REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

LILLE — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

QK1
.R44
1897
v.9

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Mo. Bot. Garden,
1898.

PARIS
PAUL DUPONT, ÉDITEUR
4, RUE DU BOULOI, 4
—
1897

First page + p. bd. at back of vol.

SUR LA GERMINATION DES AMANDES

par M. LECLERC DU SABLON

Dans un précédent travail (1) j'ai fait connaître le résultat de mes expériences sur les germinations des graines de quelques plantes oléagineuses telles que le Ricin, le Chanvre, le Lin, le Colza, l'Arachide ; la note que je publie maintenant sur la germination des amandes peut être considérée comme la suite de ce travail. J'ai étudié en effet, toujours d'après les mêmes méthodes, comment variait, dans les différentes parties d'une graine en voie de développement, la proportion d'huile et des principaux hydrates des carbones.

J'ai examiné en même temps les amandes douces et les amandes amères ; les graines qui m'ont servi ont été cueillies au mois d'octobre 1895; elles ont été mises à germer dans une serre dès le mois de décembre de la même année et ont été analysées dans le courant de l'hiver. On sait que la germinatiou des amandes s'effectue d'une façon assez irrégulière. Ainsi, un mois après avoir été mises en terre certaines graines avaient déjà émis une racine longue de plusieurs centimètres, tandis que d'autres n'avaient encore subi aucune modification. Je me suis assuré que, pour les amandes comme pour les autres plantes, les graines comparables au point de vue physiologique étaient celles qui étaient arrivées au même degré de développement morphologique et non pas celles qui se trouvaient depuis le même temps dans des conditions favorables à leur germination. J'indiquerai donc l'état de développement des graines en donnant la longueur de la radicule sans tenir compte du temps depuis lequel ces graines ont été mises à germer.

Les méthodes d'analyses employées sont les mêmes que j'ai indiquées dans mon premier travail. Les graines à analyser étaient desséchées pendant trois jours dans une étuve à 45° environ, puis

(1) Revue générale de Botanique, 1895, page 145, 205, 258.

pulvérisées, pesées et placées dans un flacon bouché à l'émeri et renfermant de l'éther anhydre destiné à extraire l'huile. Au bout d'un séjour de huit jours environ dans l'éther la matière est filtrée. L'éther évaporé abandonne l'huile des graines qui se trouve ainsi isolée et que l'on peut peser. La matière épuisée par l'éther est ensuite traitée par l'alcool à 90° qui dissout le sucre. Je fais évaporer l'alcool jusqu'à consistance sirupeuse, je reprends par l'eau qui redissout les sucres ; j'élimine le tannin et quelques autres produits au moyen du sous-acétate de plomb ; puis dans la moitié de la liqueur, je dose directement le glucose et d'une façon générale les sucres qui réduisent la liqueur de Fehling, dans l'autre moitié je ramène tous les sucres à l'état de glucose au moyen de l'action de l'acide chlorhydrique à chaud. J'obtiens ainsi la quantité totale du sucre et par différence j'ai la quantité des sucres non réducteurs que je confonds sous la qualification de saccharose. Ensuite je reprends par l'eau la matière épuisée successivement par l'éther et l'alcool et je la traite par l'acide chlorhydrique étendu à l'ébullition pour transformer en glucose l'amidon et les autres hydrates de carbone, tels que la dextrine, qui sont insolubles dans l'alcool à 90° ; je dose ainsi à l'état de glucose cette nouvelle catégorie de produits hydrocarbonés que l'on réunit ordinairement sous la qualification d'*amyloses*.

Ces divers dosages effectués sur des graines à des états différents de développement permettent de se faire une certaine idée de la marche générale des transformations qui s'opèrent dans les réserves non azotées de la graine. Pour rendre les résultats plus facilement comparables, je rapporterai la teneur de toutes les substances dosées au poids total de la matière soumise à l'analyse et desséchée dans les conditions indiquées plus haut.

Au point de vue auquel je me suis placé, les amandes douces diffèrent fort peu des amandes amères, j'exposerai donc simultanément les résultats obtenus pour ces deux sortes de graines. Je commencerai par montrer de quelle façon varie la proportion d'huile, je passerai ensuite à l'étude des hydrates de carbone.

Huile. — *Amandes douces*. Les amandes douces mûres et non germées renferment environ 50 °/₀ d'huile. Pendant la germination cette proportion diminue de la façon indiquée par le tableau 1.

Tableau 1.

Nombre des graines	Longueur de la radicule	Poids de la matière seche	Huile	Huile p. 100 de la matière sèche
—	—	—	—	—
		gr. m.	gr. m.	
5	0	4 778	2 389	50
3	0cm,2	1 868	0 894	47
3	2cm	2 252	1 019	45
5	9cm	2 908	1 091	37
5	13cm	3 502	1 227	35
4	15cm	2 739	0 601	21
4	16cm	2 775	0 566	20
4	20cm	2 681	0 201	7

Il faut remarquer que les quantités d'huile portées sur ce tableau se rapportent à la plantule entière. On voit que la proportion d'huile diminue lentement. A développement égal les graines de Ricin et la plupart des autres graines oléagineuses renferment relativement beaucoup moins d'huile. Il est vrai que pendant la germination le poids sec des graines diminue et que par conséquent une quantité notable d'huile peut être digérée sans que le rapport du poids de l'huile qui reste au poids total de la graine soit sensiblement modifié. N'ayant pas pesé chaque graine avant de la mettre à germer, je ne puis indiquer avec précision la perte du poids sec de chacune d'elles. Mais toutes les graines que j'ai employées étaient à peu près pareilles et en connaissant le poids de chacune au moment de l'analyse on peut se faire une idée approximative de la perte de poids. Ainsi, tandis que le poids moyen des graines non germées était de 0gr, 955, le poids moyen des graines prises aux diverses phases du développement indiquées au tableau 1 était de 0gr, 622 — 0gr, 750 — 0gr, 581 — 0gr, 700 — 0gr, 684 — 0gr, 693 — 0gr, 670. On voit que la perte du poids sec est surtout considérable au début de la germination, c'est ce qui explique pourquoi c'est à cette période que la proportion d'huile diminue le moins vite.

On peut maintenant se demander comment l'huile est distribuée dans les diverses parties de la plantule en voie de germination. Pour répondre à cette question j'ai dosé separément l'huile : 1° dans les cotylédons, 2° dans la tige et la racine. Il ne m'a pas paru utile de séparer la tige de la racine.

Le tableau 2 indique pour chacun des états de développement

étudiés la proportion d'huile qui se trouve d'une part dans les cotylédons et d'autre part dans le reste de la plantule.

Tableau 2.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Huile	Huile pour 100
		gr. m.	gr. m.	
9cm	Cotylédons . . .	2 632	1 082	41
	Tige et racine. .	0 276	0 009	3
13cm	Cotylédons . . .	2 964	1 208	40
	Tige et racine. .	0 538	0 019	3
15cm	Cotylédons . . .	2 176	0 594	27
	Tige et racine. .	0 563	0 017	3
16cm	Cotylédons . . .	2 044	0 546	26
	Tige et racine .	0 731	0 022	3
20cm	Cotylédons . . .	1 535	0 163	10
	Tige et racine. .	1 146	0 038	3

On voit que la tige et la racine renferment de l'huile en petite quantité et dans une proportion à peu près constante. Mais comme le poids de la tige et de la racine d'une graine augmente, il en résulte que le poids de l'huile qui s'y trouve augmente aussi et dans le même rapport. On doit donc admettre que pendant la germination une petite quantité d'huile passe des cotylédons dans les autres parties de la plantule.

Jusqu'à présent j'ai appelé huile l'ensemble des corps gras extraits au moyen de l'éther ; mais on sait que dans les graines en germination l'huile neutre est toujours mêlée à une certaine quantité d'acides gras. Pour me faire une idée de la façon dont variait la quantité d'acides gras j'ai opéré de la façon suivante. L'ensemble des corps gras étant isolé et pesé, je traite par l'alcool qui dissout les acides et j'ajoute quelques gouttes d'une dissolution de vert malachite. Puis à l'aide d'une pipette graduée je verse goutte à goutte une dissolution titrée de baryte jusqu'à ce que la liqueur soit neutralisée, ce qui est indiqué par le changement de couleur du vert malachite. J'ai ainsi la quantité de baryte nécessaire pour neutraliser les acides gras. On peut donc, et sans connaître d'une façon précise la quantité absolue d'acides, voir de quelle façon ces composés varient pendant la germination.

On constate ainsi que dans les cotylédons la proportion d'acides

gras est faible et augmente très lentement. Ainsi pour neutraliser les corps gras extraits de 100gr. de cotylédons desséchés il faut 0gr 1 de baryte au commencement de la période germinative et 0gr 3 lorsque la radicule a atteint une longueur de 15cm environ. Cette proportion est beaucoup plus forte dans la tige et la racine et diminue pendant que le développement se produit. Lorsque la radicule est longue de 9cm, il faut environ 1gr de baryte pour neutraliser les corps gras extraits de 100gr de matière sèche, il en faut seulement 0gr, 4 lorsque la radicule est longue de 15cm. Si l'on se rappelle la faible quantité de corps gras qui se trouve dans la tige et dans la racine on arrivera à penser que les acides y sont relativement très abondants par rapport à l'huile neutre.

Pendant la germination des amandes il y a donc, comme dans les autres graines oléagineuses, mise en liberté d'une certaine quantité d'acides gras que l'on doit considérer comme un des produits de la digestion de l'huile; la plus grande partie des acides gras ainsi formés émigre dans la tige et la racine, surtout dans la racine.

Amandes amères. — Les amandes amères renferment à peu près la même quantité d'huile que les amandes douces et pendant la germination la proportion de cette matière de réserve diminue à peu près de la même façon. Les deux tableaux suivants donnent lieu aux mêmes remarques que les tableaux 1 et 2; l'un, le tableau 3, est relatif à la quantité d'huile renfermée dans l'ensemble de la graine, l'autre, le tableau 4, indique la répartition de l'huile d'une part dans les cotylédons, d'autre part dans les autres parties de la plantule.

Tableau 3.

Nombre des graines	Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Huile	Huile pour 100
—	—	—	—	—
		gr. m.	gr. m.	
5	0	4 895	2 528	51
4	0cm,2	3 713	1 750	47
3	3cm	2 180	0 872	40
1	8cm	0 834	0 314	37
4	9cm	3 820	1 096	28
4	13cm	3 539	0 924	26
4	15cm	3 572	0 675	18
3	20cm	2 931	0 375	12

Tableau 4.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Huile	Huile pour 100
		g.. m.	gr. m.	
9cm	Cotylédons . . .	3 244	1 072	33
	Tige et racine. .	0 576	0 024	4
13cm	Cotylédons . . .	2 784	0 898	32
	Tige et racine. .	0 755	0 026	3
15cm	Cotylédons . . .	2 564	0 648	25
	Tige et racine. .	1 008	0 324	3
20cm	Cotylédons . . .	1 982	0 334	16
	Tige et racine. .	0 949	0 039	4

Sucres. — *Amandes douces*. — Les graines non germées ne renferment que des traces de glucose et contiennent par contre une quantité notable de saccharose, environ 4 °/₀. Ce saccharose constitue une matière de réserve destinée à être transformée en glucose et assimilée pendant la germination. Il est facile de montrer que les diastases pouvant opérer cette transformation existent dans la graine non germée. Pour cela on prend deux lots de graines aussi comparables que possible. Dans l'un on dose les sucres par la méthode ordinaire et on trouve seulement des traces de glucose et 4 °/₀ de saccharose. L'autre lot est pilé et laissé au contact d'une faible quantité d'eau pendant 24 heures, puis on le dessèche et on l'analyse comme le précédent; on y trouve la même quantité totale de sucre, mais il n'y a plus que 3 °/₀ de saccharose et, par contre, un peu plus de 1 °/₀ de glucose. On peut conclure de cette expérience que, pendant que les graines pilées sont restés au contact de l'eau le saccharose a été mêlé à l'invertine qui l'a transformé partiellement en glucose. J'ai montré d'ailleurs l'existence d'un phénomène analogue dans d'autres graines oléagineuses.

En étudiant les graines germées on y trouve des sucres ayant une provenance tout à fait différente. Dans les amandes comme dans les autres graines oléagineuses, le sucre est le principal produit de la digestion de l'huile. Le tableau 5 indique la quantité de sucre qui se trouve dans l'ensemble de la graine aux diverses phases de la germination.

Tableau 5.

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose pour 100	Saccharose	Saccharose °/₀	Sucres °/₀
—	—	—	—	—	—	—
	gr. m.	gr. m.		gr. m..		
0	3 386	0 0	0	0 136	4	4
9cm	2 908	0 053	1	0 160	5	6
13cm	3 503	0 080	2	0 176	5	7
15cm	2 739	0 162	5	0 200	7	12
16cm	2 775	0 200	7	0 170	6	13
20cm	2 681	0 323	12	0 060	2	14

La proportion totale du sucre, bien qu'inférieure à celle qui a été trouvée dans les graines de Ricin, est néanmoins supérieure à celle qui existe dans la plupart des graines oléagineuses. Bien que le saccharose qui se trouve dans les graines non germées soit digéré pendant la germination, la proportion de ce sucre augmente néanmoins pendant un certain temps. En se rapportant aux explications qui ont été données à propos du Ricin, on verra que le saccharose formé peut être considéré comme un produit de la transformation de l'huile. Puis, ce saccharose, comme celui qui se trouvait en réserve dans la graine non germée, se transforme à son tour en glucose directement assimilable; dans l'ensemble de la graine, la proportion de ce dernier sucre augmente constamment. Une certaine quantité de glucose trouvé dans la graine germée, provient aussi de la digestion desglucosides qui se trouvent dans la graine en proportion d'ailleurs assez faible (1 °/₀ à 2 °/₀).

Dans le tableau 6 on a distingué d'une part les sucres renfermés dans les cotylédons, et d'autre part ceux qui se trouvent dans les autres parties de la plantule.

Tableau 6.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose p. 100	Saccharose	Saccharose °/₀	Sucres °/₀
—		—	—	—	—	—	—
		gr. m.	gr. m.		gr. m.		
9cm	Cotylédons. . .	2 632	0 030	1	0 157	6	7
	Tige et racine. .	0 276	0 023	8	0 003	1	9
13cm	Cotylédons. . .	2 964	0 030	1	0 178	6	7
	Tige et racine. .	0 538	0 050	9	0 020	3	12
15cm	Cotylédons. . .	2 176	0 104	4	0 180	8	12
	Tige et racine. .	0 563	0 058	10	0 020	3	13
16cm	Cotylédons. . .	2 044	0 123	6	0 142	6	12
	Tige et racine. .	0 731	0 081	11	0 028	3	14
20cm	Cotylédons. . .	1 535	0 178	11	0 048	3	14
	Tige et racine. .	1 146	0 145	12	0 012	1	13

Ce tableau montre que les sucres réducteurs, de même que les sucres non réducteurs, ne sont pas répartis uniformément dans la plantule. D'une façon générale les cotylédons renferment plus de saccharose et moins de glucose que les autres parties de la plantule. D'ailleurs les détails du tableau 6 s'expliquent facilement par ce fait que le saccharose est un produit intermédiaire entre l'huile qui est en réserve dans les cotylédons et le glucose qui est assimilé dans la tige et la racine.

Au début de la germination, en effet, lorsque la digestion de l'huile commence, les cotylédons renferment une certaine quantité de saccharose et très peu de glucose; puis de nouvelles quantités de saccharose se forment aux dépens de l'huile pendant que le saccharose déjà formé passe à l'état de glucose; c'est ce qui explique pourquoi la proportion de saccharose est à peu près constante, tandis que celle de glucose augmente constamment. A la fin de la période germinative alors que la réserve d'huile est presque épuisée, la production de saccharose se ralentit sans que sa transformation en glucose soit arrêtée; de là cette diminution de la proportion de saccharose à la fin de la germination.

Dans la tige et la racine il en est tout autrement; il n'y a qu'une quantité insignifiante d'huile et par conséquent production négligeable de saccharose. Le sucre que la tige et la racine reçoivent des cotylédons est constitué par un mélange de glucose et de saccharose qui se transforme en glucose; il est donc naturel de trouver ici plus de glucose et moins de saccharose que dans les cotylédons. La transformation du saccharose en glucose s'effectue d'ailleurs sans doute aussi bien dans la tige et la racine que dans les cotylédons. Il est aussi fort probable que la migration de glucose vers la tige et la racine s'effectue plus facilement que celle du saccharose. Ce fait d'ailleursne serait pas isolé car on a vu que, pendant la germination des graines de Ricin, le glucose passe de l'albumen dans la plantule à l'exclusion presque complète du saccharose.

Si maintenant on dose isolément les sucres qui se trouvent dans la tige et ceux qui se trouvent dans la racine, on constate dans la tige une proportion bien plus forte aussi bien de glucose que de saccharose. Ainsi lorsque la radicule est longue de 20^{cm}, la tige renferme 17 °/$_0$ de glucose et 2 °/$_0$ de saccharose, tandis que la racine contient seulement 4 °/$_0$ de glucose et 1 °/$_0$ de saccharose. Il est

bien entendu que dans ce cas comme dans tous ceux qui ont été étudiés la plantule n'a pas encore commencé de verdir.

Amandes amères. — L'étude des sucres dans la germination des amandes amères donne à peu près les mêmes résultats que pour les amandes douces comme l'indiquent les tableaux 7 et 8. Dans le tableau 7 les plantules sont considérées dans leur ensemble; dans le tableau 8 les sucres ont été dosés isolément, d'une part dans les cotylédons et d'autre part dans le reste de la plantule.

Tableau 7.

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose pour 100	Saccharose	Saccharose °/₀	Sucres °/₀
	gr. m.	gr. m.		gr. m.		
0	3 228	traces	0	0 186	5	5
3cm	2 439	0 024	1	0 122	5	6
9cm	3 820	0 172	4	0 318	8	12
13cm	3 539	0 193	5	0 269	7	12
15cm	3 572	0 288	8	0 298	8	16
20cm	2 931	0 266	9	0 256	8	17

Tableau 8.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose p. 100	Saccharose	Saccharose °/₀	Sucres °/₀
		gr. m.	gr. m.		gr. m.		
9cm	Cotylédons . .	3 244	0 092	2	0 300	9	11
	Tige et racine.	0 576	0 080	13	0 018	3	16
13cm	Cotylédons . .	2 784	0 096	3	0 254	9	12
	Tige et racine.	0 755	0 097	12	0 029	3	15
15cm	Cotylédons . .	2 564	0 140	5	0 266	10	15
	Tige et racine.	1 008	0 148	140	0 032	3	17
20cm	Cotylédons . .	1 982	0 120	6	0 228	11	17
	Tige et racine.	0 949	0 144	15	0 028	3	18

En comparant ces tableaux avec les tableaux 5 et 6, on remarque que les proportions de sucre sont relativement plus considérables dans les amandes amères que dans les amandes douces. Les amandes amères auraient donc une saveur plus sucrée si ce n'était la formation d'acide cyanhydrique au contact de l'eau. D'ailleurs la marche de la digestion de l'huile et de la formation des sucres est le même dans les deux cas.

Amyloses. — *Amandes douces.* — Les graines épuisées par l'alcool à 90° renferment encore des amyloses (amidon, dextrine) ; j'ai dosé tous ces composés en même temps en les ramenant à l'état de glucose par l'action de l'acide chlorhydrique étendu et bouillant. Le tableau 9 indique dans quelle proportion ces hydrates de carbone insolubles dans l'alcool se trouvent dans l'ensemble de la graine et le tableau 10 donne le même renseignement pour les cotylédons d'une part et les autres parties de la plantule d'autre part.

Tableau 9.

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Amyloses	Amyloses °/o	Total des hydrates de carbone °/o
	gr. m.	gr. m.		
0	3 386	0 215	6	10
9cm	2 908	0 170	5	11
13cm	3 502	0 220	6	13
15cm	2 730	0 210	7	20
16cm	2 755	0 225	8	21
20cm	2 681	0 270	10	24

Tableau 10.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Amyloses	Amyloses °/.	Total des hydrates de carbone °/o
		gr. m.	gr. m.		
9cm	Cotylédons . . .	2 632	0 140	5	12
	Tige et racine .	0 276	0 030	10	19
13cm	Cotylédons . . .	2 964	0 180	6	13
	Tige et racine .	0 535	0 043	8	20
15cm	Cotylédons . . .	2 176	0 166	7	19
	Tige et racine .	0 563	0 046	8	21
16cm	Cotylédons . . .	2 064	0 156	7	19
	Tige et racine .	0 731	0 068	9	23
20cm	Cotylédons . . .	1 635	0 165	10	24
	Tige et racine .	1 146	0 105	9	22

Les hydrates de carbone réunis sous le nom d'amyloses sont sans doute de nature très diverse et ont seulement pour caractère commun d'être insolubles dans l'alcool à 90° et de pouvoir être transformés en glucose par l'acide chlorhydrique bouillant. Les graines non germées ne renferment pas d'amidon, mais pendant la germination il s'en forme, surtout dans la tige et

dans la racine. L'amidon se trouve toujours néanmoins en faible proportion et la plus grande partie du glucose dosé provient de dextrines ou de composés analogues.

Amandes amères. — Au point de vue des hydrates de carbone insolubles dans l'alcool, les amandes amères diffèrent peu des amandes douces comme le montrent les tableaux 11 et 12 relatifs, le premier aux plantules entières, le second aux cotylédons isolés des autres parties de la plantule.

Tableau 11.

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Amyloses	Amyloses °/.	Total des hydrates de carbone °/.
—	—	—	—	—
	gr. m.	gr. m.		
0	3 588	0 216	6	11
9cm	3 820	0 336	8	20
13cm	3 539	0 328	9	21
15cm	3 572	0 302	8	24
20cm	2 931	0 282	9	26

Tableau 12.

Longueur de la radicule		Poids de la matière sèche	Amyloses	Amyloses °/.	Total des hydrates de carbone °/.
—		—	—	—	—
		gr. m.	gr. m.		
9cm	Cotylédons . . .	3 244	0 286	8	19
	Tige et racine .	0 576	0 050	8	24
13cm	Cotylédons . . .	2 784	0 267	9	21
	Tige et racine .	0 755	0 061	8	23
15cm	Cotylédons . . .	2 564	0 228	8	23
	Tige et racine .	1 008	0 074	7	24
20cm	Cotylédons . . .	1 982	0 212	10	27
	Tige et racine .	0 949	0 070	7	25

En comparant le tableau 10 au tableau 12 on remarque que dans les amandes amères la proportion d'hydrates de carbone est la même dans les cotylédons que dans le reste de la plantule et varie à peine pendant la durée de la germination. Dans les amandes douces, au contraire, la proportion est d'abord plus faible dans les cotylédons que dans la plantule, et à la fin de la germination devient au contraire plus forte dans les cotylédons.

Il est difficile de préciser l'origine de ces hydrates de carbone ; il est probable qu'une certaine partie au moins est un produit de la digestion de l'huile, intermédiaire entre l'huile et les sucres.

Conclusion. — En somme les amandes subissent pendant leur germination les mêmes transformations chimiques que les autres graines oléagineuses ; l'huile est digérée peu à peu en même temps qu'une certaine quantité d'acides gras est mise en liberté. Le produit principal de la décomposition de l'huile est un sucre non réducteur que l'on peut ranger dans la catégorie des saccharoses et qui est à son tour transformé en glucose directement assimilable.

SUR UNE FORME CONIDIENNE NOUVELLE

DANS LE GENRE *CHÆTOMIUM*

par M. Em. BOULANGER (1).

J'ai déjà exposé (2) les liens de parenté existant entre un *Sporotrichum,* un *Graphium* et un *Chætomium* ; j'ai montré comment ces deux dernières formes pouvaient se produire dans les cultures du *Sporotrichum*. Le Champignon que j'étudie aujourd'hui, quoique très différent, appartient à la même série ; nous verrons, en effet, qu'il peut présenter dans les cultures la forme simple des *Sporotrichum,* et que sa forme parfaite est un *Chætomium*.

I. — Description du Champignon.

Ce Champignon s'est développé sur de l'écorce de *Piscidia erythrina* (3), mise à moisir. Je le cultive depuis quatre ans sur des milieux variés, et les cultures qui m'ont servi dans cette étude sont le résultat d'une longue série de semis successifs, effectués dans ce laps de temps. Les modifications qu'il a subies dans son développement, et que je vais exposer, ne se sont présentées qu'après deux ans de culture et sur des milieux déterminés : elles s'y sont toujours montrées depuis.

On cultive bien ce Champignon sur le bois pourri, sur la feuille de bananier et aussi sur des tranches de carotte stérilisées ; mais il est assez long à se développer (quinze jours environ). Les milieux amylacés, comme la pomme de terre, et les milieux liquides en général ne lui conviennent pas ; dans les milieux liquides, où il

(1) Travail du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. G. Bonnier.

(2) Revue générale de Botanique, t. VII (1895), p. 166.

(3) Cette écorce vient du Brésil ; la plante est assez commune dans l'Amérique du Sud.

se développe, il reste peu abondant et ne fructifie pas avant trois semaines.

Dans les nombreux semis successifs que j'ai faits, j'ai toujours reporté les semences provenant d'un milieu de culture dans des tubes contenant le même milieu ; j'espérais ainsi mieux fixer chez ce Champignon les caractères qu'il peut acquérir sur un milieu nutritif déterminé.

Ce Champignon n'ayant pas encore été décrit, je l'appelle provisoirement *Dicyma ampullifera* ; ce nom, ainsi qu'on le verra plus loin, rappelle ses principaux caractères.

Le *Dicyma ampullifera* est filamenteux ; il forme à la surface du substratum de petites touffes floconneuses, blanches à l'état jeune, prenant une teinte bleu-verdâtre à maturité et noire dans les cultures âgées. Sur tranches de carotte, il est toujours d'une nuance vert foncé ; sur bois il est noir.

On se rend bien compte de sa structure en l'examinant directement dans un tube de culture, à un faible grossissement (fig. 1). Il forme sur le substratum un tapis blanc, bien développé, constitué par des filaments stériles, rampants et incolores ; sur ce mycelium se dressent des filaments fructifères, noirs, rigides, hauts de 1^{mm} environ, présentant une ramification régulière et très caractéristique.

Dès l'insertion sur le mycelium, le filament dressé est cutinisé, d'où sa coloration noire ; cet axe principal (fig. 1, *a*) long de 100 à 150 μ, se termine par une ampoule incolore ; à la base de celle-ci, naissent deux axes de second ordre opposés, cutinisés et rigides, se terminant aussi chacun par une ampoule semblable. Ces axes secondaires donnent naissance de la même façon, chacun à deux axes de troisième ordre ; mais ceux-ci ne produisent à leur tour qu'un axe unique, et ainsi de suite. Une telle ramification est donc à la base une cyme bipare, se terminant par plusieurs cymes unipares. La série des axes successifs ou *sympode* étant rigide, le *Dicyma* prend par suite un aspect très régulier. Une des caractéristiques de ce champignon consiste dans ce fait que chacun des axes avorte à l'extrémité, en se terminant par une ampoule incolore et stérile.

Sur les articles constituant le sympode, et vers le milieu de

chacun d'eux, prennent naissance de petits rameaux fructifères, supportant d'épais bouquets de spores.

Si l'on examine le *Dicyma* à un plus fort grossissement, sur le mycelium ramifié, incolore (2 μ 5 diam.), on voit se dresser les filaments fertiles (fig. 2) plus épais (4 μ 5 diam.) ; ils sont cloisonnés régulièrement. Leur coloration, qui paraît noire à un très faible grossissement, est en réalité brunâtre ; à un grossissement très fort, elle peut être représentée par la teinte *umbrinus*, de la *Chromotaxie* de Saccardo. La membrane, en raison de sa cutinisation développée, est cassante ; elle se brise net, lorsqu'on exerce une pression sur la lamelle de la préparation. L'ampoule (fig. 2, *a*) qui termine chaque article, est incolore : c'est la seule partie aérienne du *Dicyma*, qui ne soit pas cutinisée (1). Elle a un contour régulier, ovoïde, et se trouve exactement dans le prolongement de l'axe qu'elle termine ; elle se rattache au filament par un col allongé et plus étroit ; elle mesure en moyenne 9 $\mu \times 3$ μ.

L'ampoule n'est pas une partie morte du Champignon, elle renferme du protoplasma vivant, car dans certains cas elle est susceptible de bourgeonner (fig. 7 et 8), et de se transformer en filament. Elle constitue par sa forme particulière et sa généralité un caractère important de cette Mucédinée.

Rameau sporifère. — Les spores forment des bouquets volumineux à l'extrémité des rameaux qui les portent. Parfois plusieurs rameaux (fig. 3', *r*) peuvent s'insérer sur un même point du filament ; ils donnent naissance chacun à 2—5 branches secondaires (fig. 3,3', *b*), portant 3—5 basides, disposées en verticille (fig. 3, 3',*c*); parfois même il y a plusieurs verticilles de basides à différentes hauteurs. Toutes ces ramifications se cutinisent quand le Champignon est mûr, les basides seules restent incolores.

La baside renflée à la base quand elle est jeune, bourgeonne à son extrémité amincie une première spore ; dès que celle-ci s'est formée, elle est rejetée de côté (fig. 3, *d*), une seconde spore bourgeonne à son tour, et ainsi de suite, de sorte que la baside se trouve entourée de spores, les plus jeunes étant vers la pointe. La baside vieillie (10 — 12 $\mu \times 4 —$ 5 μ), dépouillée de ses spores (fig. 4),

(1) La baside, comme nous le verrons plus loin, n'est pas cutinisée ; mais on ne l'aperçoit pas lorsqu'elle est hérissée de spores.

apparaît dentelée irrégulièrement ; sa surface est parsemée de petits points réfringents, traces d'insertion des spores. La spore (fig. 5) est à peu près de la même nuance que le filament ; elle est ovoïde (7,5 μ × 4,5 μ), échinulée et s'insère sur la baside par un petit bec réfringent et incolore.

En résumé, le *Dicyma ampullifera* présente des *filaments fertiles dressés, noirâtres* ; ces filaments se *ramifient en une cyme bipare, que terminent des cymes unipares ; chaque article du sympode, terminé par une ampoule incolore, porte en général un rameau sporifère; celui-ci, plus ou moins ramifié, supporte des verticilles de basides, hérissées de spores noirâtres, ovoïdes et échinulées.*

Les filaments cutinisés et les spores noires font de cette moisissure une *Dématiée* typique. Elle diffère nettement des autres Dématiées par l'ensemble de ses caractères, et surtout par sa ramification et par les ampoules terminales de chaque branche : elle constitue donc un genre nouveau auquel je donne le nom de *Dicyma*, pour rappeler le mode de ramification qui comprend une double série de cymes successives. Le nom d'espèce (*D. ampullifera*) rappelle la présence des ampoules, caractère qui frappe au premier abord quand on examine ce champignon.

II. — Modifications produites par la culture.

On peut cultiver longtemps le *Dicyma ampullifera* sur la feuille de bananier ou sur le bois pourri, sans le voir se déformer ; après de nombreuses cultures successives, il a gardé tous les caractères qu'il présente à l'état naturel. Je l'ai conservé pendant quatre ans sur ces milieux ; il y montre toujours son mode spécial de ramification et ses ampoules caractéristiques ; les rameaux sporifères ont leur structure normale.

Le *Dicyma* se cultive très bien sur tranches de carotte stérilisées, mais sur ce milieu il change d'aspect après des cultures répétées et se modifie profondément. Les filaments dressés, primitivement floconneux, s'agrègent et forment d'épais cordons cylindriques, très réguliers ; cette forme agrégée, assez mal définie, reste stérile.

Dans les mêmes cultures, à côté de cordons agrégés et parmi les filaments sporifères normaux, s'en trouvent d'autres, en grand nombre, qui ne portent plus d'ampoules : à la place de celles-ci se sont développés des filaments sporifères semblables aux autres et d'ordinaire il ne reste aucune trace de l'ampoule (fig. 6). Mais on se rend facilement compte qu'ils résultent du bourgeonnement de celle-ci, car sur quelques pieds ce bourgeonnement est resté à son début, et on y distingue encore le contour de l'ampoule (fig. 7 et 8).

Par suite de cette transformation, la ramification du Champignon se trouve entièrement modifiée, et celui-ci prend un tout autre aspect (fig. 9), que celui que j'ai décrit plus haut. Les spores n'ont du reste subi aucune modification soit dans leur nature, soit dans leur mode d'insertion.

Il semble donc que les milieux plus riches, qui conviennent mieux au développement de ce Champignon, produisent une transformation de l'ampoule en un filament sporifère normal.

Les milieux liquides conviennent peu en général au développement du *Dicyma*. Dans le moût de bière, par exemple, ce Champignon est très long à se développer et il n'y fructifie pas ; ses filaments dressés présentent toujours la ramification typique en cyme bipare terminée par des cymes unipares ; chaque article du sympode cutinisé se termine encore par une ampoule incolore ; mais il ne se forme pas de rameaux sporifères (fig. 16).

Cultivé dans du bouillon ordinaire, le *Dicyma* subit une modification différente. Les ampoules, au lieu d'être, comme dans les cultures sur carotte, remplacées par des filaments, ne se développent pas ; sauf ce point, la structure du Champignon est normale : la ramification est la même que celle décrite en premier lieu, mais les ampoules manquent entièrement.

On constate, dans les cultures sur pomme de terre, le même phénomène : le *Dicyma* s'y développe très mal ; il creuse à la surface du substratum des godets de forme irrégulière, caractère commun aux cultures pauvres et difficiles de divers Champignons, lorsqu'ils sont placés dans de mauvaises conditions d'existence. Les filaments dressés sont ici très courts, et ne forment plus de touffes floconneuses ; au microscope, on constate que l'ampoule ne s'est formée sur aucun d'eux. Celle-ci ne se forme donc pas dans les cas de végétation difficile.

Les cultures sur les divers milieux (carotte, bouillon, pomme de terre) permettent donc de supposer que l'existence de l'ampoule est liée à la nature du milieu. Dans les milieux pauvres elle n'apparaît pas ; dans les milieux moyennement riches, elle se développe normalement ; enfin, dans les milieux très favorables, son développement se poursuit au delà de la forme normale, et l'ampoule devient en bourgeonnant un filament fructifère normal, ce qui change entièrement le faciès et les caractères morphologiques de cette moisissure.

Dans toutes ces cultures, d'ailleurs, ce qui reste le plus constant, ce sont d'une part les caractères de la spore et de son mode d'insertion, d'autre part le mode de ramification. La présence de l'ampoule est donc un caractère de second ordre par rapport au caractère tiré du mode de ramification. Celui-ci est, au premier chef, un caractère générique.

III. — Forme *Sporotrichum*.

Une transformation, qui me paraît encore plus importante que les précédentes, se produit dans les cultures en cellule, en particulier si l'on prend comme milieu de culture le jus de navet. Au centre de la culture, sur le mycelium rampant se dressent les filaments fertiles cutinisés, pourvus d'ampoules et de rameaux sporifères normaux. Mais sur les bords de la cellule, quand la culture est vieille, les pieds fructifères sont absolument différents. D'une part, ils sont entièrement incolores et beaucoup moins longs que les filaments ordinaires ; de plus, l'ampoule a une tendance à disparaître à chaque point de ramification ; mais on trouve toutes les transitions entre les cas extrêmes (fig. 10, 11, 12). On observe donc tous les passages entre la forme différenciée, dressée, cutinisée (*Dicyma*), et cette forme très réduite, rampante, absolument incolore, et dont les filaments dressés (fig. 12, *d*) sont à peine ramifiés. La présence de l'ampoule (fig. 10 et 11, *a*) dans quelques-uns de ces pieds sporifères atrophiés est une indication précieuse, qui permet de montrer les stades intermédiaires entre les deux formes.

Quant aux spores, elles sont, dans ces formes réduites, devenues *incolores*, *lisses* et ovoïdes : elles naissent à l'extrémité, puis enve-

loppent les rares branches fructifères terminales. La fig. 12, qui est au même grossissement que la fig. 2, montre un filament rampant (*r*) sur lequel se dressent deux pieds fructifères (*d*) très réduits.

Le rameau dressé mesure environ 30 μ (le *Dicyma* avait 1^{mm} de haut); le filament a 2 μ à 2,5 de diamètre à son insertion sur le mycelium; la spore mesure 6 $\mu \times 4$ μ.

Par tous ces caractères, cette dernière forme se rattache aux espèces que l'on range dans le genre *Sporotrichum* (1). Le *Dicyma* peut donc, dans certaines conditions de culture, se réduire à la forme atrophiée *Sporotrichum*.

IV. — Forme parfaite : *Chætomium*.

La forme parfaite du *Dicyma ampullifera* est un *Chætomium*; elle ne s'est développée que dans les cultures sur feuilles de bananier ou sur bois; encore ne se produit-elle pas dans les premières cultures, mais uniquement après de nombreux reports successifs, et dans les cultures âgées. On y observe, parmi les filaments rigides et fertiles du *Dicyma*, de petits périthèces noirs (250 μ haut $\times$ 200 μ larg.), arrondis, submembraneux; la partie supérieure du périthèce est légèrement étirée en forme de col (65 μ larg.); tout autour de ce col se dressent (fig. 17) des filaments rigides noirs, ramifiés, dont chaque branche est terminée par une ampoule incolore; ces poils, situés seulement à la partie supérieure du périthèce, sont absolument semblables aux filaments fertiles du *Dicyma*; ils présentent comme eux une ramification en cyme bipare terminée par des cymes unipares, mais ils ne portent pas de spores. Parfois la cyme bipare se montre très réduite.

A la partie supérieure du périthèce, se trouve une petite ouverture (*ostiole*); c'est par cet orifice que, lorsque le périthèce est mûr, les spores s'échappent agglutinées en longs cordons noirs; sauf ce bouquet de poils terminal, la surface du périthèce est entièrement lisse; la membrane qui est à sa surface est formée par les cellules externes cutinisées d'un pseudo-parenchyme qui en constitue la paroi.

Comme dans tous les *Chætomium*, il est assez difficile d'observer les asques, car leur membrane se gélifie de très bonne heure; en

(1) Rev gén. Botanique, 1895. *Sporotrichum*. Pl. 2, fig. 8.

écrasant de jeunes périthèces sous la lamelle couvre-objet, on ne parvient pas à les apercevoir. Mais on peut y arriver de la façon suivante : on choisit des périthèces jeunes, on monte la préparation dans l'acide lactique et on chauffe au bec Bunsen jusqu'à ébullition. Dans ces conditions, les asques jeunes sont projetées entières hors des périthèces et présentent toutes les phases de développement.

L'asque est cylindrique (fig. 18, 18'), fait rare parmi les *Chætomium*, et faiblement pédicellée. Elle mesure 46 $\mu \times 7\ \mu$ et contient 8 spores, disposées en file (fig. 19). On n'observe pas de paraphyses.

Les ascospores ($7\ \mu 5$ diam. $\times$ $4\ \mu 5$ d'épaisseur) sont brunes ; vues de profil, elles ont une forme de citron (fig. 22, *p*) ; mais, vues de face ou de trois-quarts, elles semblent rondes ou elliptiques (fig. 22, *f*, *o*). Leur forme réelle est donc celle d'une lentille.

Quand on examine attentivement la spore de profil, on y distingue une ligne médiane plus claire : la cutinisation, en effet, ne s'opère pas sur toute la surface de la spore, mais bien uniquement aux deux pôles de la lentille, d'où résultent deux calottes hémisphériques (fig. 22, *a*, *b*) distinctes l'une de l'autre, et que sépare la ligne claire (*c*), qui a environ $0\ \mu\ 75$ de largeur.

L'ascospore germe (fig. 21) en un point quelconque de cette bande claire, où la cutinisation ne s'est pas produite.

On remarque dans les cultures, toujours au voisinage des périthèces, des chlamydospores brunes, à parois très épaisses. Elles sont pluricellulaires ; formées en général de deux à trois cellules (fig. 13) placées en file, elles peuvent en présenter parfois un plus grand nombre (fig. 14). Quelquefois même (fig. 15), elles affectent une forme contournée, déterminant un petit massif de cellules. Cette formation anormale s'explique facilement ; la chlamydospore résulte de la cutinisation d'une ou plusieurs cellules du mycelium, qui s'isolent du reste du filament après la formation de leur membrane résistante. Dans la fig. 15, un grand nombre de cellules du mycelium ont contribué à former la chlamydospore, et le filament en se contournant a produit cette forme en massif, qu'on prendrait au premier abord pour un début de sclérote.

En résumé, ce périthèce est un Pyrénomycète, appartenant à la famille des Sphæriacées, section des Phæosporées. Les périthèces sont simples, superficiels, submembraneux, à col très réduit, ce

qui les distingue des *Ceratostoma ;* les asques sont très diffluentes ; les ascospores, dépourvues de prolongements, s'agglutinent à la maturité en lougs cordons noirs, pour sortir du périthèce. Celui-ci porte à sa partie supérieure une touffe de poils rigides, noirs et ramifiés en cyme d'abord bipare puis unipare.

Tous ces caractères sont bien ceux des *Chætomium*, et la forme parfaite du *Dicyma* doit être rangée dans ce genre.

Parmi les diverses espèces de *Chætomium*, il en est peu qui rappellent celle que j'étudie. Le *C. chartarum* Winter (*nec* Ehrenberg) se rapproche quelque peu de celui-ci : il a les asques subcylindriques, les ascospores brunes et lenticulaires ; mais, en premier lieu, la forme de ses poils *incrustés* et *ondulés* l'éloigne de celui que j'étudie. En outre, il présente comme forme conidienne ce qu'on appelait autrefois *Myxotricum chartarum*, qui diffère profondément du *Dicyma ampullifera.*

L'espèce récemment décrite par Lindau (1) *C. marchicum*, présente, comme celle que j'étudie, des spores brunes en forme de citron, et un bouquet de poils à l'entrée de l'ostiole ; elle en diffère par ses asques en massue, ses poils simples et l'absence de toute forme conidienne.

Parmi les autres *Chætomium*, le *C. pannosum* Walroth a des poils ramifiés ; mais ces derniers très longs, très nombreux, recouvrent toute la surface du périthèce, et affectent une ramification dichotome très différente ; de plus, caractère important, l'asque est en forme de massue.

Le *Chætomium* que j'étudie a donc des caractères spécifiques très particuliers, dont le plus important est encore sa forme conidienne. J'en fais une espèce nouvelle que je dédie à Zopf, dont le travail sur les *Chætomium* fait autorité :

Chætomium Zopfii Em. Boul. — *Périthèces supères, petits, subglobuleux, membraneux, noirs, munis d'un col et d'une ostiole entourés d'une rosette de poils noirs, rigides, affectant une ramification typique en cyme bipare terminée par des cymes unipares* (chaque axe du sympode se terminant par une ampoule incolore). *Asques brièvement pédicellées, cylindriques* (46 μ × 8 μ) ; *ascospores brunes, lenticulaires* (7,5 μ diam. — 4,5 μ d'épaisseur).

Forme conidienne : Dicyma ampullifera.

(1) Lindau : *Zwei neue deutsche Pilze*, Hedwigia, 1896, p. 56.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 1

Le grossissement est de 1460 pour toutes les figures, sauf la figure 1. Une longueur de 10 μ est représentée au bas de la planche.

Fig. 1. — *Dicyma ampullifera.* Vue d'ensemble du Champignon, observé directement dans un tube de culture ; *a*, axe principal, donnant deux axes de second ordre, qui donnent chacun à leur tour deux axes de troisième ordre *c*. Gr. = 95.

Fig. 2. — Le *Dicyma* vu à un plus fort grossissement ; *a*, ampoule incolore.

Fig. 3, 3'. — Rameaux sporifères jeunes. La branche *r* se divise en plusieurs rameaux *b*, sur lesquels s'insèrent des basides *c*, disposées en verticille. Naissance des spores (fig. 3, *d*).

Fig. 4. — Basides vieillies, dépouillées de leurs spores.

Fig. 5. — Spore du *Dicyma.*

Fig. 6. — L'ampoule s'est transformée en filament.

Fig. 7 et 8. — Bourgeonnement de l'ampoule ; on y voit encore le contour de celle-ci.

Planche 2

Fig. 9. — Transformation du *Dicyma*, l'ampoule ayant donné un filament sporifère. Gr. = 780.

Fig. 10 et 11. — Pieds sporifères incolores, atrophiés. Le *Dicyma* est réduit à la forme *Sporotrichum* ; celle-ci présente des ampoules *(a)*, ce qui montre sa parenté avec la première forme. Gr. = 1460.

Fig. 12. — Forme *Sporotrichum* typique. Sur le mycelium *r*, se dressent deux pieds sporifères *d*, très réduits. Gr. = 1460.

Fig. 13. — Chlamydospore normale. Gr. = 1460.

Fig. 14. — Une chlamydospore plus développée. Gr. = 780.

Fig. 15. — Chlamydospore anormale, en forme de sclérote. Gr. = 780.

Planche 3

Fig. 16. — *Dicyma* stérile. Gr. = 1745.

Fig. 17. — *Chætomium Zopfii.* Gr. = 160.

Fig. 18, 18'. — Asques jeunes. Gr. = 1460.

Fig. 19. — Asque mûre. Gr. = 1460.

Fig. 20, 20'. — Ascospores, vues de face ou de profil. Gr. = 1460.

Fig. 21. — Ascospore germant. Gr. = 1460.

Fig. 22. — Ascospores vues de face *(f)*, de trois-quarts *(o)*, de profil *(p)* ; la spore cutinisée, sauf sur la bande circulaire *c*, présente deux épaississements *a* et *b*, en forme de calotte. Gr. = 1860.

REVUE DES TRAVAUX

D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1892, 1893 & 1894

I. — Anatomie de la cellule.

1° Noyau.

Structure et réactions du noyau au repos. — M. Auerbach (1) a le premier constaté que si l'on fait agir simultanément ou successivement sur des cellules vivantes, deux matières colorantes, l'une bleue, verte ou violette (bleu et vert d'aniline, hématoxyline, etc.), l'autre rouge, orangée ou jaune (éosine, fuchsine, orange, carmin, picro-carmin, etc.), certains éléments des noyaux absorbent exclusivement la première et d'autres exclusivement aussi la seconde. Les éléments nucléaires qui absorbent les matières colorantes de la première série ont reçu le nom de *cyanophiles* ; les autres ont été appelés *érythrophiles*.

D'ailleurs, en l'absence d'une matière bleue, les éléments cyanophiles peuvent se colorer en rouge et en l'absence d'une matière rouge, les éléments érythrophiles peuvent prendre une coloration bleue. Ce n'est que lorsque les deux sortes de matières colorantes sont employées que les affinités respectives des divers éléments du noyau peuvent se manifester.

On peut remarquer que la composition chimique des matières colorantes n'a aucun rapport avec leur affinité pour tel ou tel élément nucléaire. C'est ainsi que la fuchsine qui est apparentée chimiquement au vert de méthyle agit non comme ce dernier corps mais comme le carmin ou le picro-carmin, dont la nature chimique est bien différente.

Les observations de M. Auerbach avaient porté exclusivement sur des cellules animales. M. Rosen (2) s'est proposé de rechercher si des phénomènes analogues ne s'observent pas dans les cellules végétales. Il a étudié à ce point de vue diverses Liliacées et a pu constater que dans les cellules végétatives jeunes de ces plantes, la charpente chro-

(1) Auerbach : *Ueber einen sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie der Keimsubstanzen* (Sitzungsberichte der königlische, preussische Akademie der Wissenschaften, 25 juin 1891).

(2) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. V, p. 443-459, mit Tafel XVI, 1892).

matique des noyaux au repos est cyanophile, tandis que les nucléoles et la membrane nucléaire sont érythrophiles.

M. P. Schottlander (1) a fait des observations analogues chez quelques Cryptogames.

M. Fr. Krasser (2) a obtenu des résultats moins précis que les deux auteurs précédents.

Ces discordances s'expliquent peut-être par la nature des méthodes de fixation et de coloration employées par M. Krasser, lesquelles, d'après M. Zimmermann (3), sont en général peu dignes de confiance.

Il ne faudrait d'ailleurs pas considérer comme absolues ces différences d'affinité des divers éléments des noyaux végétatifs pour les matières colorantes. M. Rosen a constaté en effet que des modifications dans la technique habituelle peuvent amener le renversement des colorations. M. Zimmermann, après avoir rappelé ce fait, ajoute que si l'emploi suffisamment rigoureux des méthodes de double coloration d'Auerbach, de Flemming, d'Hermann, de Rosen, etc., fournit des résultats ordinairement concordants, les résultats obtenus par l'emploi d'autres méthodes sont, au contraire, variables.

On voit donc que les qualifications d'érythrophiles ou de cyanophiles appliquées à telles ou telles parties du noyau signifient seulement qu'en employant une certaine méthode ces parties prennent une coloration soit rouge, soit bleue.

Les nouvelles recherches de M. Rosen (4) montrent qu'il est même nécessaire de préciser plus complètement, qu'on ne l'avait pensé d'abord, les conditions dans lesquelles se produisent les colorations observées. D'après cet auteur, en effet, on peut obtenir des colorations différentes de la charpente chromatique du noyau, suivant l'âge et la nature des cellules végétatives auxquelles on s'adresse ou suivant telle circonstance dont la détermination est encore prématurée.

On peut dès lors se demander, avec M. Lavdowsky (5), si l'introduction de ces termes dans la science n'est pas à regretter. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur cette question.

D'après M. Auerbach, les parties cyanophiles du noyau se dissolvent

(1) Paul Schottländer : *Zur Histologie der Sexualzellen bei Kryptogamen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 10, p. 27-29. 1892).

(2) Fr. Krasser : *Ueber die Structur des ruhenden Zellkernes* (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. 101, Abtheilung. I, p. 560-583, 1892).

(3) A. Zimmermann : *Sammel-Referate aus dem Gesamtgebiete der Zellenlehre* (Beihefte zum botanischen Centralblatt, Jahrgang III, p. 206, 321, 401, 1893).

(4) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7, p. 225-313, mit Tafeln II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

(5) Lavdowsky : *Von der Entstehung der chromatischen und achromatischen Substanzen in den thierischen und pflanzischen Zellen* (Anatomischen Heften von Merkel und Bonnet, März-April, 1894).

dans une solution de chlorure de sodium à 2,5 °/₀, de même que dans une solution concentrée de chromate d'ammoniaque, de sublimé à 0,1-0,13 °/₀. Ce sont là des réactions qui appartiennent à la nucléine. M. Zacharias (1) s'est attaché à montrer que les parties cyanophiles du noyau sont toujours plus ou moins riches en nucléine et que les parties érythrophiles n'en contiennent que très peu ou même pas du tout. La cyanophilie serait liée à l'existence de la nucléine ou d'une certaine teneur en nucléine.

Deux opinions principales ont été émises dans ces derniers temps sur la structure de la charpente chromatique des noyaux au repos. D'après M. Flemming et le plus grand nombre des cytologues, cette charpente aurait une structure filamenteuse réticulée; elle serait constituée par un réseau de filaments formés d'une substance peu colorable, la linine de M. Strasbürger, portant de distance en distance et principalement dans les angles du réseau des granulations très colorables formées de chromatine. D'après M. R. Altmann, la charpente chromatique du noyau au repos présenterait une structure exclusivement granuleuse et se réduirait dès lors aux granulations de chromatine, qui seraient ainsi isolées, indépendantes les unes des autres, dans le sac nucléaire.

Dans ces derniers temps, toutefois, M. Altmann (2) a constaté dans quelques cas l'existence de filaments d'union entre les granulations chromatiques, mais il admet que ces cas sont tout à fait exceptionnels.

M. Fr. Krasser (3) partage l'opinion de M. Altmann.

M. A. Zimmermann (4), tout en critiquant les méthodes employées par M. Krasser, arrive à des conclusions analogues. Ayant observé un grand nombre de noyaux au repos, il leur a toujours trouvé une structure granuleuse. Cette structure est, d'après lui, particulièrement nette dans les feuilles de la Jacinthe.

M. Schottlander (5) a observé chez diverses Cryptogames des charpentes chromatiques très nettement réticulées.

M. Rosen (6) a rencontré, suivant les espèces, des charpentes chromatiques granuleuses ou en réseau.

(1) F. Zacharias : *Ueber Chromatophilie* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 11, p. 188-195, 1893).

(2) R. Altmann : *Ueber Kernstructuren und Netzstructuren* (Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abtheilung, Jahrgang, 1892. p. 222).

(3) Fr. Krasser : *Ueber die Structur des ruhenden Zellkernes* (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. 101, Abtheilung I, p. 560-583, 1892).

(4) A. Zimmermann : *Sammel-Referate etc.*

(5) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 6, p. 267-304, mit Tafeln IV et V, 1892).

(6) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie des Pflanzen, Bd. VII, p. 225-313, mit Tafeln II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

Pour M. Strasbürger (1), la structure filamenteuse de la charpente chromatique n'est pas douteuse.

Ces divergences tiennent à diverses causes. D'abord à ce que dans les noyaux vivants l'observation directe du réticulum est rarement possible, même dans les cas où ce réticulum est susceptible d'apparaître très nettement sous l'influence des réactifs colorants. Ensuite à ce que la linine est souvent très difficile à colorer.

Il se peut aussi que la présence ou l'absence des tractus de linine entre les granulations chromatiques dépendent, tout au moins dans certains cas, de l'âge du noyau. M. O. Hertwig a vu, en effet, que dans l'*Ascaris* la charpente chromatique peut présenter, suivant l'âge, l'apparence d'un réseau à mailles délicates ou d'un amas de granulations ou d'un réticulum à grosses mailles.

Peut-être enfin existe-t-il en réalité, ainsi que l'a vu M. Rosen, quelques variations à cet égard parmi les espèces, et chaque auteur a-t-il le tort de trop généraliser ses propres observations, tendance qui s'explique par l'uniformité que l'on observe d'ordinaire dans les détails de structure du noyau.

Quoi qu'il en soit, ce qui paraît acquis, c'est que la charpente chromatique du noyau au repos est essentiellement formée de granulations de chromatine. Dans certains cas ces granulations se sont montrées nettement unies par un réseau de linine; dans d'autres la présence de ce réseau a été contestée. Le différend ne porte, en somme, que sur le plus ou moins de fréquence du réseau unissant; les uns le considérant comme la règle, les autres comme l'exception.

M. Rosen (2) a décrit sous le nom de *pseudonucléoles* de grosses granulations nucléaires (fig. 1) que leurs dimensions pourraient faire confondre avec des nucléoles, mais qui en réalité sont cyanophiles comme les granulations chromatiques et non érythrophiles comme les nucléoles. Elles doivent, d'après l'auteur, être considérées comme faisant partie de la charpente chromatique et représentent seulement des granulations chromatiques de forte taille. Comme ces dernières, elles entrent dans la constitution des chromosomes pendant la karyokinèse. Les observations de M. Rosen ont été faites sur un certain nombre de Phanérogames.



Fig. 1. — Noyau avec un nucléole (*a*), des pseudonucléoles (*b*) et de petites granulations chromatiques (*b'*). D'après Rosen.

M. Schottlander (3) a observé chez diverses Cryptogames des

(1) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 28. p. 151-204. mit Tafeln II, III, 1895)

(2) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. V, p. 443–459. mit Tafel XVI, 1892).

(3) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VI, p. 267-304, mit Tafeln IV et V, 1892).

granulations chromatiques comparables aux pseudonucléoles de M. Rosen.

Les noyaux au repos renferment un nombre variable de gros corps arrondis, de taille parfois très différente, qui présentent ce caractère commun d'être érythrophiles. Ils sont considérés par divers auteurs et en particulier par MM. Auerbach, Schottländer, Rosen, Zimmermann, etc., comme étant des nucléoles. Antérieurement, les plus gros seuls étaient rapportés aux nucléoles, les petits n'étant pas distingués des granulations chromatiques. Il en résulte que le nombre des nucléoles d'un noyau donné peut devenir considérable. MM. Rosen (1) et Schottländer (2), qui ont surtout fait ces constatations, ont pu voir que les nucléoles, ce mot étant pris dans le sens extensif que nous venons d'indiquer, n'affectent pas toujours la forme sphérique qu'on leur attribuait précédemment. Il est des nucléoles en bâtonnet, en fuseau, en croissant et d'autres de forme tout à fait irrégulière (fig. 2).



Fig. 2. — Un noyau végétatif de *Chara fœtida* renfermant des nucléoles (*n*) de formes très diverses. D'après Schottländer.

Contrairement à l'opinion générale, M. Krasser (3) avait admis que les nucléoles ont, comme la charpente chromatique du noyau, une structure granuleuse; d'après cet auteur, le fait serait particulièrement net dans l'épiderme des écailles bulbaires de l'*Allium Cepa*. M. Zimmermann (4), ayant repris les observations de M. Krasser, a constaté que les nucléoles ont toujours une structure homogène, même dans l'*Allium Cepa*.

Divers cytologues (Flemming, Bütschli, etc.), avaient remarqué qu'on trouve parfois dans les nucléoles des cellules animales ou végétales une ou plusieurs vacuoles. MM. Rosen (5) et Schottlander (6) ont

(1) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzellen* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. V, p. 443-459, mit Tafel XVI, 1892 et Bd. VII, p. 225-312, mit Tafel II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

(2) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns, etc.* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. VI, p. 267-304, Taf. IV, V, 1892).

(3) F. Krasser : *Ueber die Structur des ruhenden Zellkerns* (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. 101, Abth. I, p. 560-583, 1892).

(4) A. Zimmermann : *Sammel-Referate, etc.* (Beihefte zum botanischen Centralblatt, III, p. 206, 321, 401, 1893).

(5) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. V, p. 443-459 et Bd. VII, p. 225-312).

(6) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns, etc.* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. VI, p. 267-304, Taf. IV, V, 1892).

montré que ce phénomène est fréquent dans les cellules végétales, aussi bien des Phanérogames que des Cryptogames.

D'après M. Schottländer, les vacuoles se rencontreraient surtout dans les nucléoles des noyaux sexuels femelles, tout au moins chez les Cryptogames.



Fig. 3. — Noyau femelle de *Marchantia polymorpha* renfermant plusieurs nucléoles dont trois présentent des vacuoles. D'après Schottländer.

M. Rosen a émis l'opinion que les vacuoles renferment du tannin et il appuie cette idée bizarre sur cette observation que dans les noyaux fixés (pas dans les noyaux vivants), les vacuoles se colorent en bleu par le bleu de méthyle. On voit que les travaux des chimistes et des physiologistes sur les réactifs des tannins (1) sont restés lettre morte pour M. Rosen.

On admet généralement que le noyau est séparé du protoplasma cellulaire par une membrane. M. Auerbach a même pensé que dans certaines cellules animales on pouvait y distinguer deux couches dans la membrane nucléaire, une externe ou « cytogène », qui serait érythrophile comme le protoplasma, et une interne ou « karyogène », qui serait cyanophile comme la charpente chromatique. Toutefois, dans d'autres cellules, il n'a vu qu'une seule de ces assises ou n'a trouvé même aucune espèce de membrane. MM. Rosen (2) et Schottländer (3) ont constaté que les noyaux de maintes cellules végétales ont une membrane érythrophile, mais M. Schottländer, comme M. Auerbach, n'a pas trouvé de membrane autour de certains noyaux.

(1) Voir à ce sujet le travail si documenté et d'une critique si judicieuse de M. L. Braemer (*Les Tanoïdes*. Toulouse, 1893).

(2) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. V, p. 443-459, Taf. XVI, 1892 et Bd. VII, p. 225-312, Taf. II, III, IV et 8 fig. dans le texte. 1895).

(3) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns*, etc. (Cohn's Beiträge, etc , Bd. VI, p. 267-304, Taf. IV, V, 1892).

(*A suivre*) A. Prunet.

Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



Fig. 3'.



Fig. 5.



d
c
b
r

Fig. 3.



Fig. 7.



a

Fig. 1.



Fig. 6.



a

Fig. 2.

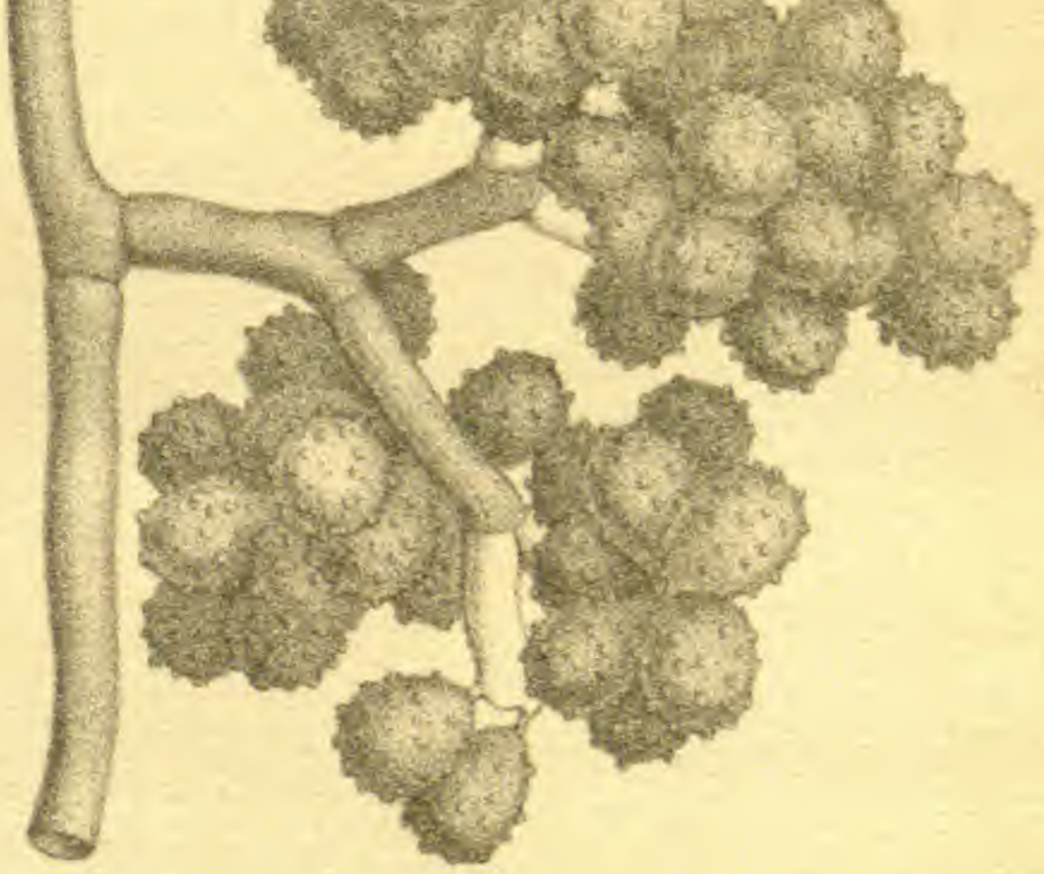


Fig. 4.



Fig. 8.

10 μ



Em. Boulanger del.

B. Herincq lith.

Chætomium.

Imp. LEMERCIER, Paris.

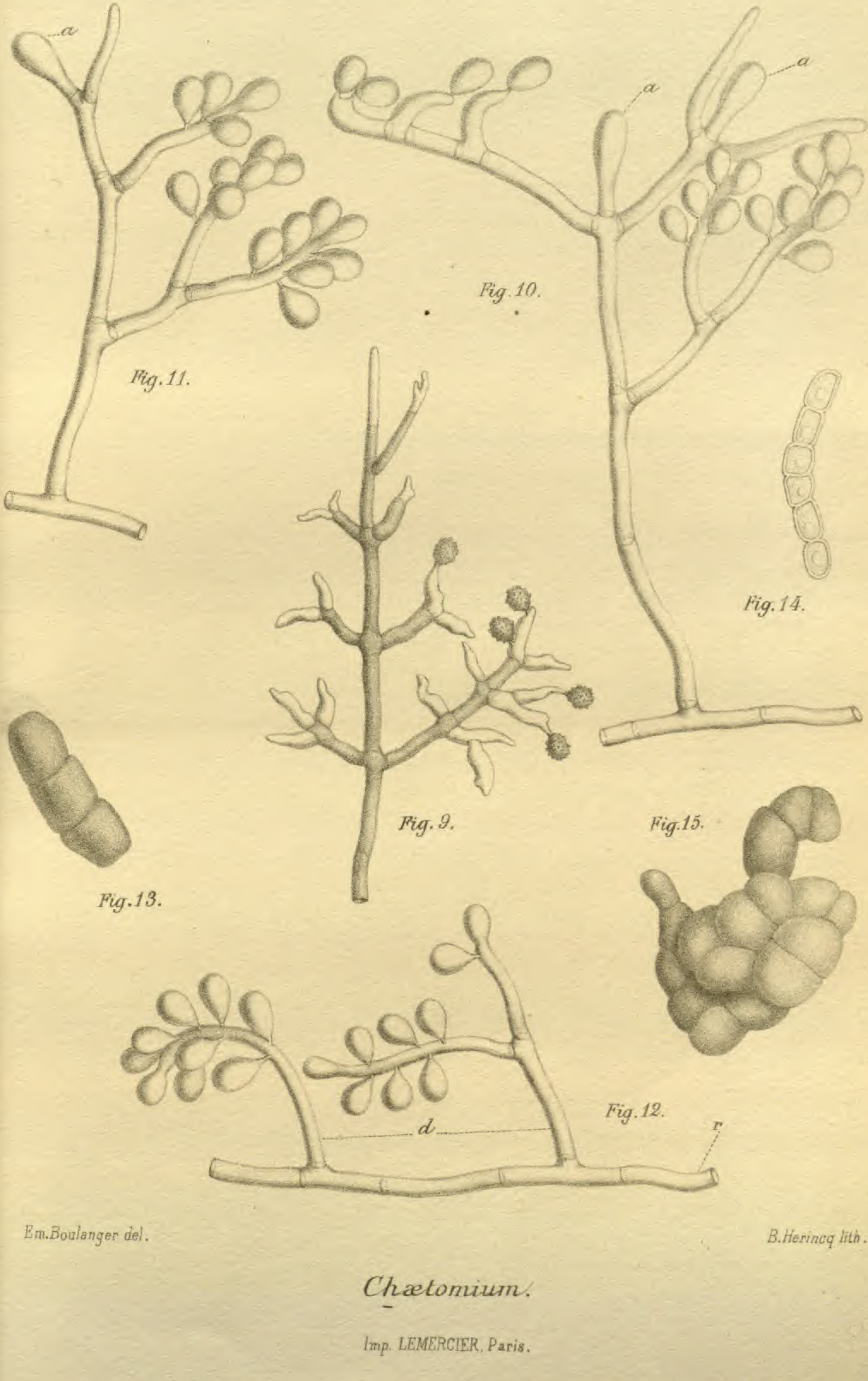


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 14.

Fig. 9.

Fig. 15.

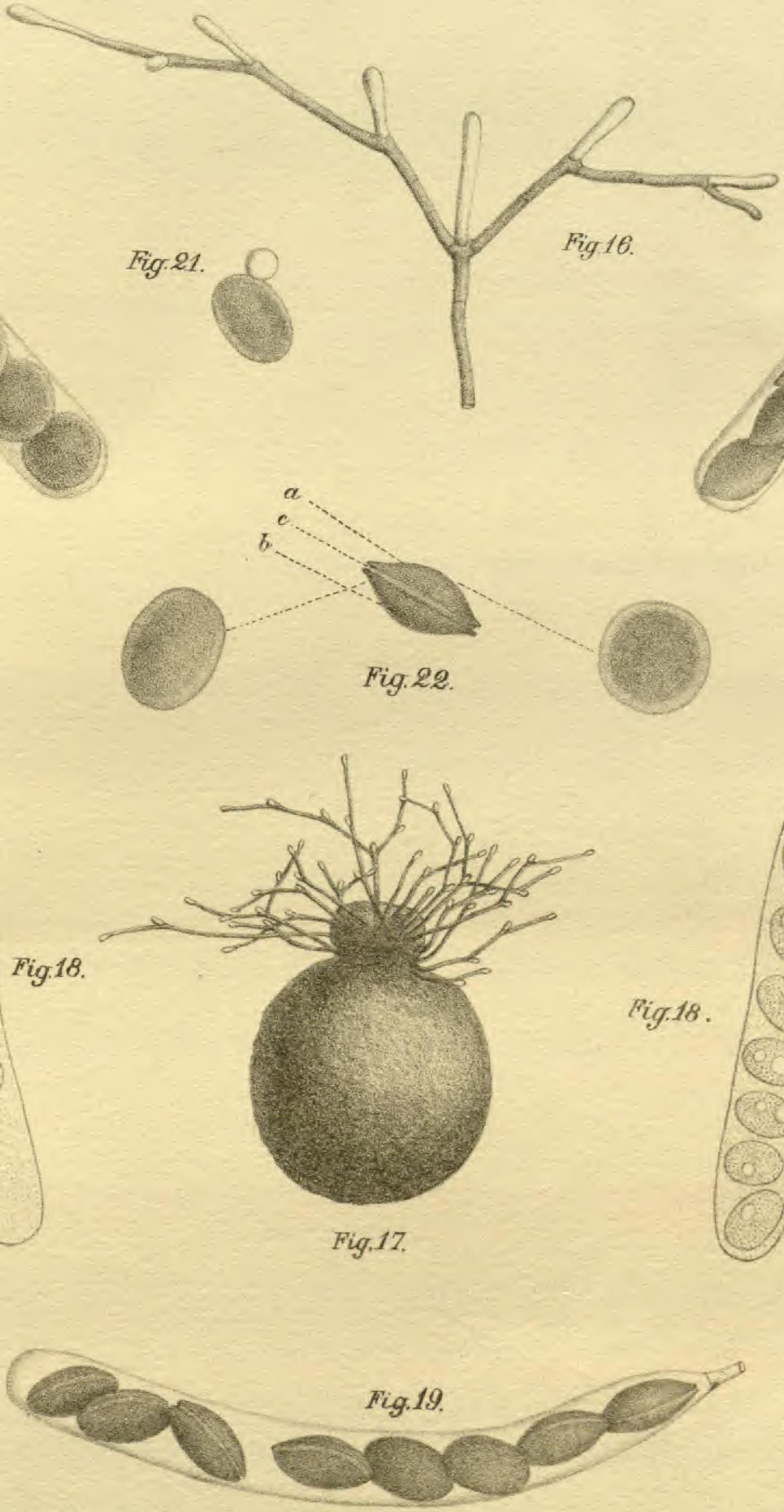
Fig. 13.

Fig. 12.

Em. Boulanger del. B. Herincq lith.

Chætomium.

Imp. LEMERCIER, Paris.



Em. Boulanger del. B. Herincq lith.

Chætomium.

Imp. LEMERCIER, Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** parait le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES PRINCIPAUX AUTEURS

De Mémoires, d'articles parus dans la *Revue Générale de Botanique*.

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), professeur à la Sorbonne.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maitre de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maitre de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Museum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'Ecole de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'Ecole forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, maître de Conférences à l'Université de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'Ecole de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'Ecole de médecine de Nancy.

TRABUT, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

LILLE — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Février 1897

N° 98

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

1897

LIVRAISON DU 15 FÉVRIER 1897

I. — HYPERTROPHIE PATHOLOGIQUE DES CELLULES VÉGÉTALES (avec planches), par **M. M. Molliard**. 33

II. — NOTE SUR UN APPAREIL DE GERMINATION (avec planche), par **M. H. F. Jonkman**. 45

III. — SUR QUELQUES CÉCIDIES ORIENTALES (avec planches), par **M. H. Focken**. 48

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 58

V. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES MUSCINÉES, depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895, par **M. L. Géneau de Lamarlière** (*suite*). 73

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 5. — *Hypertrophie pathologique des cellules.*
PLANCHE 6. — *Hypertrophie pathologique des cellules.*
PLANCHE 9. — *Appareil de germination pour les Fougères.*

Cette livraison renferme en outre onze gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

HYPERTROPHIE PATHOLOGIQUE

DES

CELLULES VÉGÉTALES

par M. M. MOLLIARD (1).

Les modifications pathologiques subies par les cellules animales ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux dont les résultats sont suffisamment importants pour donner dès maintenant une base assez précise à la pathologie cellulaire ; il faut bien avouer que de leur côté les botanistes qui ont étudié les maladies des plantes ne se sont presque jamais occupés des modifications éprouvées par les cellules attaquées ; ils se sont placés presque uniquement au point de vue de l'étude des parasites ou des moyens de les détruire. Les quelques pages qui suivent n'ont pas la prétention de combler cette lacune, mais s'ajouteront aux rares mémoires relatifs à cette question, et que nous aurons l'occasion de citer à la fin de cette note, pour montrer que la cellule végétale est le siége de phénomènes pathologiques très importants, lorsqu'elle subit l'action de différents parasites animaux externes et que ces phénomènes paraissent avoir une grande généralité.

J'aurai surtout en vue l'attaque des cellules végétales par des Phytoptides. Les modifications morphologiques provoquées chez les plantes par ces Acariens sont plus ou moins considérables ; elles ont toujours pour résultat d'augmenter au voisinage des parasites la quantité de protoplasma et de substances alimentaires l'accompagnant ; cette augmentation peut se produire de deux façons ; ou bien les cellules épidermiques s'allongent en poils plus ou moins cloisonnés, simples ou souvent ramifiés ; les parasites vivent alors au milieu du feutrage formés par ces poils qui leur fournissent leur nourriture ; dans ce premier cas les modifications

(1) Travail du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. G. Bonnier.

subies par le contenu cellulaire et en particulier par le noyau sont nulles ou peu considérables, aucune hypertrophie ne les accompagne ; telles se comportent toutes les cécidies désignées sous les noms d'Erineum, Céphaloneon, Cératoneon, etc.; ou bien les cellules épidermiques ne se prolongent pas en poils, mais augmentent beaucoup de volume et subissent des modifications de structure très importantes; ce sont ces dernières qui vont nous occuper. Ce second type de transformations, lorsqu'il intéresse la feuille, se traduit ordinairement à l'œil par un enroulement du limbe foliaire.

1. Geranium sanguineum L.
attaqué par le *Phytoptus Geranii* Cn.
(Pl. 5, fig. 1-2).

Cet Acarien provoque l'enroulement des lobes du limbe du côté de la face inférieure de la feuille, en même temps que leur allongement; toutes les feuilles supérieures d'un même pied sont également attaquées, cette attaque commençant dans les bourgeons; j'ai rencontré sur les falaises de Saint-Cast (Côtes-du-Nord) des centaines de pieds ainsi attaqués; aucun ne portait de fleurs; le *Phytoptus* détