>	
<i>Mimosa.</i>	<i>Zizyphus.</i>
<i>Gleditschia ferox.</i>	<i>Rbus coriaria.</i>
<i>Cercis siliquastrum.</i>	<i>Phyllica arborea.</i>

(1) Très généralement chacune des études [a], [b], [c]..... se simplifie beaucoup à mesure que l'on passe d'un stade de développement à un stade de développement plus avancé.

- Aulax.*
Protea
Grevillea.
Hakea.
Banksia.
Eleagnus.
Daphne Mezereum.
- Cuphea silenoïdes.*
Lythrum salicaria.
Centradenia rosea.
Epilobium molle.
Oenothera biennis.
Jussieu.
Trapa natans.
Gunnera scabra.
Myriophyllum.
Callitriche verna.
Hippuris vulgaris.
- Cucumis Melo.*
Ecbalium elaterium.
Thladiantha dubia.
Begonia.
- Viscum album.*
- Daucus carota.*
Hydrocotyle.
Angelica archangelica.
- Nymphaea alba.*
- Caltha palustris.*
- Ranunculus aquatilis.*
Thalictrum flavum.
Clematis vitalba.
- Magnolia.*
Anona.
Carica papaya.
Liquidambar.
Bartonia.
Passiflora.
- Saxifraga.*
Philadelphus.
- Rochea.*
Sedum.
Cereus.
Opuntia vulgaris.
Epiphyllum.
Tetragonia.
Mesembryanthemum.
Portulaca.
Amarantus.
Basella.
Beta vulgaris.
Spinacia oleracea.
Phytolacca dioïca.
Mirabilis jalapa.
Bugainvillea.
- Urtica.*
Piper.
- Menispermum cocculus.*
Berberis vulgaris.
Papaver somniferum.
Fumaria.
Raphanus raphanistrum.
- Drosera intermedia.*
- Vitis vinifera.*

Evonymus europæus.

Sapindus.

Kæhreuteria.

Serjania.

Urvillea.

Cardiospermum halicacabum

Acer.

Æsculus.

Citrus aurantium.

Ailanthus glandulosa

Zanthoxylon.

Dictamnus.

Diosma.

Ruta graveolens.

Melianthus major.

Zygophyllum.

Oxalis.

Linum usitatissimum.

Impatiens balsamina.

Polygala vulgaris.

Buxus sempervirens.

Euphorbia (Diverses).

Ricinus communis.

Sterculia.

Malva.

Lavatera.

Camellia japonica.

Tamarix indica.

Fraxinus excelsior.

Ilex aquifolium.

Ligustrum vulgare.

Olea europæa.

Hypopitys glabra.

Pyrola rotundifolia.

Vaccinium myrtilloïdes.

Erica.

Armeria.

Statice.

Plumbago.

Theophrasta.

Ardisia crenata.

Myrsine.

Hottonia palustris.

Glaux maritima.

Cyclamen.

Lysimachia vulgaris.

Primula.

Plantago major.

Littorella lacustris.

Lycopus europæus.

Betonica alopecuros.

Stachys palustris.

Jasminum.

Justicia.

Acanthus mollis.

Gendarussa.

Ruellia.

Thunbergia.

Martynia.

Catalpa.

Bignonia.

Tecoma radicans.

Incarvillea.

Utricularia.

Orabanche minor.

Lathræa squammaria.

Melampyrum.

Pedicularis.
Euphrasia.
Digitalis lutea.
Paulownia.

Nicotiana tabacum.
Lycium barbarum.
Solanum tuberosum.
Datura stramonium.
Hyoscyamus niger.

Echium vulgare.
Anchusa.
Lithospermum.

Cuscuta major.
Convolvulus soldanella.
Ipomæa purgas.
Dichondra.
Cobæa scandens.

Menyanthes trifoliata.
Villarsia nymphoïdes
Erythræa.
Hoya carnosa.
Stapelia.
Periploca.
Nerium oleander.

Galium.

Sambucus nigra.
Viburnum opulus.
Lonicera caprifolium.
Centranthus ruber.
Valerianella.
Dipsacus fullonum.

Erigeron canadense.
Tagetes.
Artemisia.
Senecio.
Lappa major.
Lactuca.
Tragopogon pratensis.
Helianthus major.
Lobelia.
Wahlenbergia.
Campanula.

Lemna.
Aponogeton distachyum.
Potamogeton natans.
Alisma plantago.
Sagittaria sagittæfolia.
Butomus umbellatus.
Hydrocharis morsus-ranæ.

Neottia nidus-avis.
Vanilla.
Orchis.

Canna indica.
Thalia dealbata.
Zingiber.

Pontederia crassipes.
Dyckia remotiflora.
Pitcairnia.

Commelyna.
Tradescantia.
Juncus.

Iris pseudo-acorus.
Crocus sativus.

<i>Tamus communis.</i>	<i>Typha.</i>
<i>Dioscorea Batatas.</i>	<i>Sparganium ramosum.</i>
<i>Lilium.</i>	<i>Arum.</i>
<i>Phormium.</i>	<i>Acorus calamus.</i>
<i>Asparagus officinalis</i>	
<i>Ruscus aculeatus.</i>	<i>Cyperus.</i>
<i>Polygonatum vulgare</i>	<i>Carex.</i>
<i>Paris quadrifolia.</i>	<i>Zea Maïs.</i>
	<i>Arundo phragmites.</i>
<i>Phœnix dactylifera.</i>	<i>Stipa.</i>
<i>Chamædorea.</i>	<i>Bambusa.</i>
	<i>Avena</i>
<i>Pandanus.</i>	<i>Mibora.</i>

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'une Tige principale. — On a choisi comme exemple les tiges principales de *Bowenia*, du Sapin, d'un *Casuarina*, de l'Ortie commune, du Frêne, du Noyer, du *Dracæna Draco*.

[a]. — Etude d'ensemble de la Tige principale pendant la période de repos embryonnaire.

1. Extérieur de la Gemmule.

La Gemmule vue de profil.

La Gemmule vue de face.

2. Ensemble du point de végétation de l'Axe de la Gemmule (1).

3. Sections radiales d'ensemble de la Gemmule.

Section radiale d'ensemble de la Gemmule pratiquée dans le plan symétrie d'un cotylédon.

Section radiale d'ensemble de la Gemmule pratiquée dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie d'un cotylédon.

Ces sections radiales d'ensemble feront connaître la configu-

(1) Cette préparation se fait sous la loupe en enlevant à l'aide d'aiguilles montées les appendices qui recouvrent l'axe de la Gemmule. — Très généralement il conviendra d'éclaircir le point de végétation isolé par l'action d'une solution de potasse caustique à 10 pour cent. — Très généralement aussi cette seconde série de préparations sera plus facile à faire après les sections radiales d'ensemble de la Gemmule.

ration spéciale du point de végétation terminal de la tige principale. On reconnaîtra ainsi que, dans beaucoup de cas, le point de végétation de la tige principale à ce stade de développement est concave au lieu d'être convexe.

Section radiale mince du point de végétation terminal de la tige principale (1).

4. Sections transversales d'ensemble de la Gemmule.

Une série de sections transversales successives d'ensemble aussi minces que possible, pratiquées du quart supérieur de l'Axe hypocotylé au sommet de la Tige principale.

Ces sections successives feront connaître : 1^o Les rapports des tissus de l'Axe hypocotylé avec les tissus de la Gemmule ; 2^o La Vernation et la Préfoliation des feuilles dans le Bourgeon gemmulaire ; 3^o L'état de différenciation des tissus dans le point de végétation de la tige principale à ce stade de développement.

[6]. — Etude d'ensemble de la Tige principale lors de son élongation, au moment de l'émission de la troisième feuille.

1. Extérieur de la Tige principale.

La Tige principale vue de profil.

La Tige principale vue de face.

On représentera suffisamment amplifiés.

La Région d'insertion de la Tige principale sur l'Axe hypocotylé.

Le Bourgeon terminal de la Tige principale.

Les principaux bourgeons axillaires de cette même tige.

2. Étude détaillée de la Région d'insertion de la Tige principale sur l'Axe hypocotylé. — Nous avons indiqué p. 220 la méthode qu'il convient de suivre pour faire cette étude.

(1) Pour obtenir facilement cette section, on se trouvera bien de couper la Gemmule sans l'isoler des Cotylédons. Certains auteurs conseillent de laisser macérer les embryons dans l'alcool absolu pendant quelques jours et de les monter dans du collodion avant de les couper.

3. Sections transversales d'ensemble.

Une série de sections transversales successives d'ensemble pratiquées du quart supérieur de l'Axe hypocotylé au tiers inférieur du troisième entre-nœud de la Tige principale (1).

Ces coupes donneront : la structure de la région inférieure de la Tige principale ; les variations de cette structure dans les régions nodales et intra-nodales successives ; les rapports des tissus primaires de la Tige principale avec les tissus primaires de l'Axe hypocotylé.

4. Etude d'ensemble du bourgeon terminal de la Tige principale.
— Cette étude comporte l'examen des points suivants :

α. — Extérieur du bourgeon terminal. — S'il y a lieu, on figurera plusieurs profils de ce bourgeon, et la configuration qu'il présente quand on le regarde par le sommet.

β. — Le point de végétation du bourgeon terminal dépouillé de ses feuilles protectrices et isolé. — Ce point de végétation, isolé sous la loupe à l'aide d'aiguilles montées, sera figuré vu de profil ; s'il y a lieu on prendra plusieurs de ces profils ; puis on le figurera vu par le sommet. Cette dernière figure sera de préférence obtenue en copiant à la chambre claire une coupe tangentielle du sommet du point de végétation. Cette coupe tangentielle spéciale se trouve comprise dans les séries de coupes transversales de l'axe du bourgeon qui sont indiquées ci-après.

γ. — Sections transversales successives d'ensemble pratiquées du tiers supérieur du troisième entre-nœud de la Tige princi-

(1) Si les entre-nœuds successifs de la partie inférieure de la tige principale sont longs c'est-à-dire si leur longueur est plus grande que trois fois leur diamètre on peut simplifier un peu ce dernier travail en procédant comme il suit :

¹° On pratiquera une première série de sections transversales successives d'ensemble du quart supérieur de l'Axe hypocotylé au tiers inférieur du premier entre-nœud de la Tige principale.

²° On pratiquera une deuxième série de sections transversales successives d'ensemble du quart supérieur du premier entre-nœud de la Tige principale au quart inférieur du second entre-nœud.

³° On pratiquera une troisième série de sections transversales successives d'ensemble du quart supérieur du second entre-nœud au quart inférieur du troisième entre-nœud.

Il faut avoir soin quand on emploie cette méthode abrégée de vérifier chaque fois que les premières coupes de chaque série sont identiques aux dernières coupes de la série précédente.

pale au sommet du bourgeon terminal (1). — L'examen de ces sections transversales successives d'ensemble fera connaître : 1° Les rapports des tissus de la région inférieure de la Tige principale avec les tissus de son bourgeon formateur. 2° La distribution des tissus primaires dans la région de la Tige principale supérieure au troisième entre-nœud. 3° La différenciation des tissus de la Tige principale dans cette même région. 4° La vernation des feuilles qui forment le bourgeon terminal à divers niveaux de ce bourgeon. 5° La préfoliation de ces feuilles. 6° La structure des feuilles de ce bourgeon à divers niveaux de ces feuilles (2). — Après un premier examen de l'ensemble de cette série de coupes transversales successives, il y a souvent lieu de refaire certaines coupes spéciales de manière à les obtenir plus fines et plus nettes. Au nombre de celles-ci se trouve en particulier la coupe transversale qui contient le sommet plus ou moins aplati du point de végétation. Cette coupe qui est souvent très sensiblement parallèle à la surface terminale du point de végétation est parfois désignée sous le nom de coupe tangentielle de ce point de végétation.

Pour ces coupes transversales successives d'ensemble, on se trouve également bien de prendre des bourgeons très frais et bien vivants, ou bien des bourgeons qu'on a laissé macérer dans l'alcool très fort. Ces derniers ont sur les autres l'avantage de se monter également bien dans la gélatine et dans le collodion, et surtout de ne point engluer les rasoirs de substances gommeuses ou résineuses lorsqu'on les coupe. Les premiers ont sur les seconds l'avantage de présenter des parties aussi peu déformées que possible, si l'on a soin surtout de placer les préparations dans de l'eau sucrée à 5 p. $\%$.

2. — D'après les indications fournies par l'examen des coupes transversales, et seulement après cet examen, on déterminera

(1) En général il sera possible d'arrêter cette série de coupes au tiers supérieur du bourgeon terminal.

(2) Comme les feuilles intérieures du bourgeon sont plus jeunes que les extérieures, on obtient ainsi de précieuses données sur la variation de structure des feuilles, avec l'âge, avec la position qu'elles occupent, et avec le degré de développement que ces parties sont appelées à prendre.

le nombre et la direction des sections radiales qu'il conviendra de pratiquer dans le point de végétation du bourgeon terminal.

5. Etude d'ensemble des bourgeons axillaires des cotylédons, et des bourgeons axillaires des premier, second et troisième nœuds de la Tige principale. — Pour la facilité de l'exposition, considérons isolément l'un de ces bourgeons. Les autres seront examinés de la même manière. — Nous prendrons comme exemple le bourgeon axillaire du deuxième nœud de la Tige principale.

Les sections transversales successives d'ensemble pratiquées antérieurement dans la deuxième région nodale de la Tige principale, nous ont déjà fourni ou peuvent nous donner immédiatement quelques indications: 1° Sur la position du bourgeon axillaire que nous allons étudier. 2° Sur son degré de développement actuel. 3° Sur la vernation de ses feuilles. Ce premier examen terminé, on procède à l'étude du bourgeon axillaire comme il suit :

α. Extérieur du bourgeon axillaire. — On figurera ce bourgeon vu de profil, l'observateur étant d'abord placé dans l'axe de la tige principale, et regardant le bourgeon ; puis l'observateur étant placé hors de la tige principale de telle manière que son plan de symétrie contienne l'axe de la tige principale et l'axe du bourgeon axillaire, le bourgeon axillaire étant alors entre la tige principale et l'observateur ; enfin, en troisième lieu, l'observateur étant placé de telle manière que son plan de symétrie soit perpendiculaire au précédent tout en passant par l'axe du bourgeon axillaire. S'il y a lieu, on pourra joindre à ces trois profils, la configuration du bourgeon axillaire vu par le sommet.

β. — Le point de végétation du bourgeon axillaire dégagé de ses écailles ou feuilles enveloppantes et isolé. — Ce point de végétation préparé sous la loupe à l'aide d'aiguilles montées sera figuré vu de profil (1) puis vu par le sommet. Cette dernière figure sera de préférence obtenue en copiant à la chambre claire une coupe tangentielle de ce point de végétation.

(1) S'il y a lieu on prendra plusieurs de ces profils.

7. — Sections transversales successives d'ensemble du bourgeon axillaire, pratiquées en descendant du sommet de ce bourgeon au quart supérieur du deuxième entre-nœud de la tige principale. Ces sections seront pratiquées transversalement à l'axe du bourgeon axillaire.

8. — Section radiale d'ensemble du bourgeon axillaire pratiquée dans un plan défini par l'axe de la tige principale et l'axe du bourgeon axillaire. Cette section rencontrera les tissus de la Tige principale en même temps que les tissus de l'axe du bourgeon et fera connaître partiellement la structure radiale de ces organes (1) (2). — Les coupes transversales indiquées en 7 auront appris, s'il y a lieu de pratiquer d'autres coupes radiales spéciales du bourgeon axillaire, et les directions qu'il convient de donner à ces sections.

Quel que soit le nœud que l'on considère, on étudiera les bourgeons axillaires médians ou latéraux de cette même manière.

6. Sections radiales d'ensemble de la tige principale. — Le nombre et la direction de ces sections radiales seront déterminés par l'examen des séries de sections transversales indiquées aux paragraphes 3, 4 et 5, pages 229 et suivantes.

La plupart de ces sections radiales n'auront en vue que la préparation de la section d'un élément anatomique déterminé dans une direction déterminée.

[c]. — Etude d'ensemble de la Tige principale au milieu de sa première période de croissance.

1 et 2. On étudiera l'extérieur de la Tige principale parvenue à ce stade de développement, et ses rapports avec l'axe hypocotylé comme il est dit au stade [b]. On ajoutera aux indications qui précèdent le

(1) Cette coupe radiale n'est possible qu'à la condition que l'axe de la Tige principale et l'axe du bourgeon axillaire soient dans un même plan.

(2) Très généralement l'ensemble des coupes radiales des bourgeons axillaires successifs des premiers entre-nœuds d'une tige principale suffiront à faire connaître la structure radiale de cette tige sans qu'il soit nécessaire de faire de nouvelles coupes radiales.

Diagramme ou la *Projection horizontale* de la distribution des feuilles sur la surface de la tige (1).

3. Sections transversales d'ensemble.

On pratiquera une section transversale d'ensemble en chacun des points suivants :

a, Au quart supérieur de l'Axe hypocotylé.

b, Au quart inférieur, au milieu et au quart supérieur du premier entre-nœud de la Tige principale.

c et *d*, Au quart inférieur, au milieu et au quart supérieur du second et du troisième entre-nœud de la Tige principale.

Ces coupes permettront de juger *grosso modo* de la variation de structure que l'âge apporte à ces niveaux dans la Tige principale dans l'intervalle des stades [*b*] et [*c*]. Si les variations de structure apportées par l'âge sont très faibles, on pourra se contenter des résultats fournis par l'examen de ces quelques coupes transversales. Dans le cas contraire il sera nécessaire de pratiquer des séries de coupes transversales successives d'ensemble aux niveaux où d'importantes variations de structure auront été constatées. Chacune de ces séries de coupes transversales successives sera limitée inférieurement et supérieurement par les régions les plus proches qui auront conservé la structure qu'elles avaient au stade [*b*].

On ajoutera à ce qui précède : Une série de sections transversales successives d'ensemble de la Tige principale du quart supérieur du troisième entre-nœud au quart inférieur du huitième entre-nœud, si les entre-nœuds sont longs. Si les entre-nœuds de la Tige étaient courts, on prendrait comme

(1) Pour établir ces *Diagrammes foliaires*, on admet que la Tige considérée est parfaitement conique et verticale, puis on projette le centre des points d'insertion des feuilles qui couvrent la surface de la tige sur un plan horizontal mené par le centre d'insertion du ou des cotylédons. La projection du sommet de la tige sur ce diagramme en marque le centre. On désigne ce point par les lettres C ou S. Le point projetant chaque feuille est désigné par le numéro que la feuille porte sur la tige. — Les feuilles d'une Tige principale sont numérotées de bas en haut. A chaque pousse on reprend la série à partir de 1. Le numéro de la série est placé en exposant à côté du chiffre qui indique le numéro de la feuille. Ainsi 5² indique la cinquième feuille de la seconde pousse. — Lorsqu'il s'agit de numérotter des appendices verticillés, on adopte le mode de notation que nous avons employé dans les figures 56, 57, 58. — La seule difficulté qu'on rencontre pour numérotter les appendices d'une Tige principale provient de ce que dans un certain nombre de ces tiges le bourgeon terminal ne se caractérise pas comme bourgeon hibernant et qu'alors il est très difficile et parfois même impossible de savoir où commence et où finit une pousse.

limite supérieure de cette série de coupes le milieu de son treizième entre-nœud. — En général lorsque les entre-nœuds de la Tige principale sont allongés, on pourra appliquer à ces séries de coupes successives, la méthode des séries abrégées en procédant comme il est dit page 229, et en se bornant à l'examen des régions nodales 3, 4, 5, 6, 7, 8.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble du sommet du bourgeon de la Tige principale jusqu'au milieu de son cinquième entre-nœud supérieur.

3 et 4. On étudiera le bourgeon terminal de la tige principale et ses principaux bourgeons axillaires d'après les méthodes indiquées pages 229 et 231. — Si comme il arrive chez un grand nombre de plantes herbacées annuelles ou à tiges principales annuelles, les bourgeons axillaires se développent immédiatement en tiges secondaires, les tiges secondaires seront étudiées d'après la méthode que nous indiquons plus loin.

5. Sections radiales d'ensemble de la Tige principale.

Il sera procédé pour ces coupes radiales d'ensemble comme il est dit au stade [b].

[d]. — Etude d'ensemble de la Tige principale à la fin de sa première période de végétation.

On étudiera la tige principale parvenue à ce stade de développement d'après la méthode indiquée pour le stade [c]. On ajoutera aux séries de sections transversales successives d'ensemble précédemment spécifiées deux séries nouvelles; la première comprenant de cinq à douze entre-nœuds vers le tiers inférieur de la Tige principale, la seconde comprenant le même nombre d'entre-nœuds vers le tiers supérieur de la Tige. Le nombre des entre-nœuds sera déterminé chaque fois d'après la longueur relative des entre-nœuds (1). Si les feuilles de la Tige principale sont caduques, on étudiera les cicatrices qu'elles ont

(1) Si la Tige principale étudiée est annuelle, on choisira de préférence pour faire ce travail des échantillons qui commencent à jaunir. Si la Tige principale devait se terminer par un bourgeon hibernant on attendrait que ce bourgeon eût pris son faciès d'hibernation. — Si la Tige principale n'est pas terminée par un bourgeon hibernant on étudiera cette tige lorsque sa végétation paraît ralentie.

laissées à la surface de la Tige en se conformant à la méthode que nous avons indiquée pour l'étude des cicatrices cotylédonaire.

[*e*]. — Étude d'ensemble de la Tige principale au début, au milieu et à la fin de sa deuxième période de végétation.

1. Extérieur de la Tige principale aux trois stades indiqués.

Il suffira généralement de donner à chacun de ces stades un croquis de l'extérieur de la plante vue de profil. On représentera à côté de ces profils et grossis :

La région d'insertion des cotylédons.

La région d'insertion de la pousse de seconde année sur la pousse de première année.

Le bourgeon terminal de la tige et ses principaux bourgeons axillaires.

La région d'insertion de la pérule.

2. Etude détaillée de la région d'insertion de la Tige principale sur l'Axe hypocotylé.

On suivra dans cette étude la méthode indiquée page 220.

3. Sections transversales d'ensemble.

On pratiquera les sections transversales isolées et les séries de sections transversales indiquées aux stades [*b*], [*c*], [*d*]. — A ces premières sections transversales d'ensemble on ajoutera lorsque la plante a atteint le milieu de sa seconde période de végétation :

1^o Une série de sections transversales successives d'ensemble s'étendant du milieu de l'avant-dernier entre-nœud supérieur *allongé* de la pousse de première année au tiers inférieur du cinquième entre-nœud inférieur *allongé* de la pousse de seconde année. On pourra généralement employer la méthode des séries abrégées pour les trois derniers entre-nœuds.

2^o Une série de sections transversales successives d'ensemble comprenant de cinq à douze nœuds vers le tiers inférieur de la pousse de seconde année.

3^o Une série de sections transversales successives d'ensemble comprenant cinq nœuds vers le tiers supérieur de la pousse de seconde année.

4. Etude d'ensemble du bourgeon terminal de la pousse de seconde année.

On appliquera à ce bourgeon la méthode que nous avons indiquée page 229.

5. Etude d'ensemble des principaux bourgeons axillaires de la pousse de première année.

5 (*bis*). Etude des principaux bourgeons axillaires de la pousse de seconde année.

On appliquera à l'étude de ces bourgeons axillaires la méthode que nous avons indiquée page 231.

6. Sections radiales d'ensemble. — Ces sections sont déterminées comme il est dit aux stades [b], [c], [d].

7. Etude spéciale des cicatrices laissées à la surface de la Tige principale par la chute des feuilles caduques.

On appliquera à l'étude de ces cicatrices la méthode que nous avons indiquée page 222.

L'étude de la pousse de seconde année, pratiquée d'après la méthode que nous venons d'indiquer, fournira les premières indications sur l'accroissement diamétral des tiges principales vivaces. — Les tiges principales bisannuelles ayant très généralement une pousse de seconde année très différente de la pousse de première année, il y aura lieu dans ces cas d'examiner d'une manière très détaillée, les régions des pousses de première et de seconde année dont nous recommandons l'étude à chacun des trois stades indiqués.

[f]. — Étude d'ensemble d'une Tige principale vivace au début, au milieu et à la fin d'une même période de végétation vers le milieu de la jeunesse de la plante (1).

On appliquera à l'étude des tiges principales parvenues à ce stade de leur développement les méthodes indiquées aux stades [b], [c], [d], [e], en étendant aux pousses de troisième, quatrième, cinquième année, etc., considérées isolément les méthodes que nous avons indiquées en [e] pour l'étude des pousses de seconde année. — On

(1) La fin de la période d'enfance d'une plante dont la tige principale est vivace se reconnaît extérieurement à ce caractère que les tissus superficiels de la tige se déchirent et que sa surface commence à s'exfolier régulièrement.

étudiera chaque fois d'une manière particulière et en leur appliquant les méthodes que nous avons indiquées : 1^o Le bourgeon terminal et les principaux bourgeons axillaires de chaque pousse ; 2^o Les régions qui marquent le commencement et la fin de chaque pousse (1) ; 3^o L'accroissement diamétral de la tige ; 4^o Les débuts de la décortication des tissus superficiels de la Tige. — En général il sera possible d'abrèger beaucoup les séries des coupes transversales indiquées dans les premières pousses parce que la structure des tissus profonds de la tige principale et leurs rapports ne varie guère dès que la plante a dépassé un certain stade de développement. Toutes les fois qu'en étudiant une tige principale, on trouvera identité de structure à un même niveau à des phases éloignées du développement, il suffira aux phases suivantes de remplacer la série des coupes successives indiquées par quelques coupes transversales d'ensemble plus ou moins écartées. Pages 229 et 234 ; nous avons donné des exemples d'abrèvements de cette sorte. Un coup d'œil suffit alors pour reconnaître si pendant le temps écoulé entre deux phases déterminées du développement de la tige, il s'est produit quelques variations intéressantes dans la structure des tissus intérieurs de la tige.

L'étude plus spéciale de l'accroissement diamétral de la tige que nous mentionnons, exigera l'examen des points suivants :

1^o La délimitation des régions où apparaissent les zones génératrices qui provoquent l'accroissement diamétral.

2^o L'origine de ces zones génératrices.

3^o Leur mode de fonctionnement.

4^o La nature et la position des produits secondaires auxquels elles donnent naissance.

5^o Dans les cas très fréquents où ces tissus secondaires sont intercalés entre des tissus antérieurs, il faut examiner ce que deviennent ces tissus antérieurs ; et si certains d'entre eux sont exfoliés, le mécanisme de cette exfoliation.

L'étude spéciale de la décortication de la tige principale exige :

(1) Ces régions sont reconnaissables extérieurement au rapprochement des cicatrices laissées à la surface de la tige par les écailles perulaires du bourgeon terminal.

1^o La délimitation des zones génératrices qui provoquent la décortication.

2^o La détermination de l'origine de ces zones.

3^o Leurs modes de fonctionnement.

4^o La nature et la position des produits isolants auxquels elles donnent naissance.

5^o Les transformations que subissent les tissus isolés, pendant que se fait leur isolement, puis après que leur isolement est complet.

6^o Le mécanisme de la chute des tissus isolés (1) (2).

[g]. — Étude d'ensemble de la Tige principale d'une plante adulte:

1^o au début,

2^o au milieu,

3^o à la fin

d'une même période de végétation.

1. Etude d'ensemble des trois dernières pousses de la tige principale.

On appliquera à l'ensemble de ces trois pousses les méthodes d'étude que nous avons indiquées pour les stades [e], [f]. — Cette étude fera connaître l'état jeune des parties formées pendant l'âge adulte de la plante (2).

2. Etude d'ensemble de trois pousses consécutives de la Tige principale, ces trois pousses étant prises :

1^o Parmi les pousses formées vers le milieu de l'âge adulte de la plante.

2^o Parmi les pousses formées au début de cette période.

3^o Parmi les dernières pousses formées pendant la jeunesse de la plante.

4^o Parmi les pousses formées vers le milieu de la jeunesse de la plante.

5^o Parmi les pousses formées lors de la première jeunesse de la plante.

(1) Les plaques ou lamelles formées par les tissus exfoliés superficiels d'une tige ou de tout autre partie de la plante sont désignées dans leur ensemble sous le nom de *Rhytidome*.

(2) Si la pousse doit se transformer en organe d'hibernation, rhizome ou tubercule, on appliquera encore la même méthode. On mentionnera plus particulièrement, le mécanisme de la tubérisation, les régions où elle se localise et la nature des substances de réserve emmagasinées.

6° Du milieu de l'axe hypocotylé au milieu de la pousse de seconde année.

Comme ci-dessus, on appliquera à l'ensemble de ces trois pousses les méthodes que nous avons indiquées aux stades [e], [f]. — Très généralement il sera possible de simplifier beaucoup ces études d'ensemble parce que la disposition et la structure des tissus intérieurs de la tige principale ne changent plus après la période de première jeunesse et aussi parce que le mode de production, la nature et les rapports des tissus secondaires produits dans le cours de chaque nouvelle période de végétation deviennent également très constants. — Ces études feront connaître les transformations que l'âge apporte dans les parties de la plante formées dans sa jeunesse.

On s'attachera dans ces études d'ensemble à bien faire connaître : le mode d'accroissement des diverses régions de la Tige principale ; le mode de décortication de ses divers régions ; les hypertrophies et les nécroses qui peuvent atteindre ses diverses parties.

3. Etude d'ensemble de chacune des régions ayant présenté quelques particularités intéressantes dans les stades antérieurs.

[h]. — Étude d'ensemble de la Tige principale d'une plante parvenue à l'âge sénile :

- 1° au début,
 - 2° au milieu.
 - 3° à la fin
- d'une même période de végétation.

On procèdera comme il est indiqué aux stades [g], en étendant aux parties formées pendant l'âge adulte les études d'ensemble qui n'étaient indiquées que pour les parties formées pendant la jeunesse. — Les parties inférieures de la tige présenteront de nombreux exemples de nécrose que l'on étudiera plus spécialement.

C. — Étude d'ensemble d'une Tige secondaire.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'une Tige secondaire. On a choisi comme exemple les tiges secondaires d'un Thuia, d'un Pin, d'un Sapin, d'un Casuarina, d'un Frêne.

Pour obtenir des résultats comparables sur les diverses Tiges secondaires que l'on va étudier, il faudra ne considérer que des tiges secondaires nées sur des pousses de même ordre des tiges principales et dans les mêmes régions de ces pousses. Il faudra de même spécifier chaque fois la nature particulière du bourgeon qui a donné naissance à la tige secondaire étudiée.

[a]. — Etude d'ensemble du bourgeon axillaire qui produira la Tige secondaire.

On suivra dans cette étude la marche que nous indiquons plus loin dans l'étude d'ensemble des bourgeons d'une plante.

[b]. — Etude d'ensemble de la pousse de première année de la tige secondaire :

1^o au début,
2^o au milieu,
3^o à la fin
de sa première période de végétation.

1. Extérieur de la pousse.

La pousse vue de profil :

1^o par un observateur placé dans l'axe de la Tige principale.

2^o par un observateur placé de telle manière que son plan de symétrie contienne l'axe de la Tige secondaire et l'axe de la Tige principale, la Tige secondaire étant entre l'observateur et la Tige principale.

3^o par un observateur dont le plan de symétrie contient l'axe de la tige secondaire et qui est perpendiculaire au plan défini ci-dessus.

Diagramme de la distribution des appendices à la surface de la pousse.

2. Étude d'ensemble du bourgeon terminal de la pousse.

Cette étude sera faite en se conformant à la méthode que nous avons indiquée page 229.

3. Étude d'ensemble des principaux bourgeons axillaires de la pousse.

Cette étude sera faite en appliquant à ces bourgeons la méthode que nous avons indiquée page 231.

4. Sections transversales d'ensemble de la pousse.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble comprenant de cinq à douze nœuds consécutifs vers le tiers inférieur de la pousse.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble comprenant de cinq à douze nœuds consécutifs vers le tiers supérieur de la pousse.

Ces sections feront connaître la structure de la pousse.

5. Étude d'ensemble des rapports de la Tige secondaire avec la Tige principale.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble de la tige secondaire du milieu du cinquième entre-nœud inférieur de cette tige au milieu de l'entre-nœud de la tige principale qui porte la tige secondaire. — Dans l'étendue de la tige secondaire, les sections seront transversales à l'axe de cette tige. — Dans l'étendue du demi entre-nœud de la tige principale, les sections seront transversales à l'axe de la tige principale. — Dans l'étendue de la région nodale il est nécessaire pour apprécier la direction qu'il convient de donner aux coupes d'examiner chaque coupe avant de faire la coupe suivante.

6. Sections radiales d'ensemble.

Au paragraphe 3, nous avons indiqué plusieurs de ces coupes radiales d'ensemble. — Les sections transversales d'ensemble indiquées aux paragraphes 4 et 5, feront connaître s'il y a lieu de pratiquer d'autres coupes radiales et la direction qu'il convient de donner à ces coupes.

[c]. — Étude d'ensemble d'une Tige secondaire sensiblement équivalente à la précédente et contemporaine de celle-ci, lorsqu'elle est parvenue :

- 1^o au début,
- 2^o au milieu,
- 3^o à la fin

de sa seconde période de végétation.

La pousse de seconde année de la tige secondaire et ses rapports avec la pousse précédente seront étudiés d'après la méthode indiquée

page 235, pour l'étude de la pousse de seconde année de la tige principale.

La pousse de première année de la tige secondaire sera étudiée comme il est dit ci-dessus, abstraction faite du paragraphe 2.

[d]. — Étude d'ensemble d'une Tige secondaire sensiblement équivalente à celles qui précèdent, et de même âge que celles-ci, lorsqu'elle est parvenue :

1^o au début,

2^o au milieu,

3^o à la fin

d'une même période de végétation, pendant la jeunesse de la plante, et à la fin de sa jeunesse.

La pousse de première année sera étudiée d'après la méthode indiquée page 240.

Les pousses de seconde, de troisième... de n^{ième} année seront étudiées comme il est dit page 235.

[e]. — Étude d'ensemble d'une Tige secondaire sensiblement équivalente à celles qui précèdent, lorsqu'elle est parvenue :

1^o au début,

2^o au milieu,

3^o à la fin

d'une même période de végétation, pendant l'âge adulte, puis pendant l'âge sénile de la plante.

Les rapports de ces tiges secondaires avec la tige principale seront étudiés d'après la méthode indiquée page 241. — L'accroissement diamétral de ces tiges secondaires et leur décortication seront étudiés d'après la méthode indiquée page 237. Les autres parties des tiges secondaires seront étudiées d'après la méthode indiquée page 240 (1).

D. — Étude d'ensemble d'une Tige axillaire d'ordre quelconque.

Cette tige sera étudiée d'après la méthode indiquée au paragraphe C pour l'étude des tiges secondaires. On remplacera dans cette méthode les expressions tige secondaire par tige axillaire d'ordre n et tige principale par tige axillaire d'ordre $(n - 1)$.

(1) Toutes les tiges secondaires à quelque niveau qu'elles soient insérées, même celles qui sont nées à l'aisselle des cotylédons seront étudiées d'après cette même méthode

E. — Étude d'ensemble d'une Tige d'origine dichotome.

[a]. — Étude d'ensemble du bourgeon qui donne naissance au système dichotome.

Cette étude se fait d'après la méthode que nous avons indiquée page 229. On attachera une importance spéciale à la préparation du point de végétation en voie de dichotomie, et à la coupe radiale d'ensemble de ce point de végétation dans le plan de la dichotomie.

[b]. — Étude d'ensemble des deux pousses issues de la dichotomie d'un point de végétation aussi identique que possible au précédent:

1^o au début,

2^o au milieu,

3^o à la fin

de leur première période de végétation.

Cette étude se fera pour chaque branche d'après les méthodes indiquées pages 228, 232, 235. On accordera une importance très grande à l'étude des rapports des branches dichotomes entre elles et avec la tige souche. Ces rapports seront déterminés en appliquant à la tige mère et à ses branches la méthode indiquée page 229 pour étudier les rapports de l'axe hypocotylé et de la tige principale.

Les autres études d'ensemble des tiges d'origine dichotome seront les mêmes que celles que nous avons consignées dans les paragraphes [c], [d], [e], page 242 (1).

En général les branches d'une dichotomie sont très inégales. La branche la plus petite est très généralement à croissance définie et se termine par des appareils physiologiques spéciaux. Il conviendra dans l'étude d'ensemble de ces tiges spéciales d'appliquer les méthodes spéciales dont nous donnons l'indication un peu plus loin.

F. — Étude d'ensemble d'une Tige adventive.

[a]. — Étude d'ensemble des premiers développements du bourgeon qui produira la Tige adventive.

1. Extérieur de l'objet dans lequel ou sur lequel se forme le bourgeon adventif.

(1) Il est de toute nécessité, quand on veut comparer l'une à l'autre ces diverses études d'ensemble faites sur diverses branches parvenues à des stades de développements différents, de ne comparer entre elles que des tiges équivalentes.

1° Au début de la formation du bourgeon adventif.

2° Lorsque le bourgeon adventif a suffisamment grossi pour provoquer une saillie superficielle à la surface de l'objet dans lequel ou sur lequel il se forme.

3° Au moment où les tissus superficiels qui recouvrent le bourgeon adventif se rompent. — Ces derniers croquis ne peuvent être faits que pour des bourgeons adventifs d'origine endogène.

2. Extérieur du bourgeon adventif dégagé et isolé aux divers stades énumérés ci-dessus.

On représentera ce bourgeon adventif vu de profil; s'il y a lieu, on prendra plusieurs de ces profils, puis on représentera ce même bourgeon vu par le sommet.

3. Point de végétation du bourgeon adventif aux divers stades énumérés ci-dessus.

A chacun de ces stades on représentera le point de végétation, vu de profil, puis vu par le sommet. Ces derniers croquis seront de préférence obtenus en copiant à la chambre claire une coupe tangentielle du sommet du point de végétation.

4. Sections transversales d'ensemble.

A chacun des stades indiqués ci-dessus, on pratiquera une série des sections transversales successives d'ensemble du sommet à la base du bourgeon adventif. — On prolongera ces coupes transversales jusqu'à une certaine distance au dessous de la région d'insertion du bourgeon adventif de manière à voir les modifications que la présence du bourgeon adventif détermine dans les tissus de l'organe support.

5. Sections radiales d'ensemble.

Le nombre, la position et la direction des sections radiales d'ensemble seront déterminés par l'examen des coupes transversales d'ensemble ci-dessus.

[b]. — Étude d'ensemble du bourgeon adventif formé.

On appliquera à ce bourgeon la méthode indiquée ci-après dans l'étude d'ensemble des bourgeons d'une plante.

[c]. — Etude d'ensemble d'une tige adventive sensiblement équivalente à celles produites par les bourgeons adventifs étudiés ci-dessus.

- 1^o au début,
 - 2^o au milieu,
 - 3^o à la fin
- de sa première période de végétation.

On appliquera à l'étude d'ensemble des jeunes tiges adventives les méthodes indiquées pages 240, sauf en ce qui concerne l'étude des rapports de la tige adventive avec l'organe qui la supporte.

[d]. — Étude d'ensemble des rapports des tissus d'une tige adventive avec les tissus de l'organe qui la porte.

1. Si la tige adventive n'est encore qu'au début de sa première période de végétation, on pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble du sommet à la base de cette tige adventive, en ayant soin de prolonger cette série de coupes parallèlement à elle-même à travers les tissus de l'organe support. — Quand la tige adventive a atteint le milieu de sa première période de végétation, on prend comme limite supérieure de la série de coupes successives indiquée ci-dessus, le milieu du troisième entre-nœud inférieur *allongé* de la tige adventive.

2. En second lieu on pratiquera une série de sections transversales d'ensemble de l'organe support. Cette série commençant un centimètre au-dessous de la région d'insertion de la tige adventive et se terminant un centimètre au-dessus de cette région.

L'ensemble de ces deux séries de coupes transversales successives, complétées, s'il y a lieu, par des coupes radiales dont elles auront fait connaître la position et la direction, suffira très généralement pour permettre de déterminer complètement les rapports des tissus de la tige adventive avec les tissus de l'organe qui la porte.

Si l'organe support n'avait qu'une durée transitoire très courte, on remplacerait, sitôt après la chute du support, la deuxième série de coupes transversales par des coupes radiales de la partie inférieure de la tige adventive. La direction de ces coupes sera donnée par l'examen des coupes transversales de la première série. Ces coupes radiales nous feront connaître la nature du *cal* qui limite inférieurement la tige adventive.

Lorsque l'organe support de la tige adventive persiste longtemps, quel que soit le stade de développement auquel on étudie les rapports de la tige adventive avec son support, on pratiquera les deux séries de coupes indiquées ci-dessus.

Les tiges adventives, parvenues à des stades de développement correspondants à ceux que nous avons indiqués en [*c*], [*d*], [*e*], pour les tiges secondaires, seront étudiées d'après les mêmes méthodes sauf en ce qui concerne les rapports de la tige adventive avec son support, ou son cal inférieur (1), (2), (3).

G. — Étude d'ensemble d'un Bourgeon terminal.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'un bourgeon terminal. — Nous avons choisi comme exemples les bourgeons terminaux d'un *Epicea*, de l'*Araucaria excelsa*, d'un Chêne, d'un Châtaigner, du *Ficus elastica*, du Marronnier d'Inde, d'un Frêne, d'un Paulownia, du *Dracena draco*, de l'Asperge.

[*a*]. — Étude d'ensemble du Bourgeon terminal pendant sa période d'hibernation.

1. Extérieur du bourgeon.

On figurera le bourgeon vu de profil ; s'il y a lieu, on prendra plusieurs de ces profils, puis on représentera le bourgeon vu par le sommet. A côté de l'ensemble du bourgeon on figurera à part et grossis au besoin :

1^o La pérule isolée.

2^o Les écailles de la pérule. — Si les écailles de la pérule sont toutes semblables entre elles, on se bornera à représenter une de ces écailles vue de face puis vue de profil. — Si les écailles de la pérule ne sont pas toutes semblables on représentera une écaille de chaque sorte vue de face, puis vue de profil. — Si, entre la première et la dernière écaille de la pérule, il y a

(1) La méthode que nous venons d'indiquer pour l'étude des tiges adventives permet d'étudier une très importante question de Physiologie végétale et d'horticulture « *Les Boutures.* »

(2) La plus grande difficulté que présente l'étude des stades successifs des tiges adventives réside ordinairement dans l'impossibilité de se procurer un nombre suffisant d'objets comparables entre eux. En général, il faut fabriquer soi-même les tiges adventives que l'on doit comparer entre elles, en bouturant des parties homologues.

(3) Le terme *cal* est pris ici dans le sens que les chirurgiens donnent à ce mot.

une suite de termes intermédiaires très peu différents entre eux quand on considère seulement deux écailles successives, on figurera la première écaille puis la dernière et seulement quelques écailles intermédiaires.

3^o Le bourgeon dépouillé de sa pérule.

4^o Les feuilles intérieures du bourgeon prises à différentes hauteurs sur son axe. Ces feuilles seront figurées vues de face et au besoin vues de profil. — Ces croquis des diverses sortes de feuilles d'une même pousse, pris à une même époque, alors que ces feuilles sont à différents stades de développement, fourniront de précieuses données sur le mode de développement des feuilles et sur celui de leurs parties, sur ce que l'on appelle quelquefois l'*Organogénie des feuilles*. — Il est nécessaire de spécifier le nombre des feuilles indiquées à la surface de l'axe du bourgeon.

2. Le point de végétation de l'axe du bourgeon isolé (1).

On figurera ce point de végétation vu de profil; s'il y a lieu, on prendra plusieurs de ces profils; puis on le figurera vu par le sommet. — Pour obtenir la figure du point de végétation vu par le sommet, on copiera de préférence à la chambre claire une coupe tangentielle du point de végétation.

3. Sections transversales d'ensemble.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble du sommet du bourgeon jusqu'au milieu du troi-

(1) Le point de végétation d'un bourgeon se prépare sous la loupe à l'aide d'aiguilles montées. On détache d'abord à l'aide d'un scalpel les écailles extérieures du bourgeon; cela fait, on couche le bourgeon horizontalement sur la platine de la loupe, et on le maintient fixe au moyen d'une aiguille ronde et pointue. A l'aide d'une aiguille tranchante on détache une rondelle transversale de la partie postérieure du bourgeon. Cette opération a coupé la base d'un certain nombre d'appendices. On enlève ces appendices avec les deux aiguilles ou avec un petit pinceau. On répète cette opération autant de fois qu'il est nécessaire, en détachant des segments transversaux d'autant plus minces qu'on approche davantage du sommet. Il importe pour la réussite de ce procédé que les segments transversaux détachés soient nettement tranchés. Cette méthode de préparation de l'ensemble du point de végétation est surtout applicable aux points de végétation proéminents. Elle peut également s'appliquer aux points de végétation dont la surface concave forme cupule, mais il est préférable pour ces derniers de se borner à pratiquer les sections radiales et transversales qui sont indiquées (2).

(2) Il y a souvent nécessité d'éclaircir les préparations du point de végétation. On a recours à l'action de solutions de potasse que l'on concentre peu à peu. — Pour conserver ces préparations éclaircies, on fait peu à peu succéder à l'action des solutions de potasse, des solutions aqueuses de glycérine de plus en plus concentrées.

sième entre-nœud supérieur *allongé* de la tige qui porte bourgeon. — Ces sections transversales successives nous feront connaître.

1^o La vernation des écailles de la pérule ;

2^o La vernation des feuilles du bourgeon ;

3^o Le mode de plissement des unes et des autres ;

4^o La structure des unes et des autres à leurs divers niveaux ;

5^o La différenciation et la distribution des tissus primaires dans l'axe du bourgeon ;

6^o Les rapports des tissus de l'axe du bourgeon avec les tissus de la tige qu'il termine ;

7^o Le nombre, la position et la direction des sections radiales qu'il conviendra de pratiquer dans l'axe du bourgeon.

4. Sections radiales d'ensemble.

La position et la direction de ces sections radiales ne peuvent être fixées qu'après l'examen des coupes transversales ci-dessus.

5. Sections radiales du point de végétation.

La direction de ces coupes sera donnée par l'examen de l'ensemble du point de végétation et des coupes transversales du sommet de l'axe du bourgeon.

6. Étude d'ensemble de l'axe du bourgeon.

Notre examen préalable de l'ensemble du bourgeon dépouillé de sa pérule et de ses feuilles, du point de végétation de l'axe du bourgeon isolé, des coupes radiales et transversales de ce point de végétation, ainsi que la série des coupes transversales successives d'ensemble de l'axe du bourgeon et des coupes radiales d'ensemble, fournissent toutes les données nécessaires pour connaître complètement l'axe du bourgeon.

7. Étude d'ensemble de la pérule.

Nos observations antérieures sur l'ensemble de la pérule et ses diverses sortes d'écailles, sur la vernation et le plissement de ces écailles, sur leur structure transversale à divers niveaux, sur leur structure radiale dans diverses directions, nous ont

fait connaître presque complètement la pérule et ses pièces constituantes. Il suffit d'ajouter à ces observations la configuration des épidermes antérieurs et postérieurs de chaque catégorie d'écailles et celles des poils que ces épidermes peuvent porter.

8. Étude d'ensemble des jeunes feuilles qui sont abritées par la pérule.

Nos observations antérieures sur l'ensemble des jeunes feuilles abritées par la pérule, sur leur mode de vernation et de plissement, sur leur mode de développement, sur leur structure transversale à divers niveaux, sur leur structure radiale, nous ont fait connaître presque complètement les jeunes feuilles du bourgeon. Il suffit pour compléter ces données d'y ajouter :

La configuration des épidermes antérieurs et postérieurs de chaque catégorie de feuilles.

La configuration des poils qu'elles peuvent porter.

9. Étude d'ensemble du système pileux du bourgeon.

On figurera à part les diverses sortes de poils trouvés 1° sur les écailles de la pérule, 2° sur l'axe du bourgeon, 3° sur les jeunes feuilles qui couvrent l'axe du bourgeon. — Pour chacune de ces deux dernières catégories de poils, il sera généralement possible de figurer à côté de chaque poil entièrement développé les principales formes que ce poil a affectées depuis le moment de sa première apparition jusqu'à son développement complet.

10. Étude d'ensemble du système glandulaire du bourgeon.

On figurera à part les diverses glandes tant externes qu'internes trouvées : 1° sur les écailles de la pérule, 2° sur l'axe du bourgeon, 3° sur les jeunes feuilles qui couvrent cet axe. — Pour chacune de ces dernières catégories de glandes il sera généralement possible de figurer à côté de la glande développée, ses divers stades de développement depuis le moment de sa première apparition.

Les diverses sections transversales et radiales d'ensemble pratiquées dans le bourgeon suffiront très ordinairement pour faire connaître la structure de ses glandes, leur distribution et

leurs rapports. Elles feront connaître également s'il y a lieu de pratiquer d'autres coupes spéciales et la direction qu'il convient de donner à ces coupes spéciales.

On complètera cette étude par un examen microchimique des substances produites par les glandes du bourgeon.

[b] et [c]. — Étude d'ensemble du bourgeon terminal au début et au milieu de son développement.

On appliquera à ce bourgeon la méthode que nous venons d'indiquer pour l'étude d'ensemble du bourgeon terminal parvenu à son stade d'hibernation.

La comparaison des structures des parties homologues aux stades de développement [a], [b], [c], fera connaître le développement de chacune des parties du bourgeon depuis l'instant de son apparition jusqu'au moment de son hibernation.

[d]. — Étude d'ensemble du bourgeon terminal pendant sa période de grossissement printanier, mais avant l'ouverture de la pérule.

On appliquera au bourgeon parvenu à ce stade de développement la méthode indiquée en [a] page 246.

Dans les croquis des préparations qui montrent les rapports de la pérule avec l'axe du bourgeon, on indiquera spécialement les régions où doit se faire la séparation des tissus du bourgeon et des tissus de la pérule.

[e]. — Étude d'ensemble du bourgeon terminal au moment de l'ouverture de la pérule.

On appliquera encore dans ce cas la méthode donnée pour l'étude du bourgeon en hibernation. — On étudiera d'une manière spéciale le mécanisme de la chute des écailles pérulaires, la chute des poils et les glandes.

[f]. — Étude d'ensemble de la pousse issue du développement de l'axe du bourgeon :

- 1^o au début,
 - 2^o au milieu.
 - 3^o à la fin
- de sa première période de végétation.

On appliquera à cette pousse la méthode que nous avons indiquée

page 235, pour l'étude de la pousse de seconde année, de la tige principale (1).

H. — Etude d'ensemble d'un Bourgeon axillaire.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'un bourgeon axillaire.— On a choisi comme exemples les bourgeons axillaires des plantes désignées pour l'étude d'ensemble d'un bourgeon terminal (2) (3).

On suivra pour cette étude la méthode que nous avons indiquée pour l'étude d'ensemble d'un bourgeon terminal, sauf en ce qui a trait aux rapports du bourgeon axillaire avec la tige qui le porte. Pour déterminer ces rapports, on suivra la méthode que nous avons indiquée page 242.

I. — Étude d'ensemble d'un Bourgeon adventif.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'un bourgeon adventif.— On a choisi comme exemples les bourgeons adventifs d'un Saule, d'un Châtaigner, d'un Begonia, d'un Bryophyllum.

On suivra pour cette étude, la méthode que nous avons indiquée pour l'étude d'ensemble d'un bourgeon terminal, sauf en ce qui a trait aux rapports du bourgeon adventif avec l'organe qui le porte ou au sein duquel il est né (4) (5).

(1) Pour que les résultats obtenus en étudiant un bourgeon terminal, aux divers stades de développement que nous avons spécifiés, d'après la méthode que nous venons d'indiquer, soient rigoureusement comparables, il faut prendre les bourgeons terminaux de branches de même ordre, émettant leurs pousses de même ordre et ayant autant que possible la même intensité de croissance. — Cette même observation s'applique aux bourgeons axillaires et aux bourgeons adventifs.

(2) Il convient de spécifier chaque fois si le bourgeon axillaire étudié est un *prompt bourgeon*, c'est-à-dire un bourgeon appelé à se développer immédiatement après la période d'hibernation ou même sans repos préalable, ou bien si, au contraire, le bourgeon axillaire est un *bourgeon dormant*, c'est-à-dire s'il est appelé à rester sans se développer pendant plusieurs périodes de végétation.

(3) Si le bourgeon axillaire ou si le bourgeon terminal devait donner naissance à un rameau florifère, il faudrait appliquer à ces bourgeons, dont l'axe a toujours une croissance limitée, les méthodes d'étude que nous indiquerons ci-après.

(4) Il y aura toujours lieu de spécifier l'origine *exogène* ou *endogène* du bourgeon adventif.

(5) Si le bourgeon à étudier, terminal, axillaire ou adventif se transformait en tubercule ou en bulbe, c'est-à-dire à la fois en organe d'hibernation et de dissémination, on emploierait la méthode que nous avons indiquée, sans modification. On mentionnerait d'une manière spéciale, le mécanisme de la tubérisation du bourgeon, les points où cette tubérisation est localisée, et les matières nutritives de réserve qui s'accumulent en ces points.

J. — Étude d'ensemble du système des Bourgeons d'une Plante.

On étudiera successivement :

La gemmule ;

Les bourgeons terminaux des branches et des pousses des différents ordres ;

Les bourgeons axillaires des branches et des pousses des différents ordres ;

Les bourgeons adventifs qui peuvent naître sur ces diverses parties ;

en appliquant à chacune de ces catégories de bourgeons les méthodes que nous avons indiquées.

K. — Étude d'ensemble d'une tige d'ordre déterminé et de ses tiges axillaires.

On étudiera la tige donnée d'après la méthode que nous avons indiquée pour les tiges principales, sauf en ce qui a trait aux rapports de la tige étudiée avec la partie de la plante sur laquelle elle s'insère. On appliquera à l'étude de cette région d'insertion la méthode que nous avons indiquée page 241, lorsqu'il s'est agi d'apprécier les rapports d'une tige secondaire avec la tige principale.

On étudiera chacune des tiges axillaires de la tige donnée comme si l'on avait affaire à une tige secondaire, la tige support représentant alors la tige principale.

Quel que soit le développement de la tige d'ordre déterminé et de ses tiges axillaires, cette méthode d'étude est toujours applicable. Cette méthode d'étude s'applique donc aux Grappes et aux Cymes. On peut, en l'appliquant de proche en proche, étendre cette méthode aux Grappes composées, aux Cymes composées, aux diverses parties d'un Sympode, aux Cymes scorpioïdes, aux Cymes hélicoïdes. Le fait qu'une tige est à croissance définie, et que ses parties ne prennent pas toutes le même degré de développement ne modifie en rien la méthode d'étude que nous avons indiquée. Dans ces exemples spéciaux, on étudiera plus particulièrement l'organisation des bourgeons terminaux et axillaires, la structure et l'arrangement de leurs feuilles, leurs points de végétation, les régions d'insertion des branches latérales.

L. — Etude d'ensemble de la Phyllotaxie :

1^o d'une pousse donnée.

2^o d'une tige donnée.

3^o d'une plante donnée.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble de la Phyllotaxie d'une pousse donnée. On a choisi comme exemples des pousses de Sapin, d'If, de Chêne.

1^o On figurera deux profils de l'extérieur de la pousse. Ces profils étant pris 1^o par un observateur dont le plan de symétrie passe par l'axe de la pousse et le centre d'insertion de la première feuille de la pousse. 2^o par un observateur dont le plan de symétrie coïncide avec le plan bissecteur de l'angle dièdre formé par les plans de symétrie de la première et de la deuxième feuille. — On figurera sur chacun de ces profils la région d'insertion de chaque feuille de la pousse ; sur ces régions on marquera le centre organique de chacune de ces insertions. Ce point central sera désigné par le numéro d'ordre que la feuille porte sur la pousse.

2^o On tracera le diagramme de la distribution des feuilles de la pousse, en projetant, comme il est dit page 233, les centres d'insertion des feuilles de la pousse, sur un plan horizontal passant par le centre d'insertion de la première feuille de la pousse.

3^o On contrôlera les résultats obtenus en étudiant la distribution apparente des feuilles de la pousse, par une étude d'ensemble de cette pousse et du bourgeon qui lui donne naissance, en se conformant aux indications que nous avons données sur ces sujets.

On étudiera la Phyllotaxie d'une tige, en étudiant comme il est dit ci-dessus, la Phyllotaxie de chacune de ses pousses. On orientera les diagrammes particuliers de chaque pousse par rapport à la feuille dans l'aisselle de laquelle la tige est née. Si la tige considérée était une tige principale, on prendrait comme point de repère le ou l'un des cotylédons.

On étudiera la Phyllotaxie d'une plante en étudiant, comme il vient d'être dit, la Phyllotaxie de chacune de ses tiges.

M. — Etude d'ensemble d'une Tige transformée en Aiguille.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'une aiguille. — Nous avons pris pour exemples, les aiguilles de *Sciadopitys verticillata*, celles du *Pinus Fremontiana* et celles du *Salisburia adiantifolia*, ces derniers portent des ovules (1).

1. Etude d'ensemble de la pousse dont les bourgeons axillaires produiront les aiguilles :

1° au début,

2° au milieu,

3° à la fin

de sa première période de végétation.

On appliquera à ces études la méthode que nous avons indiquée page 235 pour l'étude d'une pousse de seconde année.

2. Etude spéciale d'un bourgeon axillaire de la pousse précédente.

On appliquera la méthode indiquée page 246 pour l'étude des bourgeons axillaires.

3. Extérieur de l'aiguille :

1° au début,

2° au milieu,

3° à la fin

de son développement.

Ces croquis montreront l'aiguille : vue par sa face antérieure, vue par sa face postérieure et vue de côté. Ils montreront en même temps les rapports de l'aiguille avec la feuille à l'aiselle de laquelle elle est née, et avec la tige qui porte cette feuille. — On figurera grossies la terminaison supérieure de l'aiguille et la gaine qui entoure sa base.

4. Sections transversales d'ensemble de l'aiguille développée. On pratiquera :

1° Une série de sections transversales successives d'ensemble du milieu de l'aiguille jusqu'au sommet de celle-ci.

(1) Dans les trois exemples choisis ci-dessus, les aiguilles sont très grêles et très allongées, la structure qu'elles présentent dans leur région médiane s'étend jusque près de leurs extrémités inférieure et supérieure. On pourra donc dans ces exemples, mais seulement dans ces exemples, réduire beaucoup l'étendue des séries de coupes transversales successives d'ensemble.

2° Une série de sections transversales successives d'ensemble commençant au milieu de l'aiguille et s'étendant jusqu'à deux centimètres au-dessous du point d'insertion de l'aiguille sur la tige qui la porte.

Lorsque l'aiguille n'est pas entièrement développée, on remplacera ces deux séries de coupes par une seule série commençant à un centimètre au-dessous du point d'insertion de l'aiguille sur la tige qui la porte et s'élevant jusqu'au sommet de l'aiguille.

5. Sections radiales d'ensemble de l'aiguille.

La position et la direction de ces sections radiales seront déterminées par l'examen des sections transversales ci-dessus.

6. Etude spéciale des points de végétation qui peuvent se développer à la surface de l'aiguille. On procédera pour chacun de ces points comme s'il s'agissait d'étudier un bourgeon terminal en voie de développement.

N. — Etude d'ensemble d'une Fasciation de Tiges.

Programme de la marche à suivre pour faire une étude d'ensemble d'une Fasciation de Tiges. — On a choisi comme exemples les cladodes de tiges de *Phyllocladus trichomanoides*, de *Xylophylla*, d'*Epiphyllum*.

1. Étude d'ensemble de la pousse dont les bourgeons axillaires produiront des cladodes.

On suivra dans cette étude la méthode que nous avons indiquée page 235.

2. Étude d'ensemble des bourgeons dont l'axe et ses ramifications formeront des cladodes.

On appliquera dans ce cas la méthode que nous avons indiquée page 240, pour l'étude d'une tige secondaire au début de sa végétation, en complétant cette étude par les indications spéciales que nous avons données page 251, à propos des bourgeons axillaires.

3. Étude d'ensemble de la ramification axillaire que forme le cladode 1° au début; 2° au milieu; 3° à la fin de son développement.

Quand le cladode est entièrement développé on pourra limiter son étude aux points suivants :

α. Extérieur du cladode. — Sur ce profil du cladode on figurera ses rapports avec la tige qui le porte, et avec la feuille dans l'aisselle de laquelle il est né. — On figurera grossis les principaux points de végétation des bords du cladode.

β. Sections transversales successives d'ensemble du cladode pratiquées en s'élevant de sa base jusqu'au sommet de sa tige centrale (1).

γ. Sections radiales.

On pratiquera des sections radiales de la tige centrale et des principales branches latérales, avec lesquelles elle est fasciée, ces sections radiales étant perpendiculaires aux faces du cladode.

En second lieu on pratiquera des sections radiales de la tige centrale et des principales branches latérales avec lesquelles elle est fasciée, ces sections radiales étant parallèles aux faces du cladode.

O. — Etude d'ensemble d'une Tige et de sa Ramification.

Si les feuilles sont caduques, on figurera l'extérieur de la plante à ses divers âges avec et sans feuilles (*facies d'été* et *facies d'hiver*). — Si les feuilles ne sont pas caduques, on se bornera à représenter l'extérieur de la plante en été et en hiver, ce dernier croquis figurera de préférence l'attitude de la plante, par un temps très froid comme un jour de gelée sans neige. On s'attachera dans ces croquis à donner une figure très exacte du port d'ensemble de la plante. — Ces études de port ont une très grande importance, elles ont été recommandées avec beaucoup de raison, par Karl Müller, Schacht, Roszmasler, Grisebach, de Candolle, Emery.

Cela fait, on étudiera séparément et d'après les méthodes indiquées ci-dessus.

1. Les tiges des divers ordres et leurs bourgeons terminaux et axillaires.

(1) Si dans des cladodes comme ceux du *Xylophylla*, les branches axillaires adhérentes à la tige centrale sont très obliques sur la direction de celle-ci, il faudra étudier quelques-unes de ces branches comme si elles étaient seules, en leur appliquant les méthodes indiquées précédemment.

2. L'axe hypocotylé.
3. Les tiges d'origine dichotome et leurs bourgeons.
4. Les tiges d'origine adventive et leurs bourgeons.
5. Ses divers types de ramification homogène.
6. La phyllotaxie de la plante.
7. Ses aiguilles si la plante considérée est Conifère.
8. Ses cladodes.

On appliquera cette méthode d'étude de la tige et de ses diverses parties aux plantes que nous avons citées pages 214, 223.

P. — Etude d'ensemble d'une Feuille.

(z). La feuille donnée est entièrement développée.

[a]. — Etude d'ensemble d'une feuille très simple, sans gaine ni stipule, sessile et à une seule nervure.

On a choisi comme exemples les feuilles de l'If commun, du *Sequoia sempervirens*, du *Taxodium distichium*.

1. Extérieur de la feuille et nervation de la feuille

Dans les exemples très simples que nous avons choisis, on représentera la feuille isolée vue par sa face antérieure, puis vue par sa face postérieure. A côté de ces croquis on figurera la feuille tenant encore à la tige. — S'il y a lieu on représentera grossis le coussinet de la feuille, la manière dont la feuille est attachée sur le coussinet, son sommet, ses bords et sa base. On indiquera sur les dessins qui représentent la feuille vue par l'une de ses faces la direction de son unique nervure.

2. Sections transversales d'ensemble de la feuille.

On pratiquera une première série de sections transversales successives d'ensemble du quart supérieur de la feuille à son extrémité.

On pratiquera une suite de sections transversales d'ensemble distantes l'une de l'autre de 2 millimètres du quart supérieur de la feuille au quart inférieur de cette feuille.

On pratiquera une troisième série de sections transversales

successives d'ensemble du quart inférieur de la feuille jusqu'au milieu du troisième entre-nœud sous-jacent de la tige.

On pratiquera des sections transversales des bords de la feuille : 1^o vers le sommet, 2^o vers la base, 3^o vers la région moyenne de la feuille.

Ces sections transversales d'ensemble feront connaître la structure de la feuille à différents niveaux et les rapports de ses tissus avec les tissus de la tige qui la porte.

3. Sections radiales d'ensemble.

Section radiale du sommet de la feuille dans le plan de sa nervure médiane.

Section radiale de la région médiane de la feuille dans le plan de sa nervure médiane.

Section radiale de la région d'insertion de la feuille sur la tige dans le plan de sa nervure médiane.

S'il y a lieu de pratiquer d'autres sections radiales, leur position et leur direction seront indiquées par l'étude des sections transversales d'ensemble.

4. Étude spéciale de la nervure médiane. — Cette étude spéciale comporte : 1^o L'examen de coupes transversales très minces de la nervure médiane, ces coupes étant prises à diverses hauteurs sur cette nervure ; 2^o L'étude de la terminaison de cette nervure dans le sommet de la feuille ; 3^o L'étude des rapports de cette nervure avec les tissus de la tige.

5. Étude spéciale des bords de la feuille. — Cette étude spéciale comprend :

1^o L'examen des sections transversales du bord de la feuille à divers niveaux.

2^o La préparation au moyen d'une réaction de Schultz de l'épiderme qui forme ce bord.

3^o La configuration de ce bord.

4^o Une coupe radiale du sommet de la feuille dans le plan de sa nervure médiane.

6. Étude spéciale des épidermes de la feuille.

On préparera au moyen de coupes parallèles à la surface

de la feuille ou bien encore et de préférence au moyen d'une réaction de Schultz (1).

1° L'épiderme antérieur de la feuille : 1° vers la base, 2° vers le milieu, 3° vers le sommet de la feuille.

2° L'épiderme postérieur de la feuille dans les mêmes régions :

3° L'épiderme marginal de la feuille dans les mêmes régions.

Les lambeaux d'épiderme antérieur et postérieur détachés dans chacune des régions spécifiées ci-dessus, doivent s'étendre au-dessus de la nervure et entre la nervure et les bords de la feuille.

7. Etude spéciale du revêtement pileux de la feuille.

On figurera séparément les formes extrêmes des diverses catégories de poils qui revêtent la feuille

On pratiquera des sections radiales dans la base de chaque catégorie de poils. Ces sections radiales feront connaître les rapports des poils avec les tissus épidermiques.

Si le poil étudié était en rapport avec un organe glandulaire. On mettrait à côté de l'étude du poil, l'étude de l'organe glandulaire avec lequel il est en rapport.

8. Etude spéciale du système glandulaire de la feuille (2).

9. Mécanisme de la chute de la feuille.

(1) Pour faire une réaction de Schultz, on détache dans la feuille dont on veut isoler les épidermes des languettes mesurant 10 à 15 millimètres de longueur sur 5 à 6 millimètres de largeur, les bords de chaque languette étant très nets. On met les languettes dans un verre de montre avec quelques gouttes d'eau, on ajoute ensuite de l'acide azotique et un peu de chlorate de potasse. On chauffe doucement jusqu'à l'ébullition, on entretient l'ébullition jusqu'à ce que la décoloration soit complète, à ce moment on plonge le tout dans l'eau, les épidermes nagent isolés à la surface de l'eau ou dans le liquide. On les recueille avec un pinceau, on les nettoie et on les observe dans la glycérine. Il faut un peu d'exercice pour diriger cette opération. L'acide chlorique doit dissocier les éléments recouverts par les épidermes sans trop altérer ceux-ci. Certains épidermes très délicats comme ceux des feuilles molles ne peuvent guère se préparer par ce procédé. — On conseille quelquefois pour faire les préparations d'épiderme d'enlever un lambeau de tissu épidermique en l'arrachant de la surface de la feuille. Ce procédé donne rarement de bons résultats, il n'est guère applicable qu'à des feuilles comme celles des oignons, des iris, etc.

(2) Les sections transversales d'ensemble de la feuille, l'étude spéciale de son revêtement pileux et de ses épidermes ont déjà permis de reconnaître les diverses catégories de glandes de la feuille et la répartition de chacune d'elles. Les données recueillies permettront d'indiquer s'il y a ou non lieu de faire de nouvelles coupes dans les glandes, et le sens qu'il convient de donner à ces sections. L'ensemble de ces données fera connaître la structure des glandes. On complètera cette étude par un examen microchimique du contenu des glandes.

Ce mécanisme sera étudié sur les coupes transversales et radiales d'ensemble qui ont été pratiquées à la partie inférieure de la feuille. — Parfois le mécanisme de la chute des feuilles aura été étudié en même temps que la première exfoliation de la surface de la tige. Pour certaines plantes à feuilles persistantes le mécanisme de la chute de la feuille ne peut être séparé de l'étude de la décortication de leurs tiges.

10. Etude spéciale de la cicatrice foliaire.

On procèdera dans cette étude comme il a été dit page 222, à propos des cicatrices cotylédonaire.

[b]. — Etude d'ensemble d'une feuille simple pétiolée avec gaine et stipules.

On a pris comme exemple les feuilles du Chêne, de l'*Ostrya vulgaris*, du Peuplier, du Platane, du *Smilax excelsa*, de la Sagittaire et du Potamot luisant.

1. Extérieur de la feuille, forme d'ensemble, parties constituantes, contour de ces parties et leur nervation.

Ensemble de la feuille. — Sur cet ensemble seront figurés :

1^o Les diverses parties de la feuille, limbe, pétiole, gaine, stipules.

2^o Les principales nervures du limbe. Nervure médiane, nervures latérales, nervures secondaires médianes, nervures secondaires latérales.

3^o Les rapports des principales nervures du limbe entre elles et avec les dents et les sinus de ses bords.

4^o Les principales nervures des stipules et leurs rapports avec les dents et les sinus de leurs bords.

5^o Les principales nervures de la gaine et leurs rapports avec les dents et les sinus de ses bords.

Croquis grossi du sommet du limbe. — On figurera sur ce croquis : La terminaison de la nervure médiane. Les rapports de la terminaison de la nervure médiane avec le réseau des petites nervures issues des dernières nervures secondaires médianes.

Croquis grossis des régions du bord du limbe qui correspondent aux sommets des principales nervures latérales. — On

figurera sur ces croquis : La terminaison des nervures latérales. Les rapports de ces terminaisons avec le réseau des petites nervures issues des dernières nervures secondaires latérales.

Croquis grossis des régions du bord du limbe qui correspondent aux sommets des principales nervures secondaires médianes (1). — On figurera sur ces croquis : La terminaison des nervures secondaires médianes. Les rapports de ces terminaisons entre elles et avec le réseau des petites nervures issues de leurs extrémités.

Croquis grossis de la base du limbe. — On figurera sur ces croquis les rapports apparents de la nervure médiane et des nervures latérales, ainsi que les réseaux qui unissent entre elles les bases de ces nervures.

Croquis grossis des modes de terminaison des nervures du reticulum de la feuille. Terminaisons en ampoules, terminaisons en pointes effilées, anastomoses.

Insertion du limbe sur le pétiole vue de profil.

Insertion du pétiole sur la tige qui porte la feuille. — Sur ces croquis seront figurés : Les rapports du pétiole avec la tige qui le porte. Les rapports du pétiole avec la gaine et ses rapports avec les stipules.

Croquis grossis des bords de la gaine. — On figurera sur ces croquis la terminaison des nervures de la gaine, et les rapports de ces terminaisons entre elles.

Croquis grossis des bords des stipules. — On figurera sur ces croquis la terminaison des nervures des stipules et les rapports de ces terminaisons entre elles.

Croquis des principales émergences qui peuvent naître sur le limbe, le pétiole, la gaine et les stipules.

2. Étude du pétiole.

Extérieur du pétiole.

Croquis montrant les rapports du pétiole avec le limbe, avec la tige, avec la gaine et avec les stipules.

Sections transversales d'ensemble.

(1) En particulier on figurera la région du bord du limbe où les réseaux issus des nervures secondaires médianes et les réseaux issus des nervures latérales sont en communication (2).

(2) Sur tous les croquis des bords du limbe il faudra montrer très amplifiés le mode de terminaison des nervures du réseau, et les rapports du réseau solide du limbe avec ses bords.

On pratiquera une série de sections transversales successives d'ensemble commençant à deux centimètres au-dessus du point d'insertion des stipules et descendant jusqu'au milieu de l'entre-nœud sous-jacent à la feuille. — Ces coupes transversales donneront les rapports des tissus de la feuille avec les tissus de la région nodale qui porte la feuille. Pour obtenir les rapports qui unissent tous les tissus de la feuille à ceux de la tige support, il suffirait de prolonger la série des coupes successives indiquées ci-dessus jusqu'au milieu du troisième entre-nœud sous-jacent. Ces coupes transversales feront connaître : 1^o la structure de la région inférieure du pétiole, 2^o la structure de la partie de la gaine qui adhère au pétiole, 3^o les rapports des tissus du pétiole avec le tissu des stipules et avec les tissus de la partie libre de la gaine.

On pratiquera une deuxième série de sections transversales d'ensemble distantes l'une de l'autre de deux millimètres. Cette série commencera à deux centimètres au-dessus du point d'insertion des stipules, et s'élèvera jusqu'à deux ou trois centimètres de l'insertion du limbe sur le pétiole. Ces coupes transversales feront connaître la structure de la région moyenne du pétiole.

On pratiquera une troisième série de sections transversales successives d'ensemble commençant à deux centimètres au-dessous du point d'insertion du limbe sur le pétiole et s'étendant jusqu'au quart ou au cinquième inférieur de la nervure médiane. — Cette série de coupes transversales fera connaître la structure de la partie supérieure du pétiole, et les rapports de ses tissus avec ceux du limbe.

Très ordinairement il faudra joindre aux séries précédentes, des séries de sections transversales successives d'ensemble commençant au quart inférieur des principales nervures latérales et descendant dans le pétiole jusqu'à deux centimètres au-dessous du point d'insertion du limbe sur le pétiole. L'étude de ces coupes fera connaître les rapports des tissus des nervures latérales entre elles, avec la nervure médiane et avec le pétiole ainsi que la structure de la région inférieure des nervures latérales.

Sections radiales du pétiole.

La position et la direction de ces sections ne peuvent être indiquées qu'après une étude complète des sections transversales d'ensemble.

Préparation du revêtement épidermique du pétiole. — Cette préparation qui est destinée à faire connaître le revêtement épidermique du pétiole et aussi son revêtement pileux s'obtient, soit à l'aide d'une série de coupes parallèles à la surface de l'épiderme qui permettent d'examiner des lambeaux de ce tissu en divers points du pétiole, soit à l'aide d'une réaction de Schultz.

Étude spéciale du revêtement pileux du pétiole. — On procédera comme il est dit page 259.

Étude spéciale du système glandulaire du pétiole. — On procédera comme il est dit page 259.

3. Étude du limbe.

Nous avons vu dans l'extérieur de la feuille tout ce qui se rapporte à l'extérieur du limbe, à son sommet, à ses bords, à sa base, à sa nervation et à ses rapports avec le pétiole.

Nous avons vu de même les rapports des tissus de la nervure médiane avec ceux du pétiole, ceux des tissus des nervures latérales avec le même organe, la structure de la région inférieure de la nervure médiane et celle des nervures latérales.

On complètera comme il suit l'étude du limbe.

Sections transversales successives d'ensemble de la nervure médiane, pratiquées dans sa région moyenne. Cette série doit être suffisamment longue pour comprendre entre ses extrémités les bases d'insertions de quatre ou cinq paires de nervures secondaires médianes.

Cette série de sections transversales successives a pour but de faire connaître: 1^o Les rapports de la nervure médiane avec les nervures secondaires médianes, 2^o le mode d'épuisement des tissus de la nervure médiane, 3^o les rapports des tissus de la nervure médiane avec les petites nervures qui forment le réseau intermédiaire entre les grosses nervures.

Sections transversales successives d'ensemble de la nervure médiane, pratiquées du cinquième supérieur de cette nervure au sommet de celle-ci. Ces sections transversales complétées

par une section radiale du sommet du limbe dans le plan de symétrie de celui-ci feront connaître la terminaison supérieure des tissus de la nervure médiane.

On pratiquera ces deux séries de coupes transversales.

- 1^o sur les nervures latérales.
- 2^o sur les principales nervures secondaires médianes ,
- 3^o sur les principales nervures secondaires latérales.
- 4^o Sur quelques-unes des fines nervures du reticulum solide du limbe (1).

Sections transversales des bords du limbe.

- 1^o au fond des principaux sinus.
- 2^o au sommet des principales dents ,
- 3^o vers le milieu des arcs qui vont du fond des sinus au sommet des dents.

Ces sections transversales feront connaître la structure des bords du limbe.

Sections transversales du limbe entre les mailles du réseau formé par les nervures.

En général, il ne sera pas nécessaire de faire des coupes spéciales pour obtenir les renseignements que ces coupes du limbe doivent fournir sur la structure des tissus du limbe.

Epiderme supérieur du limbe pris vers le haut, vers le milieu, et vers le bas de la feuille. — Dans chacune de ces régions, le lambeau d'épiderme enlevé s'étendra sur les nervures et entre les nervures.

Epiderme inférieur du limbe pris dans les mêmes régions et avec les mêmes précautions.

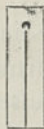


Fig. 186.

(1) Si les nervures du réticulum de la feuille se terminaient en pointe libre, peu importe d'ailleurs que cette terminaison soit en *ampoule* ou en *pointe effilée*, il faudrait faire une étude spéciale de ce mode de terminaison. Pour faire cette étude, on procédera de la manière suivante : On détachera dans le limbe parallèlement à la nervure que l'on veut étudier, une languette rectangulaire. La languette mesurera de 1 à 2 millimètres de large sur 6 à 8 millimètres de longueur, la terminaison de la nervure sera comprise dans cette languette. On pratiquera alors dans cette languette une série de sections transversales successives aussi mirces que possible depuis le bas jusqu'en haut. On obtiendra ainsi la structure transversale de la terminaison de la nervure. — Sur une seconde languette semblable à la première, on pratiquera une série de sections longitudinales successives, l'une d'elle donnera la section longitudinale de la terminaison de la nervure. Cette coupe longitudinale et les sections transversales successives feront connaître la structure des dernières ramifications des nervures et leurs terminaisons.

Ejg. 186.—Modèle d'une languette de limbe foliaire contenant une terminaison de nervure en ampoule.

Epiderme marginal du limbe pris dans les mêmes régions.

Etude spéciale du revêtement pileux du limbe. — On procédera dans cette étude comme il a été dit page 259.

Etude spéciale du système glandulaire du limbe.

Etude spéciale des perforations du limbe (1).

4. Etude des stipules.

Dans ce qui précède nous avons déterminé et étudié tout ce qui a rapport à la forme des stipules, à leur contour, à leur nervation, à leurs rapports avec le pétiole et avec la tige.

On étudiera la partie libre des stipules comme si c'était un limbe et on leur appliquera la même méthode. Si les stipules étaient linéaires, on les étudierait comme des émergences quelconques.

5. Etude de la gaine.

De même que pour les stipules, dans ce qui précède nous déterminé et étudié ce qui a rapport à la forme de la gaine, à son contour, à ses rapports avec le pétiole, avec la tige et avec les stipules. On étudiera la partie libre de la gaine d'après la méthode adoptée pour étudier les nervures latérales, les épidermes, les bords, le revêtement pileux et le système glandulaire du limbe.

6. Préparation du squelette solide de la feuille (2).

7. Etude du mécanisme de la chute de la feuille.

On procédera dans cette étude comme il a été dit page 260.

8. Etude des émergences de la feuille.

On fait choix d'une certaine émergence, toutes les autres seront étudiées de la même manière.

On a déterminé et étudié dans ce qui précède tout ce qui a trait à la configuration extérieure des émergences. On pratique alors une

(1) Pour terminer cette étude du limbe il faudrait déterminer ses propriétés optiques.

(2) Pour préparer ces squelettes, on laisse macérer les feuilles pendant deux mois dans la liqueur de Wickersheim. Les feuilles sont ensuite plongées pendant 12 à 24 heures dans une lessive de soude concentrée. Après cette opération elles sont mises à macérer pendant quelques semaines dans un grand bain d'eau tiède sans cesse renouvelée. Chaque feuille pendue par son pétiole doit être bien isolée de ses voisines pendant cette dernière partie de l'opération.

première série de sections transversales successives d'ensemble de l'organe support de l'émergence choisie; cette série commençant deux centimètres au-dessous de l'émergence et s'arrêtant deux centimètres au-dessus d'elle. Ces sections sont transversales à la direction générale d'insertion de l'émergence. Ces sections transversales ont pour but de montrer les rapports des tissus de l'émergence avec les tissus de l'organe support. — En second lieu, on pratique une série de sections transversales successives d'ensemble du sommet à la base de l'émergence. Cette seconde série fait connaître la structure de l'émergence à ses divers niveaux. — On complète cette étude par des coupes radiales dont le nombre, la position et la direction auront été indiquées par les coupes transversales précédentes. L'organogénie ou l'étude du développement de l'émergence sera faite en étudiant de la même manière des émergences équivalentes sur des feuilles équivalentes mais de moins en moins âgées (1), (2), (3).

9. Étude spéciale des perforations du limbe.

Ensemble des perforations du limbe.

Configuration de l'une de ces perforations.

Sections transversales du bord de la perforation en différents endroits, en particulier dans les régions où la perforation est voisine des nervures.

Mécanisme de la perforation.

(1) Si la feuille donnée était sessile, on appliquerait la méthode indiquée ci-dessus en supprimant seulement la série moyenne des coupes transversales d'ensemble du pétiole, celle où les coupes sont distantes de deux millimètres. La série inférieure et la série supérieure se confondraient en une seule série. En général les feuilles sessiles étant plus simples que les feuilles pétiolées, la méthode générale indiquée pourra se simplifier dans certaines de ses parties notamment dans l'étude des rapports des nervures médianes et latérales. Si la feuille sessile devenait décurrense sur la tige, la méthode générale d'étude de la feuille demeurerait la même, mais il faudrait prolonger beaucoup inférieurement les coupes transversales successives, destinées à montrer les rapports des tissus de la feuille avec les tissus de la tige.

Si la feuille était transformée en phyllode, la marche générale demeurerait la même. Ce qui se rapporte au limbe serait seul supprimé.

(2) Lorsque le limbe est dépourvu de nervure médiane, on considérera comme représentant cette nervure médiane l'ensemble des deux nervures qui comprennent entre elles la surface de symétrie de la feuille.

(3) Si la nervation du limbe était dichotome comme celle du *Salisburia adiantifolia* (Ginko ou Arbre aux quarante écus), on étudierait les sympodes qui simulent deux nervures médianes comme une nervure médiane double. Les terminaisons des nervures seraient étudiées comme des terminaisons libres. Leur base serait étudiée comme les bases des nervures latérales. Leur région moyenne serait examinée d'après la méthode indiquée pour les nervures secondaires. On étudierait comme une nervure marginale le sympode formé par les branches les plus externes des dichotomies successives d'une même nervure.

État de la perforation à ses divers stades de développement depuis le début de la nécrose qui détermine la perforation jusqu'au moment où la perforation a pris sa configuration définitive.

Les écailles pérulaires et les cotylédons seront étudiés comme des feuilles simples sauf le cas où le cotylédon est entièrement ou partiellement transformé en suçoir comme cela arrive chez les Cycadées, les Palmiers, les Graminées, les Pandanées, les Zingibéracées, etc.

Dans ces cas particuliers on procéderait comme il suit à l'étude du suçoir.

Extérieur du suçoir.

Le suçoir vu de côté.

Le suçoir vu par la face de contact avec la réserve nutritive.

Sections transversales successives d'ensemble du tiers inférieur du cotylédon au sommet du suçoir.

Sections radiales et longitudinales d'ensemble du suçoir. Le nombre, la position et la direction de ces coupes sera déterminée chaque fois par l'étude des sections transversales d'ensemble et par la forme du suçoir.

Étude spéciale des émergences du suçoir. — Cette étude spéciale se fait d'après la méthode indiquée page 265.

Étude spéciale de la surface de contact du suçoir et de la réserve nutritive. — Cette étude spéciale comprend :

1° La préparation de l'épiderme de la face de contact.

2° La section radiale de cette face.

3° La détermination du mode de terminaison des nervures ou faisceaux nourriciers au voisinage de cette surface de contact.

4° L'étude des points de végétation qui peuvent s'y développer et à défaut de points de végétation dans lesquels l'accroissement se localise, le mode de croissance de cette surface absorbante et la manière dont cette surface absorbe la réserve nutritive.

5° La détermination microchimique des substances nutritives des deux côtés de la membrane absorbante.

6° La détermination des ferments solubles qui provoquent la dissolution des matières nutritives accolées à la surface absorbante.

7° L'origine de ces ferments solubles.

8° La détermination des ferments, figurés auxquels une exagération récente des théories de M. Pasteur tend à rapporter ce même rôle (1).

[c]. — Étude d'ensemble d'une feuille composée pennée avec gaine et stipules.

On a choisi comme exemples les feuilles de *Cycas revoluta*, *Zamia villosa*, *Mimosa pudica*, *Fraxinus excelsior*.

La marche générale de l'étude demeure la même que pour l'étude d'ensemble d'une feuille simple.

Il n'y a de nouveau que ce qui a trait au rapport des diverses parties du pétiole commun entre elles et avec les pétiolules.

La région du pétiole commun comprise entre le point d'attache de la feuille et la première paire de foliole sera étudiée d'après la méthode que nous avons indiquée pour les pétioles ordinaires.

Chaque foliole sera étudiée comme si elle était une feuille entière.

La gaine et les stipules seront étudiées d'après la méthode indiquée page 263.

Etude des rapports des diverses parties consécutives du pétiole commun.

Pour déterminer ces rapports on procédera comme il suit : On pratiquera une première section transversale successive d'ensemble du pétiole commun commençant à deux centimètres au-dessous de la première paire de pétiolules et s'étendant jusqu'à un ou deux centimètres au-dessus de la région d'insertion de ces pétiolules. Si, par suite d'une inégalité dans le développement des deux côtés de la feuille, les deux pétiolules d'une même paire paraissent alternes au lieu d'être insérés au même niveau, on prolongerait la série en question au-dessus de la région d'insertion du pétiolule inséré le plus haut.

Cette première série de coupes transversales donnera les rapports des tissus de la région inférieure du pétiole commun avec la première région interpétiolulaire.

En second lieu on pratiquera une série de coupes transversales d'ensemble de la première région interpétiolulaire distantes, de deux

(1) Si la portion du cotylédon transformée en suçoir est très isolée du reste du cotylédon, comme c'est le cas du *Scutellum* ou *Ecusson* de l'embryon des Graminées, on étudierait cette région d'après la même méthode.

millimètres, en commençant à un centimètre de la région d'insertion des premiers pétioles pour l'arrêter à deux centimètres au-dessous de la région d'insertion des seconds pétioles ou du pétiole le plus inférieur de la deuxième paire, quand parfois ces pétioles ne sont pas insérés au même niveau. — Cette série de coupes nous fera connaître la structure de la première région intrapétiolulaire du pétiole commun (1).

On procédera pour la région d'insertion de la seconde paire de pétioles comme il a été procédé pour la première et pour la seconde région intrapétiolulaire du pétiole commun. Il suffirait de continuer ainsi de proche en proche jusqu'au sommet du pétiole commun pour connaître sa structure dans toute son étendue. Ordinairement il est possible de simplifier beaucoup cette besogne en remarquant que si la côte médiane de la feuille est très longue et ses paires de folioles très nombreuses et *sensiblement égales*, les rapports constatés entre deux régions pétiolulaires consécutives inférieures varient peu d'une région à la suivante, qu'il en est de même pour deux régions intrapétiolulaires consécutives de sa partie moyenne et de sa partie supérieure; il suffira dès lors de faire le travail que nous avons indiqué pour trois ou quatre régions intrapétiolulaires consécutives prises: 1^o vers la région inférieure de la côte médiane; 2^o vers sa région moyenne; 3^o vers son sommet.

Pour étudier les rapports des pétioles avec le pétiole commun, on ajoutera aux coupes précédentes et pour chacun des pétioles étudiés, une série de coupes transversales du pétiole, commençant à deux centimètres au-dessus de son insertion et descendant vers le pétiole commun jusqu'à un ou deux centimètres au-dessous de l'insertion apparente. Les sections les plus inférieures seront transversales au pétiole commun. Le changement de direction des coupes se fera peu, à peu à mesure que l'opérateur en reconnaîtra la nécessité.

Si la feuille donnée était composée à plusieurs degrés il serait facile d'étendre la méthode d'étude que nous venons d'indiquer pour les feuilles composées au premier degré en traitant chaque ensemble de folioles comme une feuille composée, et le rachis commun comme le pétiole commun d'une feuille composée pennée au premier degré (2).

(1) Lorsque la distance intra-pétiolulaire est inférieure à quatre centimètres, la série inférieure et la série supérieure des coupes transversales d'ensemble se suivent immédiatement, la série moyenne est supprimée.

(2) Le fait que les folioles seraient sessiles ou transformées en phyllodes ne modifierait en rien la méthode générale d'étude que nous indiquons.

[d]. — Étude d'ensemble d'une feuille composée palmée.

Nous avons pris comme exemple la feuille du Marronnier d'Inde.

Dans cet exemple, on étudiera le pétiole commun, la gaine et les stipules comme les parties correspondantes d'une feuille simple.

Chaque foliole sera, de même que dans l'exemple précédent, étudié comme si elle était une feuille simple, sauf en ce qui concerne les rapports des pétiolules avec le pétiole commun.

Les rapports du pétiole commun avec les pétiolules seront examinés d'après la méthode que nous avons indiquée pour étudier les rapports du pétiole d'une feuille simple avec sa côte médiane et avec ses nervures latérales.

β. — Etude des feuilles en voie de développement.

On appliquera les méthodes que nous avons indiquées ci-dessus aux feuilles dont on veut suivre le développement en prenant chacune de ces feuilles à ses principaux stades de croissance, c'est-à-dire ;

- 1° Au début, au milieu et à la fin de la formation du bourgeon où elle prend naissance,
- 2° Pendant la période d'hibernation du bourgeon,
- 3° Au début, au milieu et à la fin de son développement printanier,
- 4° Au milieu de sa période de végétation,
- 5° Vers le temps de leur chute.

Pour que les résultats obtenus soient comparables, il faut que les feuilles étudiées occupent des positions semblables sur des pousses de même ordre. — En comparant entre eux les développements des diverses feuilles d'une même pousse, on obtiendra souvent des données intéressantes sur les arrêts de développement qui peuvent frapper un organe déterminé.

Q. — Etude d'ensemble du système foliaire d'une plante.

Cette étude d'ensemble comprend :

- 1° La détermination des diverses catégories de feuilles de la plante.
- 2° L'étude de chaque catégorie de feuilles d'après les méthodes que nous avons indiquées ci-dessus.

3° L'observation du mode de développement de chaque catégorie de feuilles. — L'observation de la chute de ces feuilles ou de leur mode de destruction sur place.

4° L'étude des variations angulaires des insertions de chaque catégorie de feuilles pendant l'accroissement diamétral de la tige. — L'étude des diagrammes de distribution de ces feuilles aux principaux stades de cet accroissement.

5° L'étude de la vernation et de la préfoliation de chaque catégorie de feuilles.

6° L'étude des modifications que chaque catégorie de feuilles apporte dans le port des pousses. — L'étude de l'influence du feuillage, pris dans son ensemble, sur le port de la plante.

7° L'étude spéciale des feuilles adaptées à tel ou tel rôle physiologique particulier.

8° L'étude des pousses adventives qui peuvent prendre naissance sur les feuilles.

On étudiera d'après les méthodes que nous venons de faire connaître les systèmes foliaires des plantes suivantes :

Cycas circinalis.

Zamia horrida.

Stangeria paradoxa.

Bowenia spectabilis.

Salisburia adiantifolia (Ginko).

Taxus baccata (If).

Torreya nucifera.

Podocarpus ferruginea.

Sequoia sempervirens.

Taxodium distichum.

Thuia occidentalis.

Juniperus communis.

Abies pectinata.

A. Pinsapo.

Picea excelsa.

Pinus strobus.

P. Laricio.

Araucaria imbricata.

A. excelsa.

Dammara alba.

Ephedra distachya.

Gnetum Thoa.

Welwitschia mirabilis.

Casuarina equisetiformis.

Quercus robur.

Q. ilex.

Castanea (Chataigner).

Betula (Bouleau).

Populus (Peuplier).

Juglans (Noyer).

Corylus avellana (Noisetier).

Platanus (Platane).

Morus alba (Mûrier blanc).

Ulmus (Orme).

Mimosa pudica (Sensitive).

- Acacia anceps.*
Acacia heterophylla.
A. alata.
Gleditschia ferox.
Cercis siliquastrum.
Dolichos Lablab.
Phaseolus vulgaris (Haricot).
Hedysarum gyrans (Sainfoin
oscillant).
Ornithopus scorpioïdes.
Lathyrus (Divers).
Vicia (Divers).
Astragalus.
Ulex (Ajonc).
Amygdalus communis.
Geum urbanum.
Rubus.
Pyrus.
Calycanthus.
Myrtus communis (Myrte com-
mun).
Eucalyptus.
Melaleuca.
Zizyphus.
Rhamnus.
Bankia.
Hakea.
Grevillea.
Aulax.
Eleagnus.
Daphne.
Laurus.
Cinnamomum.
Lythrum salicaria (Salicaire).
Callitriche verna.
Hippuris vulgaris.
Trapa natans.
Myriophyllum.
Gunnera scabra.
Cucumis sativus.
Cucurbita Pepo.
Ecbalium elaterium.
Begonia (Divers).
Aristolochia.
Asarum.
Nepenthes.
Cytinus hypocystis.
Osyris alba.
Viscum album.
Chloranthus.
Ceratophyllum.
Cornus mas (Cormier).
Aralia spinosa.
Dendropanax Sieboldi.
Hedera Helix.
Panax.
Conium maculatum.
Buplevrum.
Crithmum maritimum.
Ænanthe crocata.
Ferula.
Bunium bulbocastanum.
Hydrocotyle.
Liquidambar.
Platanus.
Passiflora.
Carica papaya.
Saxifraga (Diverses).
Cephalotus follicularis.
Bryophyllum calycinum.
Cotyledon.
Rochea falcata.
Umbilicus veneris.
Opuntia.
Pereskia.
Mesembryanthemum glaciale.

- Theligonum.*
Portulaca.
Amarantus.
Basella.
Phytolacca dioïca.
Bougainvillea spectabilis.
Fagopyrum esculentum (Sarrasin)
Mühlenbeckia platyclada.
Humulus Lupulus (Houblon).
Morus alba (Murier blanc).
Ficus elastica (Caoutchouc).
Broussonetia papyrifera (Murier
du Japon).
Urtica dioïca (Ortie dioïque).
Piper cubeba.
Saururus.
Nymphaea alba (Nénuphar blanc)
Sarracenia Drummondi.
Peonia.
Nigella.
Helleborus fœtidus.
Caltha palustris.
Ficaria ranunculoïdes.
Ranunculus aquatilis.
R. bulbosus.
Thalictrum flavum.
Clematis vitalba.
Magnolia.
Berberis vulgaris.
Chelidonium majus.
Corydalis lutea.
Sennebiera.
Raphanus sativus (Radis).
Brassica (Divers).
Capparis (Divers).
Dionæa muscipula.
Drosera rotundifolia.
Drosophyllum lusitanicum.
Evonymus europæus.
Ampelopsis hederacea.
A. nigra.
Æsculus hippocastanum (Mar-
ronnier d'Inde).
Urvillea.
Kæhreuteria.
Serjania.
Acer pseudo-platanus.
Valsura pinnata.
Trichilia micrantha.
Vavaea amicorum.
Hyenea trijuga.
Soyimida febrifuga.
Citrus aurantium.
Rhus (Divers).
Schinus molle.
Melanthus major.
Oxalis.
Tropæolum majus.
Buxus sempervirens.
Ricinus communis.
Macaranga.
Malotus.
Euphorbia.
Gossypium.
Malva.
Dipterocarpus.
Camellia.
Tilia europæa.
Tamarix.
Hypericum.
Fraxinus.
Olea europæa.
Ilex aquifolium.
Monotropa hypopitys.
Pinguicula.

- Calluna.*
Hottonia palustris.
Glaux maritima.
Cyclamen persicum.
Littorella lacustris.
Plantago lanceolata.
Stachys palustris.
Lycopus europæus.
Thunbergia.
Wigandia.
Tecoma radicans.
Catalpa.
Utricularia.
Orobanche.
Paulownia.
Nicotiana.
Lycium.
Cuscuta.
Convolvulus.
Menyanthes trifoliata (Trèfle
d'eau).
Stapelia.
Nerium oleander (Laurier rose).
Galium.
Sambucus nigra.
Lonicera.
Centranthus ruber.
Eupatoria cannabinum.
Onopordon.
Cirsium eriophorum.
Achillea millefolium.
Campanula.

Potamogeton lucens.
P. Gramineus.
Najas.
Aponogeton.
Ouvir andra fenestralis.
- Sagittaria sagittæfolia.*
Butomus umbellatus.
Alisma plantago.
Vallisneria spiralis.
Stratiotes aloïdes.
Hydrocharis morsus-ranæ.
Vanilla.
Orchis.
Stanhopea.
Zingiber.
Maranta.
Hohenbergia.
Bromelia.
Iris.
Crocus.
Dioscorea.
Tamus communis.
Agave americana.
Narcissus.
Yucca gloriosa.
Lilium (Lys).
Funkia ovata.
Aloe (Aloës).
Asphodelus (Asphodèle).
Paris quadrifolia.
Asparagus officinalis (Asperge).
Smilax excelsa (Salsepareille).
Dracæna Veitchii.
Polygonatum vulgare (Sceau de
Salomon).
Phœnix dactylifera (Dattier).
Jubaea spectabilis.
Astrocaryum.
Iriartea ventricosa.
Thrinax.
Latania.
Chamædoræa.
Pandanus.

<i>Sparganium ramosum.</i>	<i>Eleocharis palustris.</i>
<i>Arum.</i>	<i>Stipa tenacissima</i> (Alfa).
<i>Philodendron.</i>	<i>Bambusa.</i>
<i>Pistia.</i>	<i>Zea maïs</i> (Maïs).
<i>Pontederia crassipes.</i>	<i>Sorghum.</i>
<i>Amorphophullus Rivieri.</i>	<i>Arundo phragmites.</i>
<i>Ambrosinia.</i>	<i>Avena sativa.</i>
<i>Juncus.</i>	<i>Festuca heterophylla.</i>
<i>Commelyna.</i>	<i>Aira pulchella.</i>
<i>Carex.</i>	<i>Dactylis glomerata.</i>
<i>Scirpus lacustris.</i>	<i>Spartina stricta.</i>
<i>Cyperus.</i>	<i>Nardus stricta.</i>

R. — Étude d'ensemble d'une racine secondaire vers la fin de sa première période de végétation.

1 Extérieur de la racine.

On figurera la racine étudiée en mettant bien en évidence : la région d'insertion de la racine, les files de racines de troisième ordre qui en naissent, la région de ses poils radicaux, la pilorhize. — S'il y a lieu on représentera chacune de ces parties grossie à côté de l'ensemble.

2. Coupes transversales d'ensemble.

On pratiquera une première série de sections transversales successives d'ensemble de la racine dans sa région d'insertion. On limitera cette série d'une part à l'axe de la racine principale, d'autre part sur la racine secondaire à deux centimètres de son insertion.

On pratiquera une deuxième série de sections transversales d'ensemble distantes l'une de l'autre de cinq à six millimètres en commençant à deux centimètres du point d'insertion de la racine secondaire et en allant ainsi jusqu'à deux centimètres au-dessous de la région d'insertion des poils radicaux. — Au cours de cette seconde série de sections transversales, il s'en trouvera quelques-unes passant par les régions d'insertion de racines tertiaires parvenues à divers stades de développement. Les principaux stades de ce développement sont : 1° Le moment

de l'apparition de la racine de troisième ordre : 2^o le moment où les tissus de la racine secondaire soulevés par la racine de troisième ordre vont se déchirer ; 3^o le moment où la surface de la racine de troisième ordre s'exfolie pour la première fois ; 4^o le moment où la racine de troisième ordre est en pleine croissance.

On pratiquera une troisième série de sections transversales successives d'ensemble de la racine en commençant à deux centimètres au-dessous de la région des poils radicaux et en s'élevant jusqu'au sommet de la racine.

Ces coupes transversales feront connaître la structure de la racine dans toute son étendue, son point de végétation apical, son insertion sur la racine principale, ses rapports avec les racines tertiaires.

3. Coupes radiales d'ensemble.

Section radiale d'ensemble passant par l'axe de la racine secondaire et par l'axe de la racine principale.

Section radiale d'ensemble passant par l'axe de la racine secondaire perpendiculairement à l'axe de la racine principale.

Sections radiales d'ensemble de la racine dans le plan d'un de ses massifs ligneux vers le tiers supérieur, vers le tiers inférieur et dans la région des poils radicaux de la racine.

Sections radiales d'ensemble de la racine dans le plan d'un de ses massifs libériens dans les régions ci-dessus spécifiées.

Sections radiales d'ensemble du sommet de la racine, les unes pratiquées dans les plans de ses diverses lames ligneuses, les autres pratiquées dans les plans de ses diverses masses libériennes.

On étudiera spécialement sur ces préparations : la différenciation longitudinale des tissus de la racine ; la formation de la pilorhize ; les rapports de la pilorhize avec la surface du point de végétation ; l'exfoliation de la pilorhize ; le mode de développement des poils radicaux. — En pratiquant quelques coupes radiales spéciales de la surface de la racine vers la base de la région couverte de poils radicaux, on reconnaîtra généralement ce que devient l'assise pilifère en vieillissant.

Sections radiales d'ensemble dans les plans définis par l'axe

de la racine secondaire et l'axe de racines tertiaires à divers stades de développement de celles-ci.

4. Étude spéciale de l'accroissement diamétral de la racine.

Il sera procédé dans cette étude comme il a été dit pour la tige.

5. Étude spéciale de la décortication de la racine.— Il sera procédé dans cette étude comme nous l'avons indiqué pour la tige.

6. On étudiera les points de végétation qui doivent fournir des racines adventives à la surface de la racine secondaire et l'insertion de ces racines, comme on a étudié les points de végétation et l'insertion des racines de troisième ordre.

Si la racine secondaire doit durer plus d'une période de végétation, on étudiera cette racine d'après la méthode ci-dessus :

- 1° pendant son premier repos hivernal,
- 2° au début, au milieu et à la fin de la seconde période de végétation.
- 3° pendant le second repos hivernal.

Très généralement après cette période de développement, les formations qui se produisent dans la racine se répètent à chaque période de végétation. Les seules variantes qui se produisent sont une exfoliation plus abondante des tissus superficiels de la racine, et la nécrose de ses tissus intérieurs.

Pour suivre les premiers développements de la racine secondaire, on fera choix d'un certain nombre de ces racines, placées en des points homologues et ayant sensiblement la même force au moment de leur apparition. On étudiera ces racines d'après la méthode indiquée ci-dessus aux principaux stades des premiers développements de la racine tertiaire, savoir :

- 1° Au moment où la racine secondaire provoque le soulèvement des tissus de la racine primaire.
- 2° Au moment où la racine secondaire provoque la déchirure des tissus de la racine primaire.
- 3° Au moment de la première exfoliation de la racine secondaire.
- 4° Vers le milieu de sa première période de végétation.

Les premiers débuts de la racine secondaire seront étudiés avec la racine principale.

On étudiera de la même manière :

1^o Les racines tertiaires, quaternaires, etc., et en général les différents termes de la ramification homogène normale des racines secondaires

2^o Les racines adventives nées sur les racines secondaires, tertiaires, etc., et les racines qui forment leur ramification homogène normale et adventive.

3^o Les racines qui forment la ramification homogène normale ou adventive des racines nées sur les tiges, les bourgeons ou les feuilles de la plante ; que ces racines adventives soient nées en des points fixes ou en des points quelconques.

Rien ne sera changé à la méthode générale d'étude que nous avons indiquée si la racine s'adapte à un rôle physiologique spécial, qu'elle se transforme en épine, en tubercule ou en organe natateur. Dans les cas particuliers où la racine se tubérise, on ajoutera, outre une étude spéciale du mécanisme de la tubérisation, une étude microchimique des matières nutritives emmagasinées dans le tubercule radical aux diverses périodes de la végétation.

Dans les cas de fasciations de racines, on procèdera à l'étude du cladode d'abord, comme si ce cladode était une racine simple ; puis en étudiant chaque branche du cladode isolément d'après la méthode indiquée ci-dessus.

S. — Étude d'ensemble d'une racine principale.

Programme à suivre pour l'étude d'ensemble d'une racine principale.

Nous avons choisi comme exemple des racines principales développées de *Cycas*, de *Thuia*, de Pin, de Haricot, de Melon, de *Mirabilis jalapa*, de Frêne, d'*Acer pseudo platanus*, de Carotte, d'Asperge, de *Dracæna Weitchii*, de Bégonia, de *Bryonia dioïca*, de *Convolvulus scamonnea*, de *Dioscorea* parvenues à la fin de leur première période de végétation.

On suivra identiquement la marche que nous indiquée ci-dessus pour les racines secondaires, sauf en ce qui concerne les rapports de la racine principale avec les tissus de l'organe sur lequel elle est fixée. On

déterminera ces rapports au moyen d'une série de sections transversales successives d'ensemble qui commence au quart ou au cinquième inférieur de la racine principale pour s'élever dans l'axe hypocotylé et au besoin dans la tige principale jusqu'au niveau ou toute trace d'insertion des tissus de la racine principale sur les tissus de l'axe hypocotylé ou de la tige principale a disparu (1).

L'étude de la racine principale dans les deuxième, troisième, etc., périodes de végétation se fera comme pour les racines secondaires en y apportant toutefois la modification que nous avons indiquée ci-dessus pour l'étude des rapports des tissus de la racine principale avec les tissus de l'axe hypocotylé.

Quant aux premiers développements de la racine principale, nous avons indiqué page 48, 49, 218, 220, la méthode qu'il convient de suivre pour étudier la racine principale dans l'embryon. Nous avons indiqué en même temps la méthode à suivre pour étudier la racine principale au début de la germination jusqu'à la première exfoliation de la pilorhize. Entre ce stade et la fin de la première période de végétation de la racine principale, on étudiera la racine principale d'après la méthode générale indiquée ci-dessus.

Antérieurement à la maturité de la graine, pendant les premières phases du développement de l'embryon, l'étude du développement de la racine principale rentre dans l'étude des premiers développements des parties de l'embryon.

1. — Étude d'ensemble d'une racine adventive née en un point quelconque d'une tige, d'une feuille ou d'un bourgeon.

On procèdera dans cette étude comme s'il s'agissait d'une racine principale, c'est-à-dire qu'en ce qui concerne la région d'insertion de la racine adventive, on se bornera à pratiquer des sections transversales successives d'ensemble du quart inférieur de ces racines jusqu'au delà du niveau de l'insertion de leurs tissus sur les tissus de l'organe au sein duquel elles ont pris naissance. Au besoin on complè-

(1) Il y aura lieu pour compléter cette étude d'adjoindre à la série de sections transversales que l'on vient de faire quelques coupes radiales de l'insertion de la racine principale dans le plan de chacune de ses lames ligneuses.

tera ces données par des sections radiales pratiquées dans le plan de ses lames ligneuses et libériennes. — Pour le reste on suivra la méthode générale d'étude des racines secondaires (1), (2), (3).

U. — Étude d'ensemble du système radical d'une plante.

Dans cette étude d'ensemble on procèdera comme il suit :

On figurera : 1° l'ensemble du système radical émané de la racine principale.

2° La ramification homogène normale de chaque ordre de racines.

3° Les racines adventives nées de la base de l'axe hypocotylé et leur ramification homogène.

4° Les autres groupes de racines adventives et leur ramification homogène normale, y compris les racines adventives accidentelles.

On étudiera séparément chacune des catégories de racines du système radical d'après les méthodes générales indiquées ci-dessus.

On complètera ces études par une étude spéciale de l'accroissement diamétral et de l'origine de chaque ordre de racines.

On appliquera les méthodes ci-dessus aux racines des plantes suivantes :

Cycas.
Zamia.

Taxus baccata (If).
Picea excelsa (Epicéa).

(1) Les indications ci-dessus sur la méthode d'étude des racines adventives et nos indications antérieures sur la méthode d'étude des bourgeons axillaires terminaux et adventifs permettront d'étudier une Bouture et une Marcotte.

(2) Lorsque les racines sont transformées en suçoirs, la méthode d'étude que nous avons indiquée s'applique encore. Il vaut mieux toutefois étudier ce suçoir comme une racine adventive insérée sur une racine d'ordre n .

(3) Pour étudier à un instant quelconque les rapports d'une racine d'ordre n avec une racine d'ordre $(n + 1)$ ou avec une racine adventive, on procèdera comme il suit :

On pratiquera une première série de sections transversales successives d'ensemble de la racine d'ordre n depuis un centimètre au-dessus de l'insertion de la racine d'ordre $(n + 1)$ jusqu'à un centimètre au-dessous de cette insertion.

On pratiquera une deuxième série de sections transversales successives d'ensemble de la racine d'ordre $(n + 1)$ commençant à deux centimètres au-dessus de son insertion et s'étendant jusqu'à l'axe de la racine d'ordre n .

On pratiquera une section de l'ensemble des deux racines dans un plan qui contient leurs axes.

- Abies pectinata* (Sapin).
Cedrus deodara (Cèdre de l'Himalaya).
Pinus sylvestris (Pin Sylvestre).
Thuia.
Araucaria excelsa.
Salisburia adiantifolia (Ginko).
Ephedra distachya.
- Casuarina equisetiformis*.
Quercus robur (Chêne).
Juglans regia (Noyer).
Acacia lophantha.
Poinciana regia.
Cercis siliquastrum.
Colutea.
Vicia sativa (Fève).
Lathyrus (Divers).
Ervum.
Phaseolus vulgaris (Haricot).
Calycanthus.
Myrtus communis (Myrte).
Eucalyptus globulus.
Cuphea silenoïdes.
Oenothera biennis.
Hippuris vulgaris.
Gunnera scabra.
Bryonia dioïca.
Thladiantha dubia.
Cucumis sativus.
Begonia discolor.
Aristolochia Siphon.
Asarum canadense.
Viscum album (Gui).
Thesium humifusum (1).
Oenanthe crocata.
- Daucus carota* (Carotte).
Carum bulbocastanum.
Angelica archangelica.
Ribes nigrum (Groseiller noir).
Saxifraga.
Passiflora.
Mesembryanthemum.
Cereus.
Portulaca.
Phytolacca dioïca.
Beta vulgaris (Betterave).
Spinacia oleracea (Epinard).
Mirabilis jalapa (Belle de nuit).
Rheum.
Rumex acetosella.
Polygonum bistorta.
Cannabis sativa (Chanvre).
Urtica.
Piper cubeba.
Peperomia argentea.
Nymphaea alba (Nénuphar).
Nelumbium.
Peonia.
Ficaria.
Ranunculus aquatilis.
R. bulbosus.
Caltha palustris.
Raphanus sativus (Radis).
Brassica.
Ampelopsis nigra.
Acer pseudoplatanus.
Æsculus Hippocastanum.
Citrus aurantiacum.
Melianthus.
Oxalis acetosella.
Linum (Lin).

(1) Dans le midi de la France on ajoutera *Cytinus hypocyrtis* et *Osyris alba*.

- Tropæolum majus* (Capucine).
Ricinus communis (Ricin).
Camellia japonica.
Ilex aquifolium (Houx).
Olea europæa (Olivier).
Fraxinus excelsior (Frêne).
- Pyrola*.
Azalea.
Vaccinium.
Calluna.
Hottonia palustris.
Cyclamen persicum.
Acanthus mollis.
Bignonia.
Pinguicula.
Orobanche.
Lalhræa.
Euphrasia.
Gratiola.
Paulownia.
Solanum tuberosum (Pomme de terre).
Lycium.
Hyosciamus.
Nicotiana (Tabac).
Cuscuta (Cuscute).
Convolvulus scamonnea.
C. turpethum.
Ipomœa.
Menyanthes trifoliata (Trêfle d'eau).
Hoya carnosa.
Stapelia.
Vinca major (Grande Per-venche).
Galium.
Sambucus nigra.
- Valerianella*.
Dipsacus sylvestris.
Tussilago farfara.
Erigeron canadense.
Bidens.
Helianthus annuus.
Helianthus tuberosus.
Dahlia.
Centaurea.
Lappa major.
Lactuca.
Cichorium.
Scorzonera.
Taraxacum dens-leonis (Pissenlit)
Phyteuma.
Campanula rotundifolia.
- Lemna* (Lentille d'eau).
Hydrocharis morsus-ranae.
Najas.
Potamogeton.
Sagittaria sagittæfolia (Sagit-taire).
Alisma plantago (Plantain d'eau)
Butomus umbellatus (Jonc fleuri).
Neottia ovata.
N. nidus-avis.
Vanilla.
Stanhopea.
Ammomum.
Zingiber Zerumbet.
Canna.
Maranta zebrina.
Strelitzia.
Pontederia crassipes.
Crocus.
Iris.
Tamus communis.

<i>Dioscorea batatas.</i>	<i>Corypha.</i>
<i>Lilium</i> (Lys).	<i>Ænocarpus.</i>
<i>Ruscus aculeatus</i> (Petit Houx).	<i>Pandanus.</i>
<i>Smilax</i> (Salsepareille).	<i>Typha.</i>
<i>Dracæna draco</i> (Dragonnier).	<i>Arum.</i>
<i>Asparagus officinalis</i> (Asperge).	<i>Juncus.</i>
<i>Paris quadrifolia.</i>	<i>Eleocharis.</i>
<i>Phœnix.</i>	<i>Zea Maïs.</i>
<i>Elæis.</i>	<i>Triticum usitatissimum.</i>
<i>Geonoma.</i>	<i>Bambusa.</i>

V. — Etude d'ensemble de l'appareil végétatif d'une plante

On figurera l'ensemble de l'appareil végétatif de la plante ; puis on représentera et on étudiera successivement d'après les méthodes générales indiquées ci-dessus : l'axe hypocotylé, chacune des catégories de tiges, de feuilles, de racines, de bourgeons.

On appliquera cette méthode aux plantes citées dans les listes précédemment données.

§ II. QUESTIONS ORALES.

A. — Questions générales.

Nomenclature de la Tige.
Nomenclature de la Feuille.
Nomenclature de la Racine.
La Tige principale.
Les Tiges secondaires.
Les Tiges des différents ordres.
Les Tiges issues de dichotomies.
Les Tiges adventives.
Ramification homogène de la Tige.
Ramification de la Plante phanérogame

La Phyllotaxie des Plantes phanérogames

Les Bourgeons.

Méthode d'étude d'un Bourgeon. — Étudier l'ensemble des bourgeons d'une plante.

Méthode d'étude d'une Tige. — Étudier l'ensemble des tiges d'une plante.

Méthode d'étude d'une racine. — Étudier l'appareil radical d'une plante.

Méthode d'étude d'une feuille. — Étudier l'appareil foliaire d'une plante.

La croissance de la Tige.

La croissance de la Racine.

Décrire une pousse.

Hibernation de la plante.

B. — Questions spéciales.

Qu'est-ce que l'axe hypocotylé? La Tige principale? Les Tiges secondaires? Les Tiges des différents ordres? Les Tiges d'origine dichotome? Les Tiges d'origine adventive? — Donner la caractéristique de chacune de ces catégories de tiges.

Y a-t-il des plantes phanérogames sans axe hypocotylé ou sans tige principale?

Les Tiges secondaires d'une plante sont-elles identiques entre elles? Quelles conditions doivent remplir les échantillons destinés à faire connaître la croissance des tiges secondaires d'une plante?

Qu'appelle-t-on ramification homogène d'une tige?

Qu'appelle-t-on grappe? grappe composée? cyme? cyme composée? cyme unipare, cyme bipare, cyme multipare, cyme composée unipare, cyme composée bipare, cyme composée multipare, sympode, monopode, cyme hélicoïde, cyme scorpioïde?

De quelle manière les branches axillaires sont-elles disposées sur la tige qui les porte?

Qu'appelle-t-on Feuille, Nœud, Entre-nœud, Aisselle d'une feuille, Coussinet d'une feuille?

Qu'est-ce que la Phyllotaxie? — Qu'appelle-t-on verticille? Quelle est la caractéristique du verticille? Que présentent de particulier les verticilles successifs de certaines Rubiacées? — Qu'appelle-t-on feuil-

les alternes ? Les feuilles alternes sont-elles toujours disposées sur une même spire génératrice ? Qu'appelle-t-on spire génératrice ? Angle de divergence ? Cycle ? Quels sont les principaux cycles que l'on rencontre dans la nature ? Que représentent les séries dont ces cycles sont les termes consécutifs ? — Comment apprécie-t-on le sens d'enroulement d'une spire génératrice ? — Qu'appelle-t-on spire secondaire ? orthostique ? cyclure, cyclarque ? Prosenhèse ? — Quelles sont les principales prosenhèses ? — Quand y a-t-il homodromie ? hétérodromie ?

Qu'appelle-t-on Diagramme foliaire ? — Quelle est la règle pratique à suivre pour déterminer la spire génératrice d'une tige dont l'axe est très court eu égard au nombre de ses appendices ? Peut-on déterminer le sens de cette spire et comment doit-on s'y prendre ? Qu'est-ce qu'un bourgeon ? — Faire connaître les parties constituant d'un bourgeon et l'arrangement de ces pièces dans le bourgeon ? Quelles sont les diverses catégories de bourgeons ? — Où trouve-t-on les bourgeons et comment sont-ils disposés là où on les rencontre ? Quelles sont les principales phases du développement du bourgeon ? — Comment les jeunes feuilles sont-elles disposées dans les bourgeons ?

Qu'appelle-t-on pousse ? Les diverses pousses d'une même tige sont-elles identiques entre-elles ?

Quelle orientation donne-t-on aux tiges que l'on étudie ?

Comment peut-on déterminer 1^o les rapports de l'axe hypocotylé avec la tige principale ? 2^o les rapports de deux pousses successives d'une même tige ? 3^o les rapports d'une tige secondaire avec la tige principale sur laquelle elle est née ?

Expliquez la dispersion des jeunes feuilles que porte l'axe d'un bourgeon pendant le temps de l'élongation de l'axe de ce bourgeon ?

En quoi consiste l'hibernation des bourgeons terminaux et axillaires ? A quelles époques cette hibernation a-t-elle lieu dans les pays froids, dans les pays chauds ? Un bourgeon doit-il nécessairement subir un repos hivernal avant de se développer ?

Qu'appelle-t-on port d'une plante ? De quoi dépend ce port ?

Qu'appelle-t-on fasciation de tiges ou Cladodes de tiges ? En donner des exemples ? Quelles sont les causes qui semblent en provoquer la formation ?

Qu'appelle-t-on aiguille ? Chez quels végétaux trouve-t-on des aiguilles dans la nature actuelle ?

Que faut-il entendre par les expressions Tige, Tronc, Rameaux, Ramilles, Branche, Cime, Souche, Jet ou Stolon, Drageon, Rhizome, Tubercule, Bulbe ? Les plantes acaules sont-elles réellement dépourvues de tige ? Pourquoi nomme-t-on ces plantes acaules ? Que deviennent les régions intranodales chez les plantes acaules ? Que deviennent les régions nodales chez les plantes aphylls ?

Quels sont les divers types de Rhizomes ? Quels sont les divers types de Bulbes ? Quelle est le rôle des Bulbes dans une plante ? Montrer de quelle manière les bulbes réalisent le type d'un organe disséminateur de l'individu végétal ? Comparer l'embryon enfermé dans la graine mûre à une bulbe. Bien mettre en relief les ressemblances et les dissemblances des deux objets ?

Comparer entre eux les Drageons, les Rhizomes, les Tubercules et les Bulbes ? Comparer les Bourgeons caducs, les Rameaux caducs avec les Tubercules et avec les Rhizomes ?

Que faut-il entendre par les expressions Arbre, Arbuste, Arbrisseau, Sous-Arbrisseau, Herbe, Plante annuelle, Plante bisannuelle, Plante vivace ?

Quels qualificatifs donne-t-on à la tige en Botanique descriptive ; 1° d'après sa consistance ; 2° d'après sa durée ; 3° d'après sa direction ; 4° d'après la forme de sa section ; 5° d'après son revêtement.

Qu'est-ce que la feuille ? Quelles sont les caractéristiques de la feuille ? Tous les appendices d'une tige sont-ils des feuilles ?

Quelles sont les parties essentielles d'une feuille complète ? — Qu'appelle-t-on Pétiole, Gaine, Stipule, Limbe ?

Dans quel ordre les feuilles apparaissent-elles sur la Tige ?

Qu'appelle-t-on Emergence ? Ligule ?

Qu'est-ce que les plantes aphylls ? N'ont-elles jamais de feuille ? Ont-elles des Cotylédons ?

Qu'est-ce que la Polymorphose des feuilles ? Qu'appelle-t-on pré-feuille ?

Faire connaître l'arrangement des feuilles jeunes dans les bourgeons ? — Le mode de plissement des feuilles dans le bourgeon est-il en rapport avec la nervation de leur limbe ? — Y a-t-il quelque rapport entre le mode de vernalion des feuilles et le mode de nerva-

tion de leur limbe ? — La distribution des feuilles sur l'axe d'un bourgeon a-t-elle quelque rapport avec la distribution des feuilles sur la pousse que ce bourgeon produit ? Indiquer à peu près quels sont ces rapports ?

Comment les feuilles se détachent-elles des tiges qui les portent ?

Quelles qualifications donne-t-on à la feuille, selon son mode d'attache et sa position ?

Qu'appelle-t-on Phyllode ? Feuille sessile ? Feuille décurrente ? Quelles sont les principales causes de phyllodination des feuilles ?

Quelles sont les régions qu'on distingue ordinairement dans un limbe, dans un pétiole, dans les stipules, dans une gaine.

Quels sont les principaux rôles des stipules ? Quelles qualifications donne-t-on aux stipules d'après leur position, d'après leur degré d'adhérence entre elles et avec les parties voisines, d'après leur consistance ?

Quels sont les principaux types de nervation du Limbe ? Quels sont les caractères d'une nervation simple et primitive ? Quels sont les caractères auxquels les paléobotanistes ont recours, lorsqu'il s'agit de déterminer les empreintes des feuilles des végétaux fossiles ? Quelle est la valeur de ces caractères ?

Quelles sont les qualifications principales données à la feuille, 1^o d'après l'état du bord de son limbe, 2^o d'après l'état de son sommet, 3^o d'après la forme générale et le degré de complication du limbe, 3^o d'après l'état, la coloration, et le revêtement de cette partie, 4^o d'après la direction générale de la feuille.

Qu'est-ce qu'une racine ? Quelles régions distingue-t-on dans une racine ?

Qu'est-ce que la pilorhize ? Quel est le principal rôle de la pilorhize ? Comment la pilorhize s'exfolie-t-elle ? Qu'arrive-t-il à la surface nouvellement dénudée par l'exfoliation de la pilorhize dans les racines dont la croissance se fait dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, ou bien qui ont éprouvé un ralentissement de croissance en arrivant au contact de l'eau ?

Où se trouve le point de végétation de la racine ? Comment peut-on montrer l'élongation de la racine ? Que peut-on conclure de la méthode employée et des résultats observés ? Quelle est l'origine des racines ? Qu'est-ce que la coléorhize ? Qu'a-t-on voulu exprimer par

les expressions d'endorizés et d'exorhizés ? Quelles sont les diverses catégories de racines ? Quels sont les caractères des racines principales, des racines secondaires, des racines des différents ordres, des racines adventives nées sur d'autres racines, des racines adventives nées sur des tiges, des feuilles ou des Bourgeons. ou sur des parties quelconques de ces organes ? Qu'appelle-t-on ramification homogène normale des racines ? Les racines ont-elles une ramification hétérogène ? Les racines portent-elles des feuilles ? A propos de cette dernière question, comment faut-il envisager le bouturage des plantes au moyen de leurs racines ?

Qu'appelle-t-on pivot ? Racine pivotante ? Racines fasciculées ? Radicelles ? Chevelu ? Les racines peuvent-elles se fascier entre elles ? Donner des exemples de cladodes de racines ?

Qu'est-ce que les racines intérieures ? les racines aériennes ? à propos de ces dernières, dire ce qu'on appelle velamen ? Qu'appelle-t-on racines botryoïdes ?

Y a-t-il des plantes phanérogames qui temporairement, ou d'une manière continue soient dépourvues de racines ? en citer des exemples.

Qu'est-ce que le collet ? Quelles sont les diverses significations données à ce mot ?

La position des grosses racines d'un végétal est-elle constante et préindiquée ?

§ III. QUESTIONS ÉCRITES.

Les indications contenues dans cette leçon et dans celle qui précède permettent de traiter les questions écrites suivantes :

La Nomenclature de la Tige.

La Nomenclature de la Feuille.

La Nomenclature de la Racine.

Caractériser les diverses catégories de Tiges.

Faire connaître la ramification homogène de la tige.

Comment doit-on étudier une tige ? — Quels sont les points à mettre en évidence dans cette étude ?

Les Bourgeons (1).

La Phyllotaxie de la tige.

La nervation des feuilles (2).

Comment doit-on étudier une bouture ?

Comment doit-on étudier une greffe (3) ?

Décrire une pousse (4).

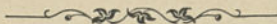
Décrire l'extérieur d'une plante phanérogame pendant sa période d'hibernation — Cas particulier où la plante a des feuilles persistantes. — Cas particulier où la plante possède des organes de dissémination.

(1) Pour traiter complètement les bourgeons il faudrait faire connaître la structure de leurs points de végétation, de leurs feuilles et de leurs écailles péruaires à leurs divers stades de développement, ainsi que les rapports de ces parties à ces diverses époques. — On trouvera des indications sur ce sujet dans notre Leçon sur les *Bourgeons*

(2) Pour traiter cette question il faut se borner ici à la description de l'extérieur de la nervation. On trouvera plus loin les indications nécessaires pour faire connaître en outre la structure des nervures, leurs rapports, leurs modes de développement et leurs rôles.

(3) Il suffit pour donner cette méthode, de savoir que la greffe peut être définie, une bouture dans un sol vivant. Ceci implique un examen spécial des rapports de la bouture et du sol.

(4) On réservera tout ce qui a trait à la structure de la pousse. — La structure de la pousse ne peut être traitée en effet qu'après nos Leçons sur la Tige.



TROISIÈME, QUATRIÈME ET CINQUIÈME
LEÇONS.

NOMENCLATURE DES ORGANES REPRODUCTEURS DES
PHANÉROGAMES.

SOMMAIRE.

Introduction. — Pourquoi il n'y a pas lieu de faire un chapitre spécial pour la Nomenclature des organes de nutrition et de relation des Phanérogames.

§ I. — NOMENCLATURE DE LA GLANDE ET DES CELLULES MALES.

La glande mâle ou sac pollinique. — L'Etamine, ses régions. — L'Etamine des Gymnospermes. — L'Etamine des Angiospermes. — Les cellules mâles ou grains de pollen. Les Pollens composés, les Pollinies, le Boyau pollinique. — Les Etamines composées. — Les Etamines rameuses.

§ II. — NOMENCLATURE DE LA GLANDE ET DES CELLULES FEMELLES.

La glande femelle ou ovule. — L'ovule des Gymnospermes. — L'ovule des Angiospermes. — L'épithélium femelle des Gymnospermes. — L'épithélium femelle des Angiospermes.

§ III. — NOMENCLATURE DU PISTIL.

Le pistil et ses régions. — Constitution du pistil primitif. Le carpelle. Les modes de placentation du pistil primitif. Nomenclature de son stigmate et de son style. — Nomenclature des pistils pluriloculaires. — Nomenclature des pistils à carpelles dissociés. — Pistils unicarpellés. — Ovaires libres et ovaires adhérents. — Pistils des Gymnospermes. — Pistils composés.

§ IV. — NOMENCLATURE DE LA FLEUR.

Définition de la Fleur. Ses parties. Ce que l'on appelle fleur complète, fleur incomplète. — Nomenclature du Gynécée. — Nomenclature de l'Androcée. — Nomenclature de la Corolle. — Nomenclature du Calyce. — Nomenclature du Périanthe. L'apétalie atrophique et l'apétalie primitive. — Le Réceptacle, ses régions. Insertion relative des pièces de la fleur. — Le pédoncule floral et ses annexes. — Bractées et feuilles florales. — Noms donnés aux fleurs d'après l'agencement général de leurs parties. Loi de la symétrie florale. Composition de la fleur type. Les verticilles floraux. — Diagrammes floraux. — Formules florales.

§ V. — NOMENCLATURE DES INFLORESCENCES.

Définition des Inflorescences. — Grappes et Cymes. — Principales variantes des inflorescences en grappe. — Principales variantes des Inflorescences en cymes. — Inflorescences composées.

§ VI. — NOMENCLATURE DES FRUITS.

§ VII. — THÉORIE DE LA MÉTAMORPHOSE.

INTRODUCTION.

Pourquoi il n'y a pas lieu de faire un chapitre spécial pour la Nomenclature des organes de nutrition et de relation des Phanérogames.

Les organes des fonctions de nutrition et de relation sont peu employés dans la détermination des Phanérogames ; ils n'ont donné à la terminologie en usage dans cette détermination qu'un très petit nombre de mots que nous avons tous rencontrés et définis dans la *Nomenclature de la Tige, de la Feuille et de la Racine* ; il n'y a donc pas lieu de faire un chapitre spécial pour la Nomenclature de ces organes. Au contraire, les procédés de détermination des Phanérogames reposant tous sur les caractères fournis par leurs organes sexuels, ceux-ci et leurs dépendances ont été minutieusement étudiés ; ils ont fourni à la terminologie botanique courante un très grand nombre d'expressions. Nous allons les exposer brièvement en essayant de les relier entre elles dans la mesure où les faits le permettent.

I. — NOMENCLATURE DE LA GLANDE MALE.

Chez les Phanérogames la différenciation sexuelle est très accusée. Les éléments mâles et femelles sont sécrétés par des glandes distinctes ; il n'y a pas de *glandes hermaphrodites*, c'est-à-dire de glandes sécrétant à la fois les deux sortes d'éléments sexuels, ou sécrétant successivement l'une puis l'autre de ces deux sortes d'éléments.

La glande mâle
ou
sac pollinique.
—
L'étamine,
ses régions.

Les glandes mâles des Phanérogames s'appellent *sacs polliniques*. Elles sont d'ordinaire réunies en plus ou moins grand nombre sur un support commun. On nomme *étamine* l'ensemble formé par un groupe de glandes mâles et la pièce qui les porte (Fig. 185). Quand la région de l'étamine où sont insérés les sacs polliniques se différencie sensiblement du reste de l'organe, on donne à cette partie le nom d'*anthère* et l'on appelle *filet* la portion stérile qui porte l'anthère. Si le filet manque l'anthère est *sessile*. On appelle *connectif* la partie de l'anthère comprise entre les sacs polliniques (Fig. 186).

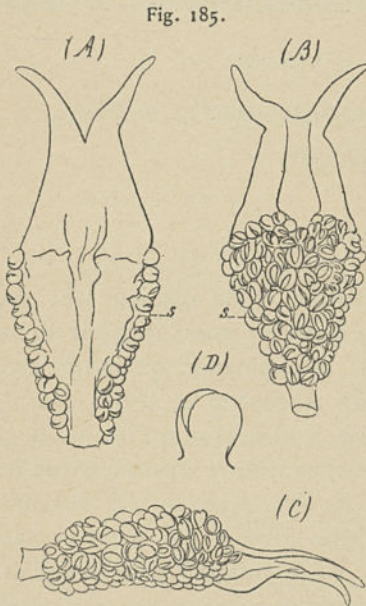


Fig. 185. — Etamine de la *Ceratozamia mexicana*.
(A). — Face supérieure ou antérieure.
(B). — Face inférieure ou postérieure.
(C). — Profil vu par le côté droit.
(D). — Un sac pollinique ouvert.
s. Sacs polliniques.

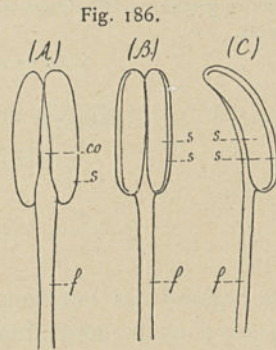


Fig. 186. — Jeune étamine de *Ranunculus bulbosus*.
(A). — Face antérieure.
(B). — Face postérieure.
(C). — Profil droit.
s. Sacs polliniques.
co. Connectif de l'anthère.
f. Filet.

L'étamine des
Gymnospermes

Chez les Phanérogames gymnospermes, le nombre des sacs polliniques de l'étamine varie beaucoup d'un genre à l'autre. Ainsi les étamines de *Ceratozamia* (Fig. 185) nous montrent de très nombreux sacs dispersés sans ordre à la face inférieure d'une large écaille horizontale; celles de l'*Araucaria Cookii* en portent huit disposés sur deux

rangs. L'étamine des *Cephalotaxus* (Fig. 188) a trois sacs polliniques, tandis que celle du *Ginko* n'en a ordinairement que deux (Fig. 189). Les sacs polliniques sont insérés par une extrémité à la partie supérieure du filet dans les genres *Welwitschia* (Fig. 190), *Ephedra* (Fig. 191), *Gnetum*.

Chez les Gymnospermes, les glandes d'une même anthère ne fusionnent pas entre elles leurs masses épithéliales, celles-ci restent toujours indépendantes. Leur déhiscence est longitudinale. Elle ne devient apicale que lorsque les sacs polliniques sont adhérents entre eux, comme chez les *Welwitschia*, les *Ephedra* (1).

Fig. 187.

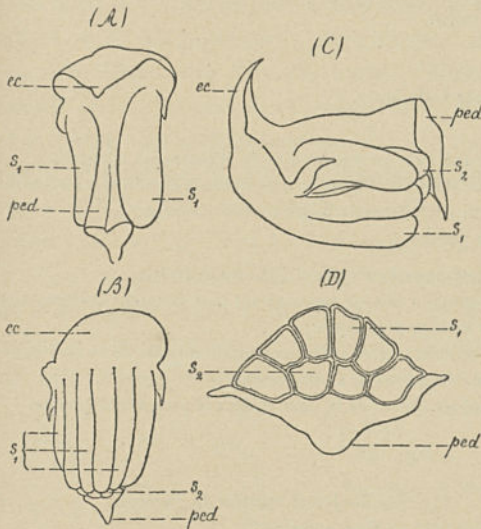


Fig. 187. — Etamine d'*Araucaria Cookii*.

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

(C). — Profil gauche.

(D). — Section transversale de l'Etamine près de l'insertion des sacs polliniques. On voit six sacs extérieurs et seulement deux sacs intérieurs; il peut y en avoir trois.

ped. Pédicelle de l'Etamine; ce pédicelle est horizontal.

ec. Région écailleuse de l'étamine. Cette partie est redressée verticalement.

s₁. Sacs polliniques du rang extérieur.

s₂. Sacs polliniques du rang intérieur.

Fig. 188.

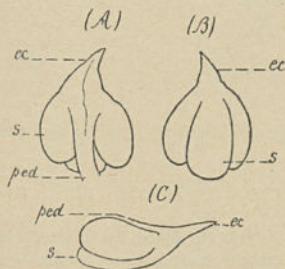


Fig. 188. — Etamine de *Cephalotaxus pedunculata*.

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

(C). — Profil droit.

Les lettres ont la même signification que dans la figure 187.

(1) Tout en étant insérés à l'extrémité d'un filet, les sacs polliniques des Cordaïtes qui n'étaient pas coalescents s'ouvraient longitudinalement.

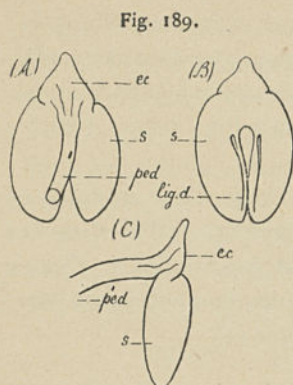


Fig. 189. — Etamine de *Ginkgo biloba*.

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

lig. d. Ligne de déhiscence des sacs polliniques.

(C). — Profil droit.

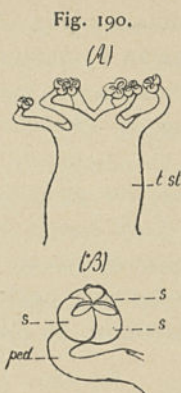


Fig. 190 (A). — Tube staminal d'une fleur hermaphrodite de *Welwitschia mirabilis*.
(On peut à volonté regarder ce tube staminal comme représentant six étamines coalescentes par leurs filets ; ou comme deux étamines trilobées à larges filets coalescents).

(B). — Profil gauche de l'Etamine gauche.

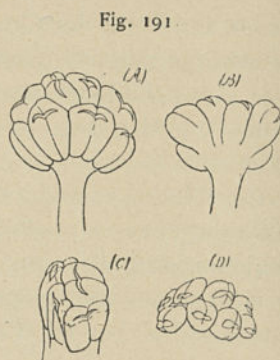


Fig. 191. — Ensemble des étamines d'une fleur mâle d'*Ephedra distachya*.
(On peut à volonté regarder cet ensemble comme représentant huit étamines coalescentes, ou comme une étamine à huit paires de sacs polliniques).

(A). — Vu par un observateur placé dans le plan antéro-postérieur du côté de la bractée.

(B). — Vu par un observateur placé dans l'axe de l'inflorescence.

(C). — Vu par un observateur placé en dehors de la fleur et dans le plan droite gauche.

(D). — Vu par le sommet.

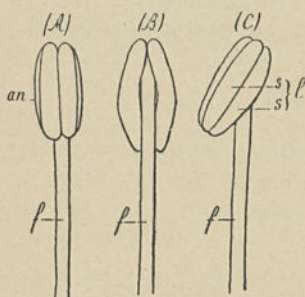


Fig. 192

Fig. 192. — Jeune étamine de *Fuchsia*.

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

(C). — Profil droit (1).

f. Filet.

an. Anthère.

s. Sacs polliniques.

1. Loge de l'anthère provenant de la fusion de deux sacs contigus.

(1) Ces figures d'étamines sont orientées en supposant l'observateur placé dans l'axe de la fleur et regardant l'étamine. Je nomme face antérieure de l'étamine celle qui est tournée vers l'axe de la fleur, face postérieure ou externe celle qui est opposée à la face antérieure. Je nomme bord droit de l'étamine le bord qui est placé à droite de l'observateur, bord gauche celui qui est à sa gauche. Quand on regarde l'étamine par sa face externe, je conserve les mêmes noms.

l'étamine des
Angiospermes.

Chez les Phanérogames angiospermes, l'étamine porte ordinairement quatre sacs polliniques qui forment deux groupes distincts à la surface de l'anthere (Fig. 192). Pendant le développement de l'anthere, les masses épithéliales des deux sacs d'un même groupe deviennent confluentes et l'anthere mûre ne présente que deux loges marquées à leur surface d'un sillon médian qui rappelle la séparation originelle des deux sacs polliniques confluentes (Fig. 193). L'anthere mûre de la majorité des Angiospermes est ainsi biloculaire. Lorsque les sacs polliniques élémentaires de l'anthere ne confluent pas, l'anthere à quatre loges; elle est quadriloculaire (Fig. 194). L'anthere peut devenir uniloculaire par l'atrophie d'une de ses loges. Quand il en est ainsi le connectif prend plus d'importance et l'étamine acquiert souvent une configuration singulière, comme dans les *Salvia* (Fig. 195). Beaucoup plus rarement, l'anthere des Angiospermes est triloculaire comme chez les *Pachystemon*. Par suite d'une dégradation remarquable, les anthères sessiles du *Gui* montrent un grand nombre de sacs polliniques qui restent toujours distincts; elles sont multiloculaires (Fig. 196). Les *Rafflesia* (Fig. 197), les *Sapria*, plantes parasites qui vivent dans les îles de la Malaisie et dans l'Inde tropicale, ont comme le *Gui*, des étamines multiloculaires avec nombreux sacs polliniques, mais à la maturité ces sacs, au lieu de s'ouvrir isolément, se déchirent de manière à aboutir tous à un orifice commun qui occupe le sommet de l'anthere.

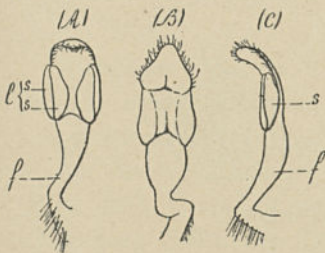


Fig. 193.

Fig. 193. — Jeune étamine de *Vinca minor*.

- (A) — Face antérieure.
- (B) — Face postérieure.
- (C) — Profil droit.

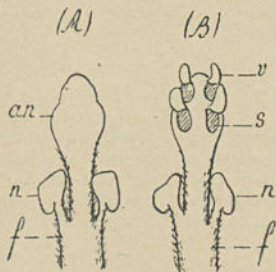


Fig. 194.

Fig. 194. — Etamine interne de *Cinnamomum zeylanicum*.

- (A) — Face antérieure avant la déhiscence.
- (B) — Face postérieure d'une étamine dont les sacs sont ouverts.
- f. Filet.
- an. Anthère.
- v. Valves des sacs polliniques,
- s. Sacs polliniques.
- n. Nectaires.

Fig. 195.

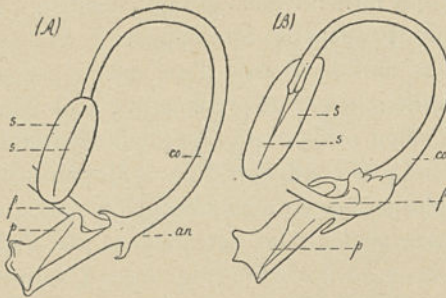


Fig. 195. — Jeunes étamines de *Salvia pratensis*.

(A). — Etamine droite vue par sa face antérieure.

(B). — Etamine gauche vue par sa face postérieure.

f. Filet élargi à sa partie supérieure et collé contre le connectif auquel il ne tient que par un point.

an. Anthère.

co. Connectif.

p. Portion stérile de l'anthère élargie en une lamelle ou pédale (1).

s. Sacs polliniques fertiles qui se fusionneront en une seule loge. La partie du connectif qui porte ces sacs est fortement allongée et courbée.

Fig. 196.

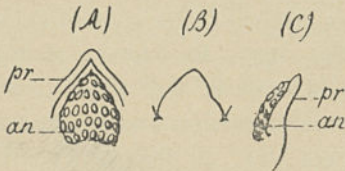


Fig. 196. — Etamine d'une fleur mâle terminale de *Viscum album* (Gui).

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

(C). — Profil droit.

an. Anthère sessile montrant ses nombreux sacs polliniques disposés en rangées horizontales.

pr. Pièce du périanthe sur laquelle est insérée l'anthère.

Fig. 197.

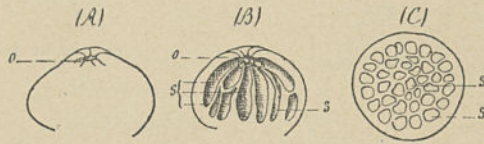


Fig. 197 (A). — Etamine de *Rafflesia Arnoldi*, vue de profil.

(B). — Section radiale de cette étamine.

(C). — Section transversale de cette étamine.

s. Sacs polliniques.

o. — Orifice de déhiscence.

(1) Dans la fleur épanouie, ces cuillerons obstruent la gorge de la corolle. Pour pénétrer jusqu'au fond de celle-ci, les gros insectes sont obligés de pousser ces cuillerons, alors l'anthère oscille autour de son point d'attache et les sacs polliniques viennent frotter le dos de l'insecte. Ce dispositif de la Sauge représente une adaptation de l'étamine au transport du pollen par certains insectes.

D'après sa forme d'ensemble, l'anthere des Angiospermes est dite : *linéaire, oblongue, ovoïde, globuleuse, cordiforme*.

La forme même des sacs polliniques n'a guère été employée dans la détermination ; parfois cependant cette forme est bien particulière et devient caractéristique. Ainsi tandis que d'ordinaire ces sacs sont des corps ovoïdes rectilignes, chez les Bryones et les plantes voisines, ils sont plissés (Fig. 198) ; chez *Cyclanthera pedata* ils sont enroulés en tore autour d'une colonne centrale (Fig. 199).

Fig. 198.

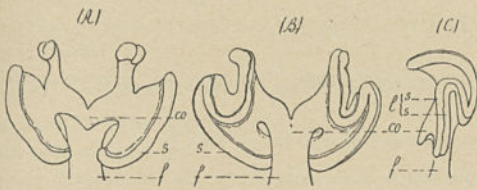


Fig. 198. — Une grande étamine de *Bryonia dioica*.

- (A). — Face antérieure.
 (B). — Face postérieure.
 (C). — Profil droit.
 s. Sacs polliniques.

co. Connectif très large et profondément incisé.
 f. Filet.

Fig. 199.



Fig. 199. — Étamine de *Cyclanthera pedata* (1).

- (A). — L'étamine vue de $\frac{3}{4}$ par sa région supérieure.
 (B). — Section radiale.
 s. Sacs polliniques.

Parfois les loges de l'anthere s'ornent de prolongements que l'on appelle *cornes*. L'anthere est *bi* ou *quadricorne* selon le nombre de ces prolongements (Fig. 207).

Le filet de l'étamine est dit *capillaire* lorsqu'il est très étroit (Fig. 200). Quand il est très élargi, on le qualifie de *pétaloïde* (Fig. 201). Selon que l'extrémité supérieure du filet se renfle ou s'effile, il est dit *claviforme*, ou *subulé* (Fig. 202). Quand il porte des renflements il est *noueux* (Fig. 203). S'il prend des expansions il est *denté* ou ramifié ; ces expansions sont appelées *éperons* lorsqu'elles sont très importantes. Souvent elles sont transformées en appâts qui ont pour fonction d'attirer les insectes.

(1) Cette étamine de *Cyclanthera pedata* représente un système d'étamines à sacs polliniques plissés dont la coalescence est poussée très loin.

Fig. 200.



Fig. 201.



Fig. 202.

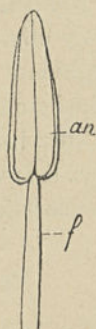


Fig. 203.

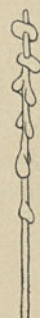


Fig. 204.



Fig. 200. — Fleur du Blé (*Triticum usitatissimum*) montrant ses étamines à filets capillaires.

Fig. 201. — Etamine de *Nymphaea alba*, vue de $\frac{3}{4}$ du côté droit.

Fig. 202. — Etamine de *Tulipa*, vue par sa face antérieure.

Fig. 203. — Etamine stérile de *Sparmannia africana*, vue par sa face antérieure.

Fig. 204. — Etamine de *Viola*, vue par sa face externe.

ep. Eperon.

g. Région glandulaire de l'éperon.

Les rapports de l'anthere avec le filet sont extrêmement variables. Ou bien elle termine le filet, ou bien elle forme une expansion latérale de cet organe et se localise sur sa face antérieure, sur sa face postérieure ou sur ses flancs.

Quand l'anthere est très différenciée de son support, selon qu'elle est fixée à ce support par sa base, sa partie médiane ou son sommet, l'anthere est dite *basi*, *medi* ou *apifixe* (Fig. 206). Les anthères médifixes sont souvent oscillantes, c'est-à-dire qu'elles pivotent autour de leur point d'attache.

Dans les Euphorbes (Fig. 207), l'anthere et la portion du filet qui l'avoisine immédiatement sont séparées du reste du filet par un léger renflement; ces étamines sont dites à *filet articulé*.

L'*ouverture*, *déhiscence* ou *anthèse* des loges de l'anthere est provoquée chez les Angiospermes par la dessiccation de certains éléments élastiques de la paroi du sac. Les lignes ou points de déhiscence sont donc liés à la distribution de ces éléments. Plus rarement il y a simplement destruction locale de la paroi de la loge.

Fig. 205.

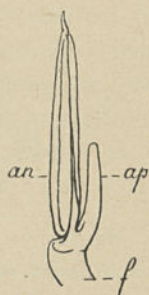


Fig. 206.



Fig. 207.

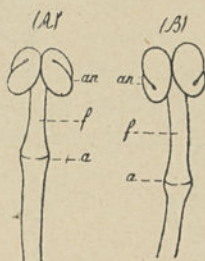


Fig. 205. — Etamine de *Borrago officinalis*, profil droit.
ap. Appendice.

Fig. 206. — Etamine d'*Arbutus Unedo*, vue de profil.

Fig. 207. — Etamine d'*Euphorbe*.

(A). — Face antérieure.

(B). — Face postérieure.

a. Articulation du filet.

La déhiscence *longitudinale* est de beaucoup le mode d'ouverture le plus fréquent. La déchirure se fait alors dans le sillon médian de chaque loge, à la limite de ses deux sacs polliniques (Fig. 208). Lorsque l'ouverture se réduit à un trou, la déhiscence est dite *poricide*. Le pore est presque toujours placé en haut des loges *Medinilla* (Fig. 209). Dans les *Tetralheca*, les *Tremandra*, les sacs polliniques s'ouvrent dans un canal commun qui vient aboutir à l'extrémité d'un long prolongement du connectif (Fig. 210). Dans les Laurinées, la plus grande partie de la paroi libre du sac se soulève comme un couvercle pour mettre en liberté la masse pollinique; la déhiscence est alors *operculaire* (Fig. 194 et 211). Très rarement la déhiscence est transversale, on en cite comme exemple le *Pyxidantha* (1).

Les éléments mâles des Phanérogames s'appellent *grains de pollen*. Ils proviennent de la dissociation des cellules d'une masse épithéliale.

Au moment, où par suite de la déhiscence des sacs polliniques, les grains de pollen sont mis en liberté et disséminés, ces éléments

(1) La plupart des anthères auxquelles on attribue, en Botanique descriptive, une déhiscence transversale ont en réalité des loges déhiscences longitudinalement, seulement par suite de la position qu'occupent les sacs polliniques dans l'anthère mûre, la déhiscence des loges paraît transversale par rapport au filet.

Les cellules mâles ou grains de pollen.

Fig. 208.

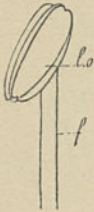


Fig. 209.

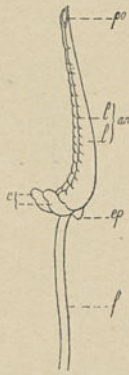


Fig. 210.



Fig. 211.

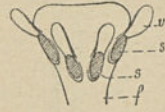


Fig. 211. — Etamine de *Nectandra*, au moment de l'anthèse (1).

Fig. 208. — Anthère de *Fuchsia*, au moment de l'anthèse. Profil droit.

l. o. loge ouverte longitudinalement.

Fig. 209. — Etamine de *Medinilla*, au moment de l'anthèse.

f. Filet.

ep. Eperon postérieur.

e. Emergences latérales du filet au point où celui-ci était plié dans le bouton.

l. Loges de l'anthère.

po. Pore commun aux deux loges.

Fig. 210. — Jeune étamine de *Tetratheca hirsuta*.

(A). — Face antérieure, vue de $\frac{3}{4}$ par le côté gauche.

(B). — Face postérieure, vue de $\frac{3}{4}$ par le côté droit.

ca. Canal de sortie du pollen.

po. Pore de sortie.

sont encore très imparfaits, en tant qu'éléments sexuels. Ils sont surchargés de substances de réserve : amidon, glycose, glycogène, matières grasses, matières albuminoïdes ; et ils ont à subir tout une série de développements complémentaires avant d'être aptes à remplir leur fonction fécondante. Chez les Gymnospermes ces développements complémentaires sont très lents et très complexes ; ils sont au contraire plus rapides et plus simples chez les Angiospermes.

Lors de sa mise en liberté le grain de pollen consiste en un très petit corps arrondi ou ovoïde, formé par une masse protoplasmique

(1) D'après un croquis tiré de l'*Histoire des Plantes*, de M. Baillon.

immobile revêtue d'une paroi de cellulose qui peut être différenciée en plusieurs couches. Il peut subsister à sa surface un résidu concrété provenant de la gélification ou de la liquéfaction partielle des membranes des cellules mères de l'épithélium mâle. — Lorsqu'on distingue plusieurs zones dans la paroi du grain de pollen, on appelle *exine* la lame externe de la paroi (1) et *intine* sa portion interne. L'exine est cassante, rigide, l'intine conserve son extensibilité (2).

Fig. 212.

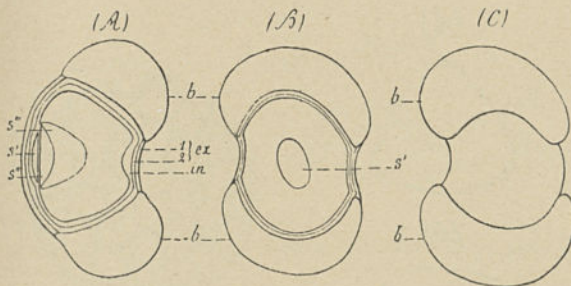


Fig. 212. — Pollen de *Cedrus Libani*.

(A). — Profil.

(B). — Le grain, vu par dessous.

(C). — Le grain, vu par dessus.

ex, Exine. 1, Première zone. 2, Deuxième zone. b, Ballonnets formés par le décollement de ces deux zones aux extrémités du grain (3).

in, intine.

s', s'', s''', Cellules stériles. Ces éléments représentent une élimination polaire de l'élément mâle, ou un reste d'une habitude ancienne, les grains de pollen des Gymnospermes houillères présentant un grand nombre de cloisons secondaires à l'intérieur de l'intine.

Le contenu du grain de pollen a été appelé *fovilla* par les anciens auteurs. Un grand nombre de livres élémentaires font encore usage de ce mot ; je crois qu'il convient de l'abandonner car il répond à une idée fausse. En effet, lorsqu'on a créé le mot *fovilla* on a cru que le grain de pollen contenait une liqueur fécondante comparable au sperme des animaux. La *fovilla* était une sorte de fluide dans lequel nageaient des corpuscules fécondants. On sait aujourd'hui que le contenu du grain de pollen a une tout autre organisation. L'homologation consacrée par le mot *fovilla* est inacceptable.

(1) Quelques auteurs appliquent le nom d'exine aux résidus concrétés à la surface du grain.

(2) Les expressions *endhyménine* et *exhyménine* qui sont synonymes d'intine et d'exine sont à peu près abandonnées.

(3) Les Ornaments qui couvrent les ballonnets et la surface du grain n'ont pas été représentés.

Les ornements de la paroi du grain de pollen sont extrêmement variées; on y trouve des pores, des plis, des perles, des épines, des crêtes; ces ornements sont en rapport avec le mode de dispersion du pollen dans chaque espèce végétale; ils sont aussi en rapport avec la conformation des organes femelles externes sur lesquels ils se fixent.

Fig. 213.

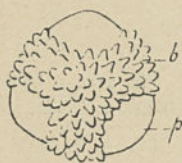


Fig. 215.

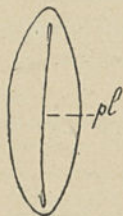


Fig. 214.

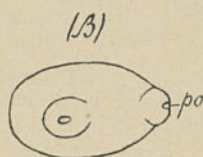
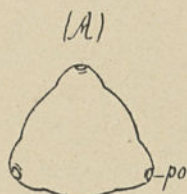


Fig. 216.

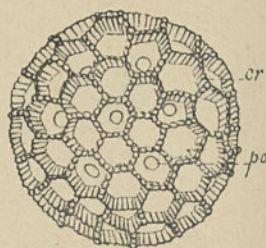


Fig. 213. — Grain de pollen de *Gui*, vu par le sommet.
b. Bandes épaissies couvertes de perles pointues.
p. Régions déprimées et comme plissées dans les grains secs. Dans les grains jeunes et frais ces régions sont bombées. C'est en ces points que se formeront les boyaux polliniques.

Fig. 214. — Grain de pollen de *Casuarina quadrivalvis*.

(A). — Vu par le sommet.

(B). — Vu de profil.

po. Pores.

Fig. 215. — Grain de pollen de *Lis* (1).

pl. Pli.

Fig. 216. — Grain de pollen de *Cobeia scandens*.

cr. Crêtes dessinant un réseau hexagonal à la surface du grain.

po. Pores.

(1) Ce grain de pollen complètement mûr a été examiné à sec.

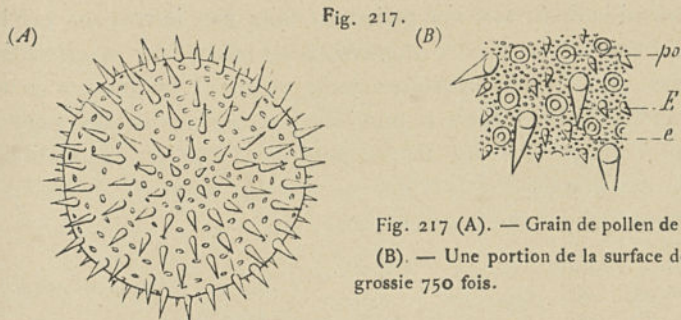


Fig. 217 (A). — Grain de pollen de *Lavatera*.
(B). — Une portion de la surface de ce grain grossie 750 fois.

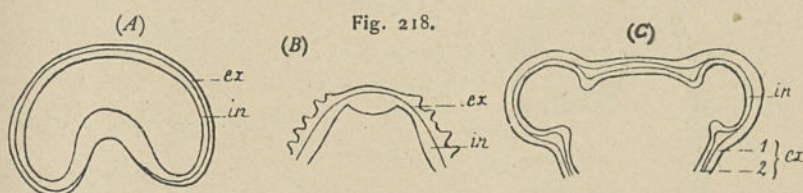


Fig. 218 (A). — Section transversale médiane de la paroi d'un grain de pollen de *Lis*. Gr. 750.

ex. Exine.

in. Intine.

(B). — Portion de la section transversale médiane de la paroi d'un grain de pollen de *Gui*. Gr. 600.

(C). — Portion de la section transversale médiane de la paroi d'un grain de pollen d'*Enothera*. Gr. 325.

L'Exine est dédoublée en deux zones qui parfois sont partiellement décollées sur les faces du grain.

La paroi du grain de pollen a comme principale fonction de protéger le contenu protoplasmique contre la dessiccation pendant la dispersion du pollen. Les grains de pollen, en effet, n'arrivent aux organes femelles qu'en traversant l'air. Ce mode de dispersion est caractéristique des Phanérogames et c'est lui qui semble déterminer les principales particularités qui différencient les éléments mâles des Phanérogames des éléments mâles des autres végétaux (1).

(1) Chez quelques phanérogames marines profondément submergées, le pollen est mis en liberté dans l'eau, et c'est l'eau qui porte les grains polliniques jusqu'aux surfaces collectrices de l'appareil femelle. Les grains de pollen sont alors filiformes, ces grains de pollen cylindriques, allongés, sont dits *confervoïdes*. (*Phucagrostis*. Fig. 219). Plus exceptionnellement encore le pollen n'est pas disséminé et sans quitter la glande mâle il procède à l'émission de tubes copulateurs qui vont féconder les organes femelles. Ce dernier dispositif ne se rencontre que dans quelques plantes qui, dans certaines conditions, donnent des organes reproducteurs souterrains.

En général la dispersion du pollen est faite par le vent ou par les insectes. Plus rarement cette dispersion est assurée par un dispositif spécial des organes reproducteurs de la plante. Les organes mâles étant, par exemple, insérés à proximité et au-dessus des organes femelles. D'autres fois des lames élastiques établies au voisinage immédiat des glandes mâles se contractent à la maturité de celles-ci et projettent violemment le pollen dans l'air.



Fig. 219.

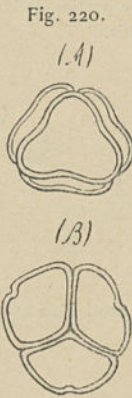


Fig. 220.

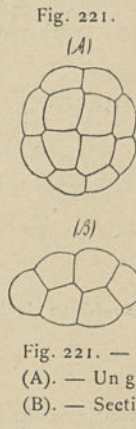


Fig. 221.

Fig. 219. — Pollen de *Phucagrostis major* (1).

(A). — Grain de pollen entier.
(B). — Extrémité de ce grain de pollen, grossie.

Fig. 220. — Pollen d'*Arbutus Unedo*.

(A). — Tétrade, vue par une face
(B). — Tétrade, vue par un sommet.

Fig. 221. — Pollen d'*Acacia lophanta*.

(A). — Un grain composé, vu latéralement.
(B). — Section médiane de ce grain composé.

Les Pollens
composés.
—
Les Pollinies.

Les grains de pollen résultant de la segmentation répétée de certaines cellules dont les parois se gélifient, il arrive parfois que la gélification des parois des cellules mères s'arrête alors que la segmentation de leurs produits continue. Les grains provenant d'un même élément demeurent unis. On a ainsi les pollens à *grains composés* de 4, 8, 16, 32 grains élémentaires (Fig. 220, 221). Il peut même arriver que tous les éléments épithéliaux d'une glande mâle demeurent unis. Ces grosses masses polliniques sont appelées *pollinies* (Fig. 222).

Le Boyau
pollinique.

Les grains de pollen après un séjour plus ou moins prolongé sur les organes femelles émettent des tubes ou *boyaux polliniques* qui portent le contenu protoplasmique du grain jusqu'aux éléments femelles (Fig. 223, 224, 225) (2) (3).

(1) D'après des croquis tirés des Recherches sur le *Phucagrostis major* de M. Ed. Bornet.

(2) Ce n'est point là une *copulation*, il n'y a pas d'accouplement véritable chez les végétaux supérieurs; il s'agit bien plutôt ici d'un mode particulier de cheminement de la cellule mâle à travers l'organe femelle depuis son embouchure jusqu'aux cellules femelles.

(3) D'après M. Renault les grains de pollen de certaines gymnospermes houillères ont peut-être procédé directement à la fécondation des éléments femelles sans émettre de boyaux polliniques.

Fig. 222.

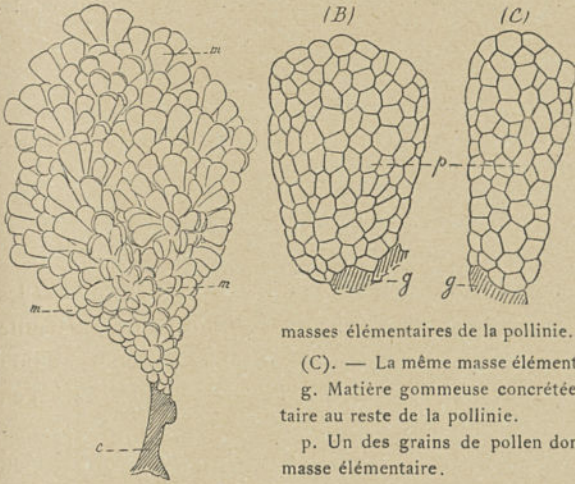


Fig. 222 (A).— Pollinie de *Gymnadenia conopsea*.

c. Caudicule. Matière gommeuse concrétée formant la pédicelle de la pollinie.

m. Masses élémentaires ou lobes de dernier ordre de la pollinie.

(B). — L'une des masses élémentaires de la pollinie. Profil en largeur.

(C). — La même masse élémentaire. Profil en épaisseur.
g. Matière gommeuse concrétée fixant la masse élémentaire au reste de la pollinie.

p. Un des grains de pollen dont la réunion forme une masse élémentaire.

Fig. 223.

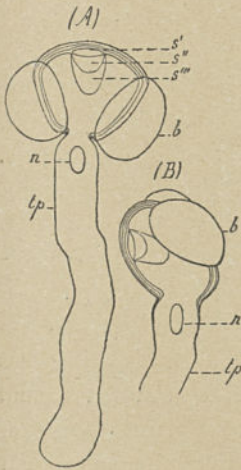


Fig. 224.

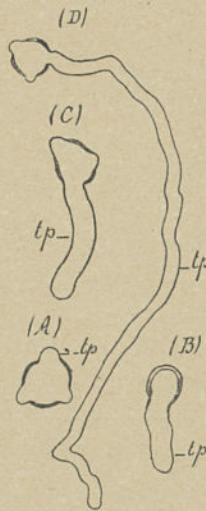


Fig. 225.

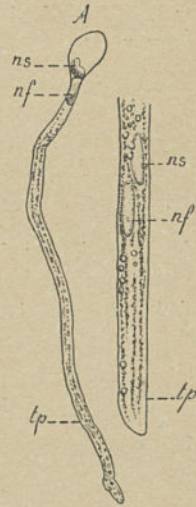


Fig. 223. — Pollen de *Cedrus atlantica*, émettant un tube pollinique.

(A). — Le grain de pollen vu de profil et par le haut.

(B). — Le grain de pollen vu latéralement.

tp. Tube ou boyau pollinique. n. Son noyau cellulaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans la Fig. 212.

Fig. 224. — Grains de pollen de *Crassula lactea*, émettant leurs tubes polliniques.
(A) (B) (C) (D). — Tubes polliniques à des états de développement de plus en plus avancés.

Tp. Tube pollinique (1).

Fig. 225. — Grain de pollen d'*Allium fistulosum* en germination (2).

(A). — La germination au moment où les deux noyaux s'engagent dans le tube pollinique.
nf. Premier noyau. Noyau antérieur ou noyau fertile.

ns. Deuxième noyau. Noyau postérieur ou noyau stérile.

(B). — Extrémité du tube pollinique à un stade plus avancé du développement.

Les Etamines
composées.

Lorsque plusieurs étamines naissent dans le voisinage immédiat les unes des autres, ces étamines peuvent adhérer entre elles par suite d'une croissance commune plus ou moins hâtive de leur région basilaire; la pièce qui en résulte est une *étamine composée*. Nous en trouvons des exemples chez le *Coussapoa villosa* (Fig. 226), les *Cyclanthera* (Fig. 199), les *Ephedra* (Fig. 191). On a prêté jusqu'ici peu d'attention à ces étamines composées qui sont cependant très importantes. On les confond parfois avec une autre catégorie d'étamines, qui ont avec elles certaines ressemblances extérieures, les *Etamines rameuses*.

Les Etamines
rameuses.

Chez un grand nombre de Malvacées, le filet de l'étamine, très large à sa base, se prolonge par une série de filets secondaires simples ou ramifiés qui portent à leur partie supérieure des sacs polliniques. Par analogie avec ce qui existe dans les genres voisins, on admet que ces étamines équivalent chacune à une étamine ordinaire ramifiée. On attribue cette même valeur d'étamine ramifiée aux groupes staminateux des *Hypericum*, des *Melaleuca*, des *Calothamnus* (Fig. 227).

Pour distinguer les étamines rameuses des étamines composées, on ne possède jusqu'ici que des criterium insuffisants. On résoud les cas litigieux en suivant l'organogénie de l'étamine et en s'aidant quand la chose est possible, de la comparaison avec les plantes voisines. Un mamelon unique à l'origine et à la surface duquel apparaissent plus tard d'autres mamelons est considéré comme le début d'une étamine rameuse. Des mamelons distincts à l'origine qui deviennent

(1) Le contenu protoplasmique n'a pas été figuré.

(2) D'après un croquis tiré du mémoire de M. Strasburger intitulé : *Ueber Befruchtung und Zelltheilung*. Iena 1878.

coalescents par suite de la croissance de leur région basilaire commune sont considérés comme le début d'une étamine composée. Cette règle très simple en apparence est d'une application très difficile(1). On nomme indistinctement *phalanges staminales*, les étamines composées et les étamines rameuses.

Fig. 226.

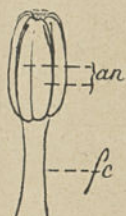


Fig. 226. — Etamine composée de *Coussapoa villosa*. — Cette étamine résulte de la coalescence de quatre étamines ordinaires.

fc. Filet commun.

an. — L'une des anthères ; ces anthères au nombre de quatre sont coalescentes par la plus grande partie de leurs faces internes.

Fig. 227. — Etamine de *Calothammus quadrifida*, vue par sa face interne. Cette étamine est considérée comme une étamine rameuse.

fc. Filet commun.

f₂. Filet particulier d'une étamine secondaire (2).

an₂. L'anthère correspondante.

Fig. 227.

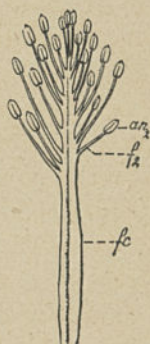


Fig. 228.

Fig. 228 — Une phalange staminale de *Candollea cuneiformis*.

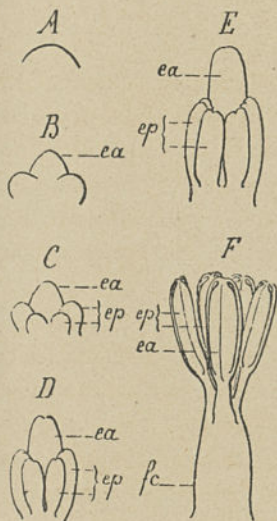
(A) (B) (C) (D) (E). — Stades successifs de son développement, la phalange staminale étant vue par sa face externe.

(F). — La phalange staminale au moment de l'anthèse, vue par sa face interne. L'organogénie de cette phalange staminale conduit à la considérer comme une *étamine rameuse*, alors que l'analogie lui attribue la valeur d'une étamine composée (3).

ea. Etamine antérieure de la phalange Elle se différencie la première et elle est plus indépendante que les autres.

ep. Etamines postérieures.

fc. Filet commun élargi en lame.



(1) Les anatomistes combinent souvent avec cette méthode organogénique une autre méthode dite du parcours des faisceaux sur laquelle nous aurons occasion de revenir.

(2) Les filets des étamines secondaires sont alternativement longs et courts.

(3) On rencontre cette même contradiction dans l'interprétation d'un grand nombre de phalanges staminales.

II. — NOMENCLATURE DE LA GLANDE FEMELLE.

L'ovule.

La glande femelle des Phanérogames s'appelle *ovule*. Chez les Phanérogames gymnospermes, la glande femelle secrète les cellules femelles et récolte les éléments mâles. Chez les Angiospermes au contraire, l'ovule n'a d'autre fonction que de secréter les cellules femelles; et c'est un organe spécial, distinct de l'ovule, qui recueille les grains de pollen. La division du travail physiologique est donc plus complète chez les Angiospermes que chez les Gymnospermes. C'est cette différenciation plus grande qui marque la supériorité organique des premières sur les secondes. Fig. 229, 230, 231, 232.

Fig. 229.

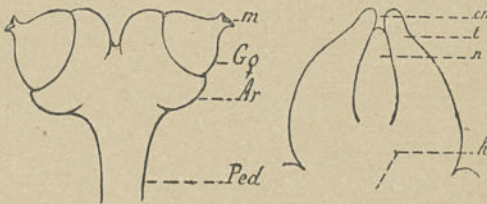


Fig. 230.

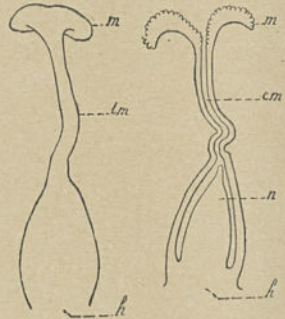


Fig. 229. — Jeunes ovules de *Ginkgo biloba*.

(A). — Extérieur de l'ovule.

(B). — Section radiale de l'ovule.

G ♀ La glande femelle ou ovule.

n. Nucelle.

t. Tégument.

m. Micropyle.

c. m. Canal micropylaire.

h. Hile confondu avec la région chalazienne.

Ar. Arille.

Ped. Pédicelle de l'ovule.

Fig. 230. — Ovule de *Welwitschia mirabilis*.

(A). — Extérieur de l'ovule.

m. Micropyle élargi en pavillon collecteur.

t. m. Tube micropylaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 229.

(B). — Section radiale de l'ovule.

Fig. 231.



Fig. 231. — Jeune organe femelle de *Rumex pulcher*.

(A). — L'organe femelle entier.

(B). — L'organe femelle ouvert pour montrer l'ovule.

ov. Ovaire.

l.sg. Lobes de l'organe collecteur du pollen ou stigmaté. Chacun de ces lobes se compose d'une surface collectrice triangulaire frangée portée par un pédicelle.

G ♀ Ovule.

Fig. 232.

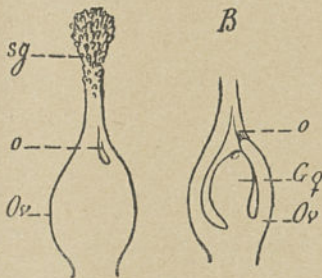


Fig. 232. — Jeune organe femelle de *Parietaria officinalis*.

ov. Ovaire.

o. Orifice de l'organe femelle.

sg. Organe collecteur du pollen ou stigmaté.

G ♀ Jeune ovule.

(B.) — L'organe femelle ouvert longitudinalement pour montrer l'ovule.

L'ovule des
Gymnos-
permes.

Chez les Gymnospermes, l'ovule comprend un mamelon central ou *nucelle* largement adhérent à une enveloppe protectrice ou *tégument*. Le tégument ovulaire se prolonge au-delà du sommet du nucelle en un petit tube ou canal le *canal micropylaire* dont l'orifice externe est appelé *micropyle*. Fig. 229, 230, 233.

On appelle *hile* le point d'attache de l'ovule sur son support. La ligne qui va du hile au micropyle est l'*axe de l'ovule*. Chez les Gymnospermes, l'axe de l'ovule est toujours rectiligne, le hile et le micropyle sont diamétralement opposés. L'ovule est *droit* ou *orthotrope*.

Le micropyle et le canal micropylaire des Gymnospermes sont largement ouverts au moment de la pollinisation. Les grains de pollen les traversent et arrivent au sommet du nucelle où ils s'accu-

Fig. 233.

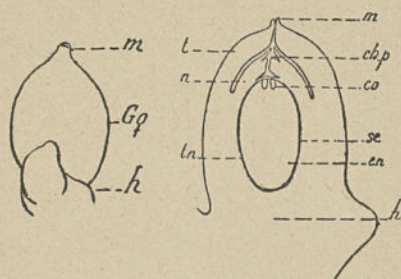


Fig. 233. — Ovule de *Ceratozamia mexicana*.

(A). — Extérieur.

(B). — Section radiale.

ch. p. Chambre pollinique.

s. e. Sac embryonnaire.

co. Corpuscules.

en. Endosperme.

t. n. Restes du tissu nutritif du sac embryonnaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans la Fig. 229.

Fig. 234.

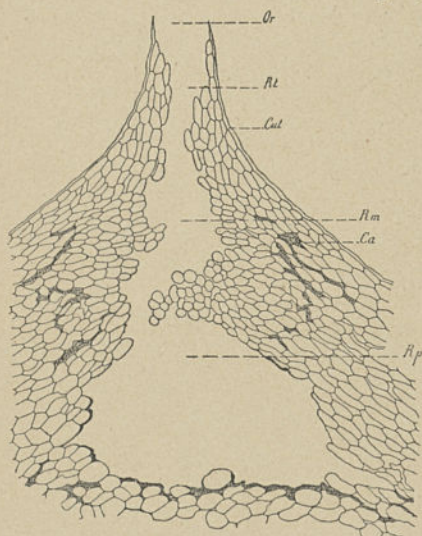


Fig. 234. — Section radiale de la chambre pollinique d'un ovule de *Ceratozamia mexicana*.

or. Orifice de la chambre pollinique, Rt. Région tubuleuse de la chambre ; Rm. sa région médiane très souvent dilatée transversalement, Rp. sa région profonde.

c a. Cellules affaissées et écrasées.

cut. Cuticule.

mulent dans une cavité réceptrice, la *chambre pollinique*. A cet effet, les éléments du sommet du nucelle se sont dissociés et écartés de manière à y ménager une chambre plus ou moins volumineuse. Fig. 233 B, 234 (1).

L'ovule des Angiospermes.

L'ovule des Angiospermes présente aussi un mamelon central ou *nucelle*, ordinairement revêtu d'enveloppes protectrices ou *téguments*. Il ne se fait pas de chambre pollinique au sommet du nucelle ; un

(1) Chez les gymnospermes houillères la chambre pollinique acquérait un volume considérable.

ramollissement des parois cellulaires y établit le chemin qui conduira le tube pollinique jusqu'aux cellules femelles, mais le grain de pollen entier ne pénètre pas dans l'ovule.

Le nucelle des Angiospermes est beaucoup moins gros que celui des Gymnospermes ; par contre il est plus indépendant et la masse épithéliale femelle y occupe une place plus considérable.

Fig. 235.

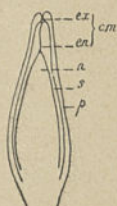


Fig. 235. — Section radiale d'un ovule de *Polygonum orientale*.

n. Nucelle.

s. Secundine, en. endostome.

p. Primine, ex. exostome (1).

c. m. Canal micropylaire formé par l'endostome et l'exostome.

Fig. 236.

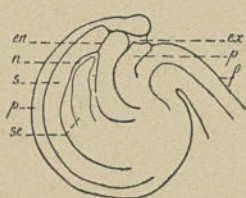


Fig. 236. — Section radiale d'un ovule de *Reseda luteola*.

f. Funicule. Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 233.

Fig. 237.

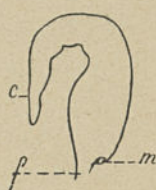


Fig. 237. — Ovule de *Galanthus nivalis*.

c. Corne chalazienne.

Fig. 238.

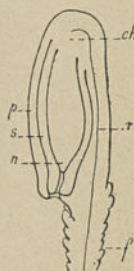


Fig. 238. — Section radiale d'un ovule de

Typha latifolia.

r. Raphé.

ch. Chalaze.

f. Funicule papilleux.

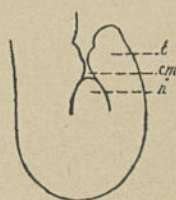
Fig. 239. — Section radiale d'un jeune ovule d'*Orobanche minor*.

n. Nucelle.

c. m. Canal micropylaire.

t. Tégument.

Fig. 239.



(1) Dans cet ovule la primine était exceptionnellement allongée. Plus ordinairement chez les *Polygonum* l'orifice de la primine reste béant et la secundine fait saillie au dehors par cet orifice.

Le tégument ovulaire des Angiospermes est simple ou double. Lorsqu'il est double le tégument interne plus mince apparaît le premier; on l'a appelé *secondine*; le tégument externe plus épais apparaît le second, on l'a nommé *primine* (1). On appelle *endostome* l'orifice de la secondine, *exostome*, celui de la primine. On nomme *canal micropylaire*, l'ensemble de l'endostome et de l'exostome. Le *micropyle* est l'orifice externe du canal micropylaire.

On appelle encore *hile*, le point d'attache de l'ovule des Angiospermes. Plus fréquemment que chez les Gymnospermes, l'ovule des Angiospermes est porté par un pédicelle propre ou *funicule*. Le hile est au point d'insertion apparent du funicule sur l'ovule.

Quand l'ovule des Angiospermes est unitégumenté, la terminologie employée se simplifie et redevient la même que pour les ovules des Gymnospermes; mais il n'y est pas question de chambre pollinique. Le tégument de ces ovules unitégumentés est homologue de l'ensemble de la primine et de la secondine.

Les ovules sont bitégumentés chez les Angiospermes monocotylédonnées et chez la plupart des Dicotylédones dialypétales. Les ovules sont unitégumentés chez les Dicotylédones gamopétales. — Quelques Renonculacées, la plupart des Rosacées, les Umbellifères, les Araliacées, les Cornées, c'est-à-dire quelques Dialypétales très élevées et d'autre part les Salicinées, les Corylacées, c'est-à-dire quelques Dialypétales très inférieures, ont des ovules unitégumentés. Quelques Gamopétales superovariées comme les Primulacées ont des ovules bitégumentés.

Dans la grande majorité des Angiospermes, l'ovule est courbé de façon à rapprocher le micropyle de la base de l'ovule ou du hile. Le but de cette courbure est de ramener l'embouchure micropylaire sur le trajet ordinaire des boyaux polliniques. La courbure se localise tantôt sur le corps de l'ovule, tantôt sur sa base. Dans ce dernier cas l'ovule est renversé sans que son corps soit sensiblement courbé. On trouve toutes les transitions possibles entre ces deux types de courbure. Lorsque la courbure porte sur le corps de l'ovule, celui-ci est dit

(1) Les noms de *primine* et de *secondine* ont été donnés par Mirbel aux téguments ovulaires, sans tenir compte de leur ordre d'apparition, uniquement en vue de désigner le tégument le plus externe et celui qu'on rencontre plus intérieurement. Dans cette même terminologie, Mirbel désignait le nucelle sous le nom de *tercine*. Mirbel croyait en effet que le nucelle n'était qu'une membrane comparable à la primine et à la secondine.

campylotrope ; lorsque le renversement se fait sans courber le corps même de l'ovule, par une sorte de poussée latérale due à un accroissement local de sa base, l'ovule est *anatrophe*. Le fait de la courbure de l'ovule pour rapprocher son micropyle de sa base est plus important à considérer que le point sur lequel se localise cette courbure.

Les ovules sont orthotropes chez les Angiospermes primitives, Myricées, Juglandées, Piperacées, Polygonées, Aroidées primitives. Exceptionnellement et par un retour vers un état primitif, ils reprennent cette forme chez quelques Angiospermes plus élevées, Urticées, Conocéphalées, quelques Fluviales, Commélynées, Eriocaulonées, Restiacées. Les ovules sont courbés chez les autres Angiospermes, c'est-à-dire, chez toutes les Gamopétales, chez la grande majorité des Monocotylédones et des Dicotylédones dialypétales.

On nomme *chalaze*, le point de l'ovule où s'épanouit le système de ses faisceaux. Lorsque la chalaze est distante du hile, on voit entre ces deux points un cordon vasculaire que l'on désigne sous le nom de *raphé*. Le raphé est nul dans les ovules orthotropes, et dans les ovules nettement campylotropes. Il est plus ou moins important dans les ovules anatropes.

Les cellules femelles des Gymnospermes ont reçu le nom de *corpuscules*. Ce sont de gros éléments ovoïdes limités par une paroi cellulosique, Fig. 240, 241, 242, 243. Ces corpuscules sont fixés par une extrémité au plafond d'une sorte de cavité située dans le nucelle sous le fond de la chambre pollinique, Fig. 233 B. Le point d'attache du corpuscule est généralement isolé du reste par une cloison. La partie ainsi détachée ou bien se recloisonne une ou deux fois transversalement, après quoi chaque segment se redivise une ou deux fois longitudinalement ; ou bien au contraire elle se cloisonne de suite longitudinalement. Il se fait ainsi une sorte de colonnette pluricellulaire à l'extrémité de laquelle est pendue la cellule femelle définitive. Dans quelques corpuscules le tissu de la colonnette est dissocié dans son axe même par une petite cellule détachée tardivement dans la base de la cellule femelle définitive et qui vient s'insinuer entre les éléments de la colonnette. Cette petite cellule a reçu le nom de *cellule de canal* (1). Elle n'existe pas chez toutes les Gymnospermes,

(1) N'aurait-elle pas quelques rapports avec les globules polaires des animaux ?

ainsi les Cycadées, *Welwitschia*, en sont dépourvues. La colonnette du corpuscule est souvent désignée sous le nom de *rosette* ou *d'appareil de la rosette*. La plupart des botanistes acceptant l'hypothèse de M. Strasburger voient dans cet *organe d'attache* un reste d'organisation cryptogamique.

Fig. 240.

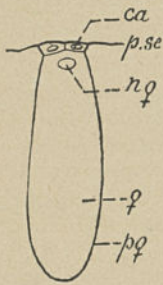


Fig. 240. — Section radiale d'un corpuscule de *Ceratozamia mexicana*.

♀ Cellule femelle définitive. n ♀ Son noyau. p ♀ Sa paroi.

ca. Cellules d'attache du corpuscule au nombre de deux (1).

Il n'y a pas de cellules de canal.

p.se. Paroi du sac embryonnaire.

Fig. 241. — Section radiale d'un groupe de corpuscules de *Juniperus communis*.

p. Protoplasma pariétal du corpuscule.

d. Dépression de la surface du sac embryonnaire au point d'attache des corpuscules.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 240 (2).

Fig. 241.

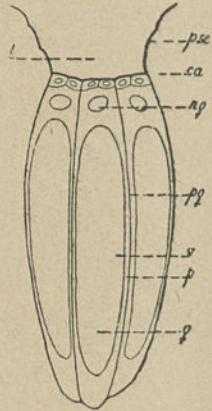


Fig. 242.

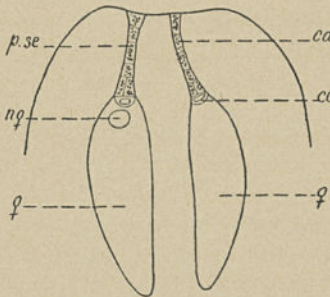


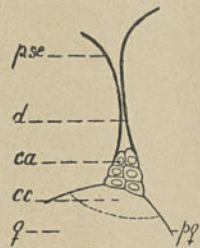
Fig. 242. — Section radiale de deux corpuscules d'*Ephedra altissima* (3).

cc. Cellule de canal (4).

Fig. 243. — Portion supérieure d'une section radiale d'un corpuscule de *Pinus pinaster*, un peu avant la fécondation (5).

Les lettres ont la même signification que dans les figures 240, 241, 242.

Fig. 243.



(1) Ces cellules sont ordinairement homologuées aux cellules du col de la glande femelle des cryptogames vasculaires.

(2) Il n'y a pas de cellule de canal. D'après M. Strasburger elle ne se formerait qu'au moment de la fécondation. — Les cellules femelles présentent chacune une grande vacuole v dans leur région moyenne.

(3) D'après un croquis tiré du mémoire de M. Strasburger intitulé, *Die Gnetaceen und die Coniferen* t. 1 n. 1874.

(4) On homologue cette cellule de canal à la cellule de canal de l'archégone des Cryptogames vasculaires.

(5) D'après un croquis tiré de M. Strasburger.

Même après avoir subi cette sorte d'élimination polaire, les éléments femelles prêts à être fécondés sont encore fortement chargés de substances nutritives.

Les corpuscules ne sont jamais mis en liberté ; il restent dans l'organisme maternel, ou, sauf dans leur point d'attache, ils sont entourés par un tissu nutritif, l'*endosperme primitif*, qui résulte de la dégénérescence de la plus grande partie de la masse épithéliale femelle.

Fig. 244.

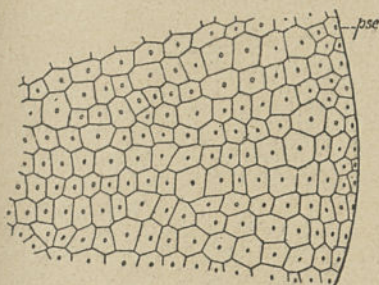


Fig. 244. — Albumen primitif de *Ceratozamia mexicana* ; — Coupe radiale prise vers la partie inférieure du sac embryonnaire. ps. Paroi du sac embryonnaire. Les cellules de l'albumen contiguës à cette paroi sont plus petites et plus plates que les cellules plus intérieures. Celles-ci sont disposées à peu près en séries linéaires.

Fig. 245.

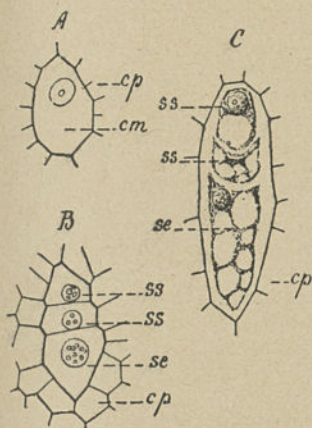


Fig. 245. — Trois stades successifs de la différenciation du sac embryonnaire de *Ceratozamia mexicana*, d'après M. Treub.

(A). — La cellule mère du sac embryonnaire se différencie des autres cellules par son grand volume.

(B). — La cellule mère a séparé dans sa région supérieure deux segments stériles.

(C). — Les parois du sac embryonnaire et des deux segments sont fortement gonflées.

cp. Cellules primitives (Treub) ou tissu nutritif aux dépens duquel le sac embryonnaire se développe.

cm. Cellule mère du sac embryonnaire.

ss. Segments stériles.

se. Segment qui donnera le sac embryonnaire.

La cavité dans laquelle sont enfermés les corpuscules et l'endosperme primitif s'est formée par l'hypertrophie d'un élément unique la cellule mère de l'épithélium femelle que l'on appelle *sac embryonnaire*. Le sac embryonnaire des Gymnospermes est placé profondément dans les tissus du nucelle Cette position résulte de son origine même. En effet,

lorsqu'un ovule forme un sac embryonnaire, un groupe d'éléments situés sous la partie libre du nucelle ou près de sa base se différencie. Dans ce groupe une cellule s'hypertrophie (1) et soit directement, soit après avoir détaché un ou deux segments transversaux dans sa région supérieure, elle donne le sac embryonnaire. Celui-ci grandit, écrase les éléments voisins qui lui servent de tissu nutritif. On appelle parfois ce tissu nutritif du sac embryonnaire les *cellules primitives* (2). Ce n'est que lorsque le sac embryonnaire a acquis une grande taille que s'y forment les cellules épithéliales. Celles-ci apparaissent en grand nombre à la fois, mais quelques-unes seulement, parmi celles qui sont logées dans la partie supérieure du sac, se différencient complètement en cellules femelles et donnent les corpuscules. Les autres cellules épithéliales s'arrêtent dans leur différenciation; elles tombent en dégénérescence; ce sont elles qui forment l'*endosperme primitif*.

L'épithélium
femelle des
Angiospermes.

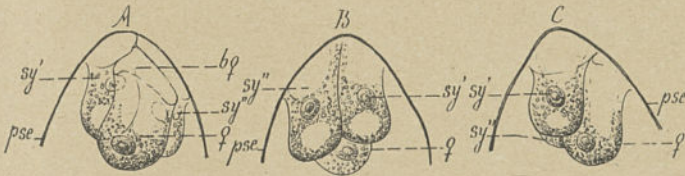
Les cellules femelles des Angiospermes sont appelées *vésicules embryonnaires*. Elles sont beaucoup plus petites que les cellules femelles des Gymnospermes. Elles sont nues sans enveloppe cellulosique, directement collées contre la paroi du sac embryonnaire dans lequel elles sont enfermées, sans rosette ou appareil d'attache. De même que les corpuscules, les vésicules embryonnaires ne sont pas mises en liberté. Elles restent dans l'organisme maternel. La masse épithéliale dont elles font partie est à la fois beaucoup plus réduite et beaucoup plus différenciée que celle des Gymnospermes. La masse épithéliale femelle développée dans le sac embryonnaire des Angiospermes ne comprend en effet que huit éléments disposés en deux groupes: quatre supérieurs et quatre inférieurs, les deux tétrades opposées se touchant par un de leurs sommets. Les trois éléments de la tétrade supérieure qui s'appuient sur la paroi du sac se différencient, demeurent nus et peuvent devenir cellules femelles ou vésicules embryonnaires, mais beaucoup plus généralement deux de ces éléments entrent en dégénérescence et demeurent stériles tandis que le troisième seul achève sa différenciation en tant qu'élément femelle; il n'y a alors qu'une vésicule embryonnaire. Les deux éléments stériles sont appelés *synergides*. De même, les éléments de la tétrade

(1) Plusieurs cellules peuvent commencer à s'hypertrophier mais bientôt l'une d'elles l'emporte sur les autres qui demeurent dès lors stationnaires.

(2) M. Treub. *Recherches sur les Cycadées*, 1881.

inférieure contigus à la paroi du sac embryonnaire se différencient, mais avant d'avoir pris tous les caractères des cellules femelles, ils tombent en dégénérescence, se revêtent parfois d'une membrane cellulosique et demeurent stériles. On nomme ces éléments *vésicules anti-podes*. D'après M. Strasburger, les éléments du sommet des deux tétrades ne se différencient pas; ils se refusionnent pour engendrer plus tard un tissu nutritif destiné à subvenir aux développements de l'embryon pendant le temps de la gestation. Cet élément médian a reçu le nom de *cellule mère primitive de l'albumen* ou de l'endospërme.

Fig. 246.



246. — Cellule femelle et synergides de *Gaura biennis*.

(A). Préparation du sommet du sac embryonnaire montrant la cellule femelle en avant et les synergides en arrière.

♀ Cellule femelle ou vésicule embryonnaire. Cette cellule est attachée sur la paroi du sac embryonnaire un peu au-dessous de son sommet.

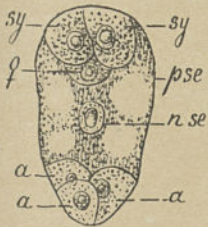
Sy. Cellules femelles imparfaites ou synergides, sy' celle de droite. sy'', celle de gauche. Ces cellules s'attachent sous le sommet même du sac embryonnaire.

pse. Paroi du sac embryonnaire.

(B). — Préparation du sommet du sac embryonnaire montrant les synergides en avant et la vésicule embryonnaire en arrière.

(C). — Préparation du sommet du sac embryonnaire montrant la cellule femelle et les synergides de profil.

Fig. 247.



247. — Sac embryonnaire de *Commelina stricta* (1).

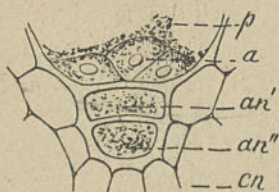
a. Vésicules antipodes ou cellules femelles imparfaites de la partie inférieure du sac embryonnaire.

n. se. Noyau du sac embryonnaire.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 246.

(1) D'après un croquis tiré des *Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* de M. L. Guignard.

Fig. 248.



248. — Section radiale de la partie inférieure d'un sac embryonnaire de *Narcissus pseudo-narcissus*.

a. Cellules antipodes maldélimitées, presque diffluentes.

p. Protoplasme de la partie inférieure du sac embryonnaire.

an. Anticlinales, an', l'anticline supérieure, an'', l'anticline inférieure. Les parois des anticlinales sont

gonflées, il en est de même de la paroi du sac embryonnaire.

cn. Cellules du nucelle voisines du sac embryonnaire.

Fig. 249.

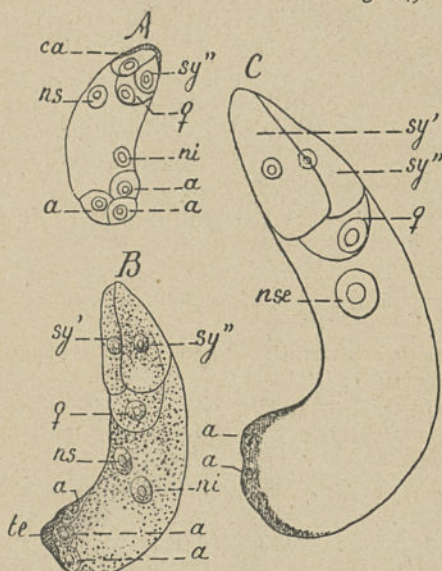


Fig. 249. — Sacs embryonnaires de *Capsella bursa-pastoris* à trois stades de développement (1).

(A). — Aspect du sac embryonnaire lorsque les cellules antipodes sont très nettes et que les noyaux libres *ns* et *ni* sont encore contigus à leurs tétrades respectives.

ns Noyau libre de la tétrade supérieure.

ni. Noyau libre de la tétrade inférieure.

ca. Calotte.

(B). — Aspect du sac embryonnaire lorsque les cellules antipodes deviennent diffluentes et que le noyau *ni* se rapproche du noyau *ns*. Les synergides sont déjà fortement allongées vers le haut.

te. Tissu écrasé par la partie inférieure du sac embryonnaire.

(C). — Aspect du sac embryonnaire après la fusion des noyaux *ns* et *ni* pour donner le noyau *nse* du sac embryonnaire. Les antipodes diffluentes ne sont plus reconnaissables (2).

Fig. 250

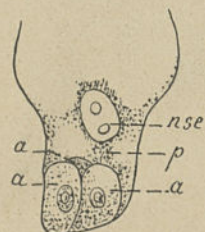


Fig. 250. — Région inférieure d'un sac embryonnaire du *Borrago officinalis* :

Cette figure montre trois cellules antipodes nichées dans la partie rétrécie du sac embryonnaire. Le noyau du sac embryonnaire est voisin des antipodes.

(1) D'après M. L. Guignard l. c. ainsi que les figures 250, 252, 253, 255.

(2) On remarquera la courbure du sac embryonnaire qui est liée ici à la forme campylotrope de l'ovule.

Comme celui des Gymnospermes, le sac embryonnaire des Angiospermes apparaît dans le nucelle, mais celui-ci étant beaucoup plus étroit eu égard au volume des éléments constitutants, le tissu dans lequel se différencie le sac est beaucoup plus spécialisé. En général, un seul élément sous-épidermique placé près du sommet du nucelle se cloisonne plusieurs fois transversalement et c'est une des cellules inférieures de la file ainsi produite qui devient le sac embryonnaire. Les cellules de la file qui sont placées entre le sac et le sommet du nucelle sont écrasées, qu'elles se soient ou non préalablement reclinées. Elles donnent l'appareil de la calotte sorte de tissu conducteur qui dirige l'extrémité du boyau pollinique vers la vésicule embryonnaire. Les cellules inférieures de la file, quand il y en a, demeurent stériles. On les a nommées *anticlines*. M. Vesque a montré qu'elles jouent parfois un rôle important dans l'alimentation de l'embryon pendant la gestation. Lorsque les anticlines font défaut, les cellules du nucelle contiguës à la partie inférieure du sac embryonnaire peuvent les suppléer, Fig. 253.

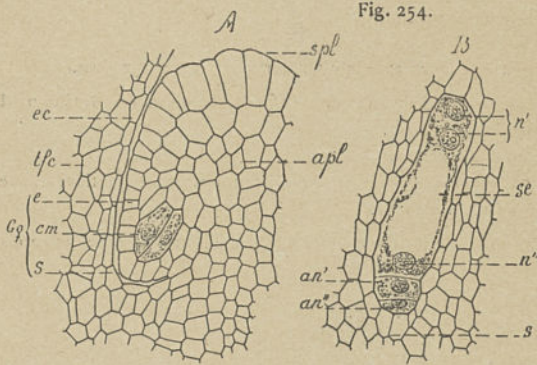


Fig. 254.

Fig. 254 (A).— Section radiale d'un jeune ovule de *Loranthus sphærocarpus* d'après M. Treub.

c. Carpelle. ec. Epiderme du carpelle, tfc. son tissu fondamental!

pl. Placenta central adhérent de trois côtés aux carpelles. spl. Sommet du placenta. apl. son axe

G ♀. Ovule réduit à son

nucelle. s, son sommet organique, e, son épiderme, cm cellules mères initiales.

(B). — Section radiale d'un ovule plus âgé de la même plante. L'ovule est greffé sur la face interne du carpelle. Cet ovule montre un sac embryonnaire allongé dans sa partie inférieure, celle qui est tournée vers le sommet du placenta. Deux anticlines occupent sa partie supérieure, celle qui est voisine du sommet organique de l'ovule. Les anticlines occupent donc ici la place de l'appareil de la calotte, les synergides et la cellule femelle occuperont la place des antipodes. Antipodes, synergides, vésicules embryonnaires ne sont donc que des cellules femelles dont quelques-unes seulement réussissent à se développer complètement et dont les autres demeurent plus ou moins imparfaites, tombent en dégénérescence et servent à nourrir les cellules privilégiées. Les cellules de la calotte, les anticlines, les sacs embryonnaires n'ont de même entre eux que des différences insignifiantes, ce sont des cellules mères de la masse épithéliale femelle dont certaines se développent alors que les autres sont écrasées, tombent en dégénérescence ou s'arrêtent simplement dans leur développement.

Fig. 255.

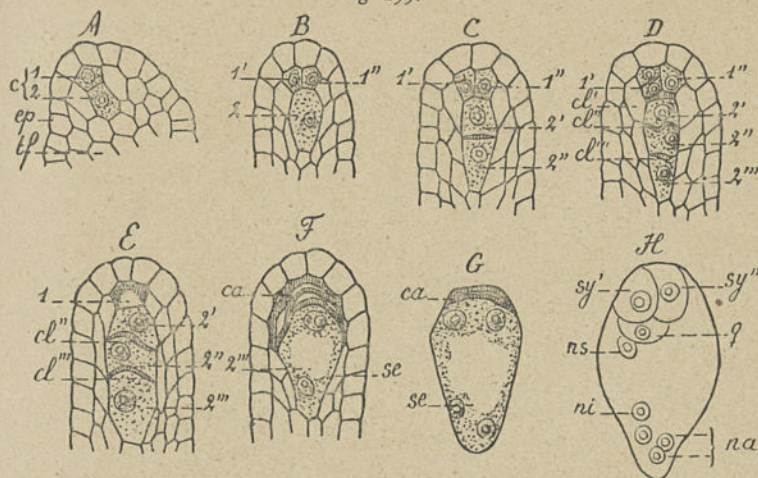


Fig. 255. — Genèse du sac embryonnaire et de l'appareil de la calotte chez le *Yucca gloriosa*.

(A). — Section radiale d'un nucelle dont la cellule sous-épidermique privilégiée vient de se diviser transversalement en deux segments 1 et 2.

c. Cellule sous épidermique privilégiée.

ep. Epiderme du nucelle, tf. son tissu fondamental.

(B). — Section radiale d'un nucelle plus développé, la cellule 1 s'est divisée longitudinalement, la cellule 2 est hypertrophiée.

(C et D.) — Sections radiales de nucelles encore plus développés. Les cloisons transversales sont gonflées.

(E). — Section radiale du nucelle après gélification complète des cellules 1. Les cellules 2' et 2'' commencent à s'écraser par suite de l'hypertrophie de la cellule 2''' qui devient cellule mère spéciale ou sac embryonnaire (1).

(F). — Section radiale du nucelle au moment où le noyau de la cellule mère spéciale se divise. Les deux noyaux produits gagnent les pôles du sac embryonnaire.

ca. Appareil de la calotte.

(G). — Section radiale du sac embryonnaire et de sa calotte lorsque les noyaux polaires subissent leur première partition.

(H). — Le sac embryonnaire après la différenciation des cellules de la tétrade supérieure.

Dans ces dernières années, quelques auteurs ont proposé pour uniformiser la nomenclature botanique de désigner les cellules femelles des phanérogames sous le nom d'*Oosphères*. Je ne vois aucun avantage à ce mot nouveau. Il n'est pas plus clair que celui de cellules femelles; en revanche, il a le grand inconvénient de nous embarrasser de la

(1) Dans cet exemple le sac embryonnaire occupant la partie inférieure de la file cellulaire issue des cellules 1 et 2, il n'y a pas d'anticlines.

notion d'œuf. Or, le mot œuf est un de ces termes généraux créés par l'usage courant qui désignent les objets les plus dissemblables. Pour avoir une valeur scientifique, le mot œuf a besoin d'être défini lui-même. Je crois donc que le mieux est de conserver le nom de cellules femelles aux éléments femelles des végétaux.

III. — NOMENCLATURE DU PISTIL.

Le pistil et ses régions.

Les glandes femelles des Gymnospermes devant recueillir elles-mêmes les grains de pollen sont le plus souvent nues. Inversement les ovules des Angiospermes ayant uniquement pour fonction la sécrétion des cellules femelles, ces glandes, plus délicates, sont abritées dans des *chambres spéciales* ou *ovaires*, dont les bords fournissent l'organe collecteur des éléments mâles. — Cette différence dans le mode de protection des ovules est traduite par les mots *Gymnospermes* et *Angiospermes*; c'est elle qui a frappé tout d'abord beaucoup plus que la localisation de la fonction collectrice; c'est elle qui a servi à définir les deux sous-embranchements des Phanérogames. Longtemps on a cru que cette définition était absolue, mais on a reconnu depuis que certaines gymnospermes *Ephedra*, *Gnetum*, les Calamodendrées possèdent des *chambres ovulaires*, tout en ayant des ovules qui cumulent encore la double fonction collectrice et sécrétante. Dans ces plantes, la division du travail ovulaire n'est pas encore accomplie, elles sont gymnospermes tout comme les Conifères et les Cycadées; l'ovule y acquiert même une puissance collectrice spéciale, puisqu'il y prend un pavillon collecteur qui n'existe pas chez les autres gymnospermes; mais déjà chez les Calamodendrées l'ovule est aidé dans la récolte du pollen par des poils spéciaux. L'orifice de la chambre ovulaire se resserrant, la fonction collectrice a passé du micropyle à l'embouchure de la chambre ovarienne produisant les Angiospermes véritables. L'apparition d'un organe collecteur du pollen indépendant de l'ovule a donc eu plus d'importance que l'apparition de l'ovaire.

On nomme *stigmat* l'organe collecteur indépendant de l'ovule qui est chargé de la récolte du pollen. Très généralement, le stigmat est formé par tout ou partie du bord de la coupe ovarienne. — Fréquemment ce bord est séparé de la chambre ovarienne par une colonne plus ou moins allongée, le *style*.

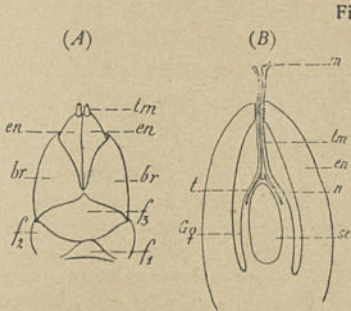


Fig. 256.

Fig. 256. — Inflorescence d'*Ephedra distachya*, montrant deux fleurs femelles.

t. m. Tube micropylaire de l'ovule.
 en. Enveloppe propre de la fleur, formant chambre ovulaire.
 br. Bractée. Les bractées des deux fleurs sont opposées et connées.
 f₁, f₂, f₃. Feuilles inférieures du rameau.
 (B). — Section radiale principale de la fleur.
 G. ♀ Ovule.

n. Nucelle avec chambre pollinique s. e. Sac embryonnaire.
 t. Tégument.
 m. Micropyle évasé en un pavillon collecteur couvert de papilles.

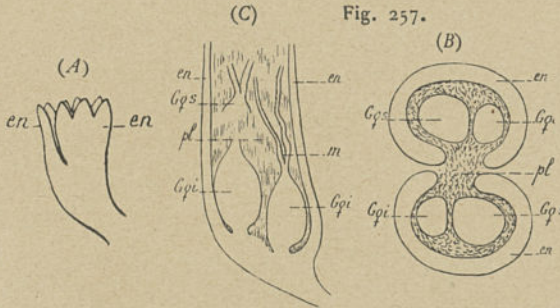


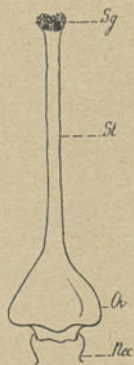
Fig. 257.

Fig. 257. — Fleur femelle de Calamodendrée (*Gnetopsis elliptica*) d'après M. Renault.

(A). — Fleur restaurée vue de trois quarts.
 (B). — Section transversale d'ensemble pratiquée vers le milieu de la fleur.

en. Enveloppe propre de la fleur formant chambre ovulaire.
 G. ♀ s. Ovules supérieurs.
 G. ♀ i. Ovules inférieurs.
 p. Poils collecteurs.

Fig. 258.



(C). — Section radiale d'une fleur. A droite de la figure, on voit un jeune ovule pourvu de son appareil collecteur. Cet organe servait ensuite d'organe de dissémination.

Un ovaire, son style et son stigmate forment un ensemble que l'on appelle *pistil*. — Dans cet ensemble, le style est la partie la moins utile ; elle fait souvent défaut. Lorsqu'elle manque, le *stigmate sessile* repose sur l'ovaire.

Fig. 258. — Pistil de *Celosia margaritacea*, vu par sa face postérieure.
 ov Ovaire.
 st. Style.
 sg. Stigmate.
 nec. Nectaire enveloppant la base de l'ovaire.

Fig. 259.

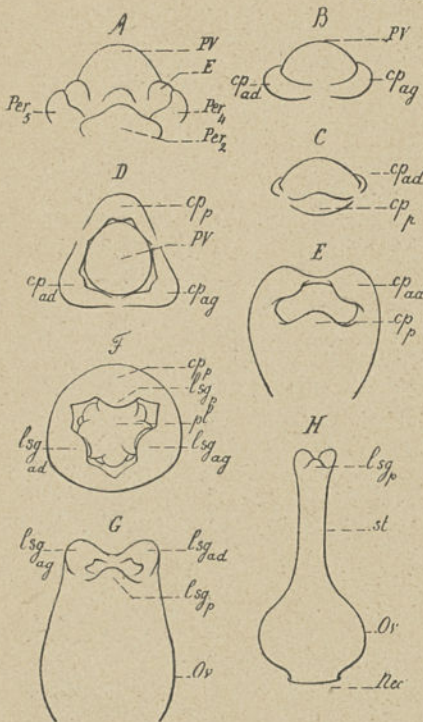


Fig. 259. — Organogénie du pistil de *Celosia margaritacea*.

(A). — Le point de végétation de la fleur avant l'apparition des carpelles vu par sa face postérieure.

Pv. Point de végétation.

Et. Étamines.

Per. Pièces du périanthe, numérotées d'après l'ordre dans lequel elles ont apparu.

(B et C). — Apparition des carpelles à la périphérie du point de végétation. B, Point de végétation vu par sa face antérieure. C, le même point de végétation vu par sa face postérieure.

Cp. Carpelles. Cp_{ad}, Carpelle antérieur droit. Cp_{ag}, Carpelle antérieur gauche. Cp_p, Carpelle postérieur.

PV, Point de végétation qui donnera le placenta central libre.

(D). — Pistil à un stade de développement plus avancé vu par le sommet. Les lettres ont la même signification que ci-dessus.

(E). — Pistil plus développé, vu de $\frac{3}{4}$ par sa face postérieure.

(F). — Pistil plus avancé, vu par le sommet.

lsg. Les trois lobes du stigmate. Ils portent les mêmes indices que les carpelles dont ils proviennent.

pl. Placenta central sur lequel se développent les premiers ovules. Exceptionnellement, dans cet échantillon l'embouchure du pistil était encore très largement ouverte au moment de la formation des ovules.

(G). Pistil un peu avant la différenciation du style.

(H). — Pistil lorsque ses trois parties sont différenciées.

La nomenclature du pistil ne tient aucun compte de la différenciation de cet organe. Créée peu à peu, pour des organes complexes, dissociés, puis étendue tant bien que mal aux autres cas, cette nomenclature est pleine de contradictions et d'inconséquences qui ont le grave inconvénient de masquer les homologies et de fausser les idées. Il faudrait refaire cette nomenclature, mais comme la plupart des grands ouvrages de détermination et de description sont écrits avec la terminologie courante, aucun botaniste n'a voulu entreprendre cette réforme.

Fig. 260.

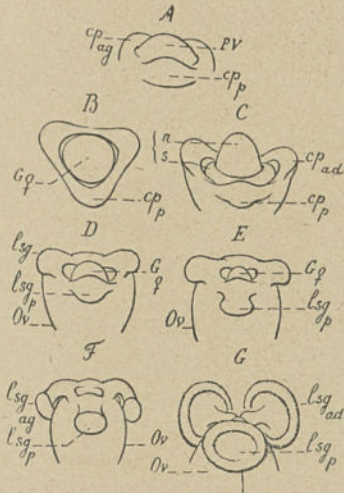


Fig. 260. — Organogénie du pistil de *Rheum undulatum*.

(A). — Point de végétation de la fleur au moment de l'apparition des carpelles. Vu de 3/4 par la face postérieure.

Pv. Point de végétation qui donnera directement l'ovule.

Cp. Carpelles. Cpp. Carpelle postérieur. Cpad. Carpelle antérieur droit. Cpag. Carpelle gauche.

(B). — Jeune pistil vu par le sommet au moment où les parois de l'ovaire commencent à s'édifier. Le point de végétation de la fleur donne le nucelle de l'ovule.

G ♀ Jeune ovule.

(C). — Pistil plus avancé.

n. Nucelle de l'ovule. s. La secondine.

(D) (E). (F). — Pistils de plus en plus développés.

l. sg. Lobes stigmatiques.

ov. Ovaire.

(G). — Pistil complètement développé.

Constitution
du
pistil primitif.

Dans son état primitif, le pistil des Angiospermes apparaît sous la forme d'une série de mamelons disposés circulairement autour d'une région centrale qui peut être légèrement bombée ou creusée en coupe. En même temps qu'ils croissent en hauteur, les mamelons s'étendent tangentiellement; ils se rejoignent bord à bord de manière à former un bourrelet continu qui s'élève au-dessus de la région centrale. Le bourrelet pistillaire est plus épais aux points qui correspondent aux mamelons primitifs. Les sommets de ces épaisissements forment très généralement les lobes du stigmate; la région commune aux pièces du bourrelet devient l'ovaire. Un rétrécissement se produit entre les lobes stigmatiques et l'ovaire qui ferme plus ou moins complètement la chambre ovarienne. Si cette partie rétrécie s'effile, elle forme le style; peu importe d'ailleurs que l'élongation porte surtout sur la base des lobes stigmatiques ou sur le haut de la région ovarienne.

Dans la constitution du pistil primitif interviennent donc plusieurs pièces qui d'abord distinctes deviennent coalescentes latéralement. La cavité ovarienne est uniloculaire, son stigmate est plurilobé.

Le Carpelle. On a donné le nom de *carpelle* à chacune des pièces constituantes du pistil. Le sommet du carpelle fournit donc un *lobe stigmatique* ; sa région basilaire donne un *fuseau de la chambre ovarienne*, sa partie rétrécie comprise entre les deux précédentes donne un *secteur du style*. *Le pistil primitif est pluricarpellé.*

Ordinairement, le carpelle est symétrique par rapport à un seul plan. Il peut devenir disymétrique, il est très rare de le trouver disymétrique dès l'origine. Cette disymétrie indique des atrophies locales.

Les Modes
de placentation
du
pistil primitif.

On appelle *placenta* la région de l'ovaire où s'insèrent les ovules. Dans le cas le plus simple, les ovules peu nombreux, fréquemment même solitaires, sont localisées au centre de la base de la chambre ovarienne. Il n'y a alors qu'une région placentaire plus ou moins bien nettement délimitée. Cette placentation est dite *basilaire*, Fig. 231, 261 et 262. Si le placenta s'élève dans l'ovaire comme une sorte de colonne, la placentation reçoit le nom de *placentation centrale libre*. Ordinairement la colonne placentaire se renfle à sa partie supérieure. Ce mode de placentation est plus différencié que la placentation basilaire. Santalacées, Primulacées, Fig. 263. Plus généralement, chez les plantes actuelles les ovules s'insèrent sur des bandelettes placées à la jonction des bords des pièces carpellaires voisines, et le placenta se compose de plusieurs bandelettes longitudinales simples ou bilobées. Cette *placentation pariétale* est dite *marginale* ou *intercarpellaire*. *Myricaria germanica*, *Frankenia*. Fig. 265. Exceptionnellement, l'insertion des ovules étant pariétale, ceux-ci se localisent sur la ligne médiane des carpelles sous les lobes stigmatiques : Cette placentation est dite *pariétale médiane*. *Penæa*. (1). Ce dernier dispositif étant très rare, il est d'usage de désigner abrégativement la *placentation pariétale intercarpellaire* sous le nom de *placentation pariétale* et de désigner l'autre mode de placentation pariétale sous le nom de *placentation médiane*. Dans la placentation médiane, le placenta est encore composé de plusieurs bandelettes longitudinales. On dit que la placen-

(1) D'après M. Baillon; les quatre carpelles du pistil des *Penæa* demeurent libres, même dans la région ovarienne. Chacun d'eux émet à sa face interne une crête verticale médiane qui s'avance fortement vers le centre de l'ovaire, c'est de chaque côté de cette cloison et à sa base qu'on trouve les ovules.

tation est *diffuse* (1) quand les ovules très nombreux, s'insèrent sur la totalité ou sur la plus grande partie de la face interne de l'ovaire. Dans ce cas la région placentaire est très étendue et mal délimitée (2).

Fig. 261.

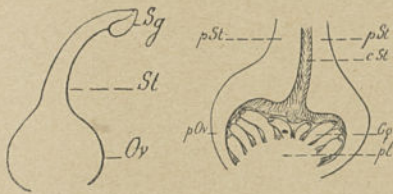


Fig. 261. (A). — Pistil d'*Ambrosinia Bassii*; vu de profil.

(B). — Section radiale principale de l'ovaire. p. ov., Paroi de l'ovaire. pl. Placenta basilaire légèrement saillant. G. ♂ Ovules orthotropes ou légèrement courbés. Ils sont séparés les uns des autres par des poils.

p. st, Paroi du style. c. st. Canal stylaire rempli de poils conducteurs. Ces poils tapissent également toute la partie supérieure de la chambre ovarienne.

Fig. 262.



Fig. 262. — Placenta basilaire de *Celosia margaritacea* chargé d'ovules campylotropes.

Fig. 263.

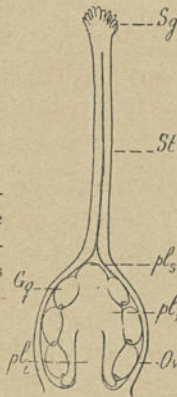


Fig. 263. — Section radiale d'un ovaire d'*Anagallis arvensis*, montrant un placenta central libre très fortement renflé au-dessous du sommet de la colonne placentaire.

p. ov., Paroi de l'ovaire.

pl. Placenta. pls. sa région inférieure stérile formant pédicelle. plr. Région renflée ovulifère. pls. Sommet organique du placenta.

Fig. 264.

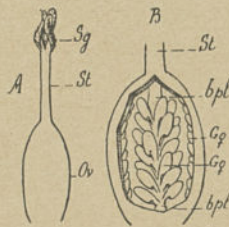


Fig. 264. — Pistil de *Frankenia pulverulenta* (3). (A). — Pistil entier. (B). — Ovaire ouvert de manière à montrer ses trois bandes placentaires pariétales intercarpellaires chargées d'ovules anatropes.

b. pl. L'une des bandes placentaires.

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

Fig. 265.

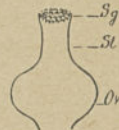


Fig. 265. — Pistil d'*Alternanthera tenella*.

(1) On a proposé de nommer cette placentation *réticulée*. Cette expression toute récente fait allusion à un rapport que l'on avait cru remarquer entre la distribution des ovules et la nervation des carpelles. Ce rapport n'a pu être établi, mieux vaut donc ne pas parler de placentation réticulée.

(2) Il suffit que dans les modes précédents de placentation les ovules deviennent très nombreux pour produire une placentation diffuse.

(3) D'après des croquis tirés du *Traité d'organogénie comparée de la fleur* de Payer.

Fig. 266.

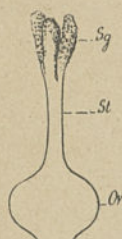


Fig. 266. — Pistil de *Basella rubra*.

Fig. 267.

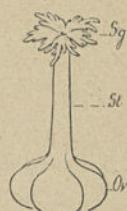


Fig. 267. — Pistil de *Dionaea muscipula*.

Fig. 268.



Fig. 268. — Pistil d'*Helianthemum vulgare* montrant les lobes stigmatiques placés au-dessus des bandes placentaires, qui sont ici pariétales intercarpellaires.

(B). — Le stigmate grossi.



Lorsqu'elles sont pariétales, les régions placentaires sont souvent reliées à la partie collectrice du stigmate par des traînées de tissu glandulaire. La surface des placentas est de même couverte de poils ou de glandes qui ont pour rôle de conduire les boyaux polliniques vers les ovules. On donne à ces cordons le nom de *bandelettes conductrices*.

Les ovules sont dits *dressés* lorsque s'attachant au fond de la loge ovarienne ils se dirigent vers le haut de l'ovaire (1). Si les ovules sont insérés latéralement, on dit qu'ils sont *horizontaux*, *ascendants* ou *descendants* selon qu'ils s'étendent horizontalement, qu'ils s'élèvent vers le haut ou se dirigent vers le bas de la cavité ovarienne.

Nomenclature
du stigmate.

Selon le degré d'indépendance des sommets des carpelles dans le pistil primitif, le stigmate reçoit des qualifications différentes. Quand la coalescence des lobes stigmatiques est très grande, le stigmate paraît former une pièce unique; on dit qu'il est *simple* ou *entier*. Fig. 265. Quand ses lobes constituants sont indiqués: le stigmate est *lobé*, *Celosia*, Fig. 258, *Tamarix tetrandra*, ou *fendu*, Fig. 266. Lorsque ses lobes sont très indépendants, le stigmate paraît formé d'autant de

(1) Cette notion subit quelquefois une légère modification, ainsi chez les Chenopodales, bien que le pistil ne contienne qu'un ovule dont le funicule s'insère au centre de l'ovaire, et se dresse vers le haut, l'ovule ne reçoit pas la qualification de dressé. Fréquemment en effet, la grande élongation du funicule, ses flexions, ses courbures, combinées avec la campylotropie déterminent une version plus ou moins complète de l'ovule par rapport à l'ovaire.

pièces distinctes qu'il y a de carpelles. *Juglans*, *Rheum*, Fig. 260 G. *Passiflora*. Les botanistes descripteurs considèrent alors chaque lobe stigmatique comme un stigmate particulier. C'est là une confusion extrêmement regrettable, mais elle est faite couramment, toutes les fois que la partie collectrice très localisée, est portée sur un pédicelle que l'on regarde comme un style plein. Les lobes stigmatiques peuvent se ramifier. *Engelhardtia spicata*. *Amarantus caudatus*. Lorsque ses ramifications sont très déliées, le stigmate est plumeux, *Aldrovandia vesiculosa*. Chez les *Viola*, le stigmate entier se renfle en une ampoule des plus singulières. Ces stigmates vésiculeux sont très importants, ils indiquent une haute différenciation physiologique de l'organe collecteur.

Selon que la portion collectrice des lobes stigmatiques est couverte d'un enduit gluant ou bien qu'elle est couverte de papilles, le stigmate est visqueux ou vilieux.

Lorsque la portion collectrice des lobes stigmatiques se prolonge, à droite et à gauche, sur les bords du carpelle. Les portions collectrices voisines peuvent s'unir, de là des stigmates sinueux, très étendus.

Il est très rare de voir l'organe collecteur du pollen se localiser au point de jonction de deux carpelles, et fournir des lobes stigmatiques intercarpellaires. *Helianthemum*. Fig. 268. Il est plus rare encore de voir le stigmate s'établir à l'extrémité d'une émergence ou saillie de la surface de l'ovaire sans aucun rapport avec le bord de la coupe pistillaire dont l'embouchure initiale peut se fermer totalement.

Nomenclature
du style.

Le style est simple ou rameux selon que ses arcs constitutants sont adhérents ou indépendants. Lorsque l'adhérence est poussée très loin, le style est un canal circulaire, *Ambrosinia*, *Alternanthera* (1). Si la coalescence des pièces est moins grande, les arcs stylaires sont plus ou moins isolés. Leur face antérieure légèrement concave est occupée par un tissu conducteur. Lorsqu'ils sont très indépendants, chacun d'eux est considéré par les botanistes descripteurs comme un style simple, et par les anatomistes comme un style plein, *Drosera*, *Rheum*. Les lobes stylaires suivent la ramification des lobes stigmatiques qu'ils portent, *Acharia tragioïdes*.

(1) La cavité de ce canal peut être obstruée, les faces internes des arcs stylaires venant à se greffer l'une sur l'autre.

Nomenclature
des pistils
pluriloculaires.

Le pistil pluricarpellé et uniloculaire ne se rencontre que dans les Angiospermes primitives et dans celles qui en dérivent presque immédiatement (1). Chez les autres Angiospermes, le pistil acquiert une structure plus complexe. A cet effet, chacun de ses carpelles élémentaires se ferme et s'isole de ses voisins. Ces deux tendances, fermeture des carpelles et isolement des carpelles progressent indépendamment l'une de l'autre. Retenons pour apprécier leur valeur relative la règle suivante : *Toutes choses égales un pistil dont les carpelles se ferment indique une élévation organique plus grande qu'un pistil à carpelles ouverts. A degré égal de fermeture de leurs carpelles, un pistil à carpelles isolés indique un végétal plus élevé qu'un pistil à carpelles coalescents.* La progression organique du pistil est donc d'une manière générale 1^o le pistil pluricarpellé uniloculaire. 2^o le pistil pluriloculaire à carpelles coalescents ; 3^o le pistil à carpelles distincts (2).

Examinons séparément les effets de l'*involution* des carpelles et ceux de la *dissociation*.

Quand un carpelle se ferme, ses bords se rapprochent du centre de figure du pistil, cette courbure commence dans le bas de la région ovarienne, de là elle gagne peu à peu vers le haut ; elle atteint la région stylaire, puis la région stigmatique. Les deux bords de chaque carpelle peuvent demeurer distincts ou être coalescents sur une plus ou moins grande hauteur. Dans ce dernier cas, il y a souvent coalescence de toutes les régions marginales repliées entre elles et formation d'une colonne pleine dans l'axe de figure du pistil.

Lorsque l'involution des carpelles se limite à leur partie inférieure, la région ovarienne du pistil devient *pluriloculaire*, Fig. 269. Si l'involution s'étend jusqu'à la région stylaire, le style devient *cannelé* ou même *polytubulaire*, s'il y a coalescence des bords des carpelles. Le nombre des canaux du style est égal à celui des loges de l'ovaire (3). Lorsque la fermeture des carpelles est plus complète, et la coalescence de leurs bords très accusée, chaque tube du style peut aboutir au fond

(1) Ce n'est que très exceptionnellement et par suite d'une sorte d'atrophie partielle que le pistil reste uniloculaire chez les Phanérogames supérieures. Nous verrons plus loin que l'infère-ovaire provoque une modification analogue.

(2) Nous verrons plus loin quelles légères modifications cet énoncé comporte par le fait de certaines atrophies et de l'infère-ovaire.

(3) Base du style de quelques *Agave*.

d'une sorte de cornet formé par le lobe stigmatique correspondant, *Philodendron* (1).

On trouve toutes les transitions entre les pistils uniloculaires primitifs et les pistils pluriloculaires dans lesquels chaque loge de l'ovaire possède son canal stylaire et son cornet stigmatique propres (2)

Fig. 269.

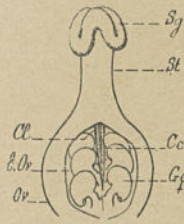


Fig. 269. — Jeune pistil de *Calandrinia Menziesi*.

Une des trois loges ovariennes est ouverte pour montrer les cloisons radiales incomplètement convergentes dans le haut de l'ovaire. A un stade plus avancé du développement, ces cloisons radiales se rompent longitudinalement.

Cc. Cavité commune aux trois loges.

Cl, Cloison radiale.

l. ov. Loge ovarienne.

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

Fig. 270.

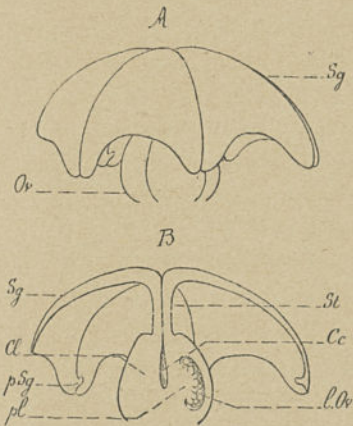


Fig. 270. (A). — Pistil de *Sarracenia purpurea*.

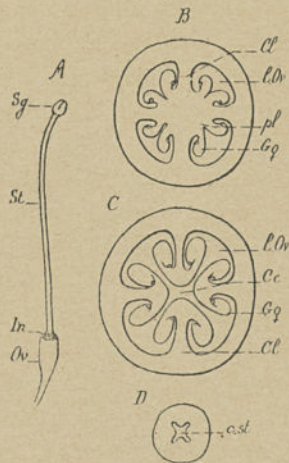
(B). — Section radiale passant par le milieu d'une des loges ovariennes et la cloison opposée.

pl Placenta.

p. sg Partie collectrice du stigmate.

Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 269.

Fig. 271.



(1) D'après M. Van Tieghem. Traité de Botanique 1^{re} Édition, p. 417.

(2) Dans le groupe des Aroïdées, par exemple, on rencontre tous les degrés de fermeture des carpelles.

Fig. 271. — Jeune pistil de *Fuchsia splendens*.

(A). — Ensemble du pistil (1).

In. Insertion des autres parties de la fleur sur l'ovaire. Toutes y compris le nectaire ont été enlevées.

(B). — Section transversale de l'ovaire dans sa région inférieure; à ce niveau les loges ovariennes sont distinctes.

(C). — Section transversale de l'ovaire dans sa région supérieure. A ce niveau les cloisons qui limitent les loges ovariennes ne sont point coalescentes.

(D). — Section transversale du style montrant les cannelures du canal styloïde.

c. st. Canal styloïde.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 269, 270.

Le plus ordinairement dans les pistils pluriloculaires les ovules sont localisés dans l'angle interne des loges ovariennes. La placentation est dite *axile*. Fig. 269. Cette placentation axile se rattache à la placentation pariétale intercarpellaire des pistils primitifs, en admettant que les moitiés des lobes placentaires qui bordent chaque carpelle sont amenés dans l'angle interne du carpelle fermé. Lorsque les ovules sont localisés sur une bande placentaire dans l'angle externe du carpelle replié, la placentation est encore *médiane* (2). La placentation est *diffuse* quand les ovules sont insérés sur la plus grande partie de la surface des cloisons des loges ovariennes (3).

Selon leur direction par rapport à la loge ovarienne, dans laquelle ils sont enfermés les ovules reçoivent les qualifications que j'ai indiquées page 328.

La nomenclature du stigmate et celle du style ne changent pas quand le pistil devient pluriloculaire.

Si la croissance des loges d'un pistil pluriloculaire se localise de manière à laisser son sommet rapproché de sa base, comme dans un ovule courbé, le style semble partir de la base des loges ovariennes, il est dit *gynobasique*, Fig. 272.

Nomenclature
des pistils à
carpelles isolés

Lorsque, quel que soit leur degré de fermeture, les carpelles d'un pistil tendent à s'isoler, cet isolement commence à se faire sentir dans la région stigmatique et de là gagne peu à peu la base de la région ovarienne.

(1) Dans cet exemple, le pistil est infère par rapport au reste de la fleur. La fermeture incomplète des loges ovariennes dépend ici de l'infère-ovarie, car le canal styloïde est lui-même cannelé.

(2) Les exemples connus de ce mode de placentation semblent cependant n'être qu'un dispositif particulier des placentations axiles, *Mesembryanthemum edule*.

Le pistil de *Mesembryanthemum* est largement adhérent aux parties voisines de la fleur.

(3) On cite ordinairement comme exemple de cette placentation diffuse le *Nuphar luteum*.

Fig. 272.

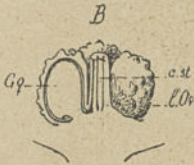
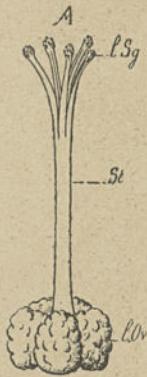


Fig. 273.

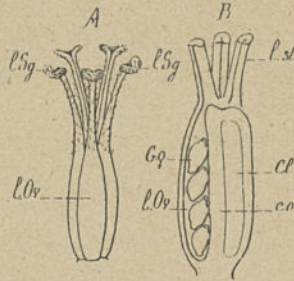


Fig. 273 (A). — Pistil d'*Oxalis violacea*.
(B). — Section radiale de l'ovaire de ce pistil.
l. sg. Lobes du stigmate.
l. ov. Loges de l'ovaire.

Fig. 274 (A). — Pistil d'*Oxalis violacea*.
(B). — Section radiale de l'ovaire de ce pistil.
co. Colonne formée par la coalescence des bords des cloisons radiales qui séparent les loges de l'ovaire.
Les lobes styloires l. st, sont dissociés jusqu'à leur base.

Fig. 274.

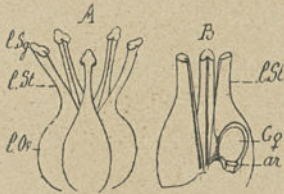


Fig. 274 (A). — Pistil à carpelles dissociés du *Candollea cuneiformis*.

(B). — Section radiale de la région ovarienne de ce pistil.

ar. Arille d'un ovule.

Les autres lettres ont la même signification que dans les figures 272, 273.

On trouve toutes les transitions entre les pistils à carpelles complètement coalescents et les pistils à carpelles complètement isolés.

Dans les pistils à carpelles isolés on appelle encore ovaire la chambre où sont enfermés les ovules, stigmate la portion collectrice du carpelle, style la partie effilée qui réunit le stigmate à l'ovaire. Ce sont là évidemment des laisser-aller de langage très regrettables. Il en est un plus grave qui consiste à donner encore le nom de pistil à chacun de ces carpelles isolés. Cet usage dû à Payer, n'a eu aucun inconvénient dans ses ouvrages; malheureusement, il a conduit quelques-uns de ses successeurs à voir dans le carpelle fermé et isolé le type idéal du pistil simple, de sorte que le plus ordinairement, quand on expose le pistil,

(1) D'après un croquis tiré du *Traité d'Organogénie comparée de la fleur* de Payer. Il en est de même des figures 273, 276, 281, 285, 291.

on part du carpelle isolé ou pistil simple, comme d'une chose primitive qui par coalescence avec des pièces semblables, s'élève à l'état de pistil pluriloculaire puis de pistil uniloculaire pluricarpellé. Cette méthode d'exposition est en opposition formelle avec les données paléontologiques.

Dans les carpelles isolés, on appelle *face ventrale* celle qui regarde l'intérieur du pistil entier, *face dorsale* la région opposée; celle qui correspond au lobe stigmatique.

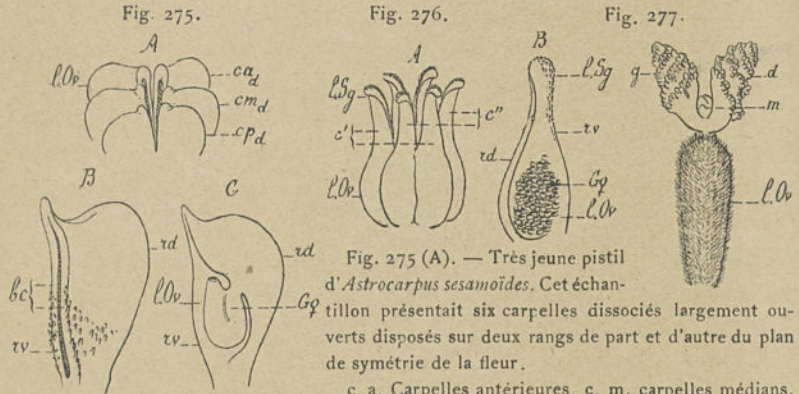


Fig. 275 (A). — Très jeune pistil d'*Astrocarpus sesamoïdes*. Cet échantillon présentait six carpelles dissociés largement ouverts disposés sur deux rangs de part et d'autre du plan de symétrie de la fleur.

- c. a. Carpelles antérieures. c. m. carpelles médians.
- c. p. Carpelles postérieurs. La lettre d mise en indice indique les carpelles de droite.
- (B). — Un carpelle plus développé.
- bc. Bords du carpelle.
- (C). — Section radiale d'un carpelle presque complètement développé pour montrer l'insertion médiane de l'ovule.

Fig. 276 (A). — Pistil de *Butomus umbellatus*. — Les carpelles dissociés sont verticillés par trois.

- c', Carpelle du verticille externe. c'', Carpelles du verticille interne.
- (B). — Section radiale d'un très jeune carpelle montrant sa placentation diffuse.
- rd, Région dorsale ou région externe du carpelle.
- rv, Région ventrale ou région interne du carpelle.

Fig. 277 (A). — Carpelle d'*Hexalobus grandiflorus* (1).
m. Partie médiane du lobe stigmatique, g. sa partie gauche, d. sa partie droite. Les divisions droite et gauche du lobe stigmatique sont enroulées en cornet.

Dans les carpelles isolés et fermés, la placentation est le plus ordinairement *ventrale*, la région placentaire étant localisée dans l'angle interne du carpelle. Cette placentation ventrale reproduit la placentation axile des pistils pluriloculaires. La placentation des carpelles isolés peut aussi être *médiane* *Astrocarpus sesamoïdes*, Fig. 275 ou diffuse *Butomus*. Fig. 276.

(1) D'après un croquis tiré de l'*Histoire des plantes* de M. Baillon. Le pistil d'*Hexalobus grandiflorus* est formé de cinq ou six carpelles dissociés semblables à celui qui est figuré.

Dans les pistils à carpelles isolés, ces organes sont très différemment fermés ; les uns sont à peine clos dans leur région inférieure, les autres au contraire ont leur lobe stigmatique transformé en un entonnoir conique.

La nomenclature du lobe stigmatique correspondant à un carpelle isolé est la même que celle des lobes stigmatiques d'un pistil primitif, lorsque ces organes sont très indépendants. On considère donc ce lobe stigmatique comme un stigmate autonome ; et on dit qu'il est *entier*, *lobé* ou *divisé*, selon le degré de ses ramifications. On procède de même pour le lobe stylaire correspondant.

Les pistils à carpelles dissociés comprennent parfois *un très grand nombre de carpelles* ; ceux-ci sont alors placés sur des hélices. *Ranunculus*, *Myosurus*. Fig. 278, ou plus rarement sur des verticilles. *Butomus*. Fig. 276.

Chez les *Nelumbium*, Fig. 279, par suite de l'hypertrophie du support des carpelles, chacun de ceux-ci se trouve enchassé dans une chambre particulière.

A l'inverse de ce qui se produit chez les *Nelumbium*, dans certains pistils dissociés à nombreux carpelles, nous voyons les carpelles élémentaires serrés les uns contre les autres sur un petit espace, rester coalescents. Il en résulte, non pas un ovaire pluriloculaire comparable à ceux qui dérivent des pistils uniloculaires, mais une pièce plus complexe qui jusqu'ici n'a pas reçu de nom particulier. *Zygogynum Vieillardii*, Fig. 280. *Rafflesia Arnoldi*. Fig. 289 (1). Avec quelques légères variantes le *Punica granatum* présente une disposition analogue. Vu l'importance exceptionnelle de ce dispositif, je propose d'appeler les pistils qui nous les présentent, *pistils zygomnes*.

Fig. 278.

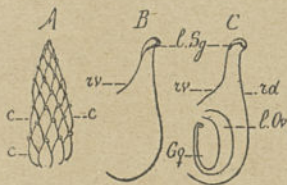


Fig. 278 (A). — Pistil de *Myosurus minimus*. Exemple de pistil à carpelles nombreux, dissociés, disposés en hélice.

c. Carpelles.

(B). — Un carpel isolé vu de profil.

(C). — Section longitudinale médiane du carpelle montrant la loge ovarienne très fortement accrue dans sa partie inférieure.

r. v. Région ventrale ou interne du carpelle.

r. d. Région dorsale ou externe du carpelle.

(1) Dans le *Rafflesia* cette pièce est frappée d'infère-ovarie.

Fig. 279.

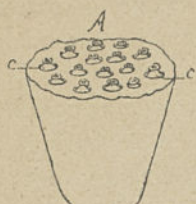


Fig. 280.



Fig. 279 (A).— Pistil de *Nelumbium luteum*.
(B). — Section radiale du pistil.
l. c. Loges du receptacle où sont enchassés les carpelles.

Fig. 280. — Pistil de *Zyogynum Vieillardii* (1). Exemple type du pistil à carpelles dissociés dont les carpelles élémentaires serrés sur un très petit espace restent coalescents. La région ovarienne a une valeur plus élevée que celle d'un ovaire pluriloculaire ordinaire. Exemple type de pistil zyogogyne.

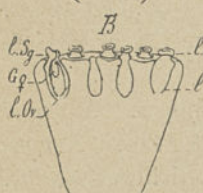
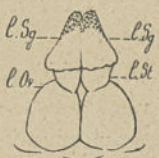


Fig. 281.



l. c. Carpelles.
ped. Partie du receptacle floral où sont insérées les étamines.

Fig. 281. — Très jeune pistil d'*Apocynum cannabinum*, vu de profil de manière à montrer les carpelles greffés par leurs lobes stigmatiques, alors qu'ils sont indépendants dans leurs parties ovariennes et stylaires.

les carpelles greffés par leurs lobes stigmatiques, alors qu'ils sont indépendants dans leurs parties ovariennes et stylaires.

Dans quelques pistils à carpelles isolés, les lobes stigmatiques se greffent l'un à l'autre, *Asclepias, Vinca*.

Quand dans un carpelle isolé, la croissance de la loge ovarienne se localise de manière à laisser l'attache du lobe stylaire rapprochée de sa base, le lobe stylaire devient latéral, il peut même paraître partir de la base de la loge ovarienne, il est dit *gynobasique*. Fig. 282.

Fig. 282.

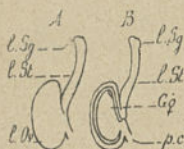


Fig. 283.



Fig. 284.



Fig. 282 (A). — Carpelle gynobasique pris dans le pistil du Fraisier.
(B). — Section radiale de ce carpelle.
p. c. Pédicelle du carpelle.

Fig. 283. — Pistil de *Peperomia blanda*. Exemple de pistil uniloculaire tricarpellé réduit par avortement à son carpelle antérieur.

Fig. 284 (A). — Très jeune pistil d'*Urtica dioica*. Exemple de pistil biloculaire réduit par avortement à un seul carpelle.

(B). — Le pistil un peu avant l'anthèse.

(1) D'après un croquis tiré de l'*Histoire des plantes* de M. Baillon. Il en est de même des figures 283, 288 et 292.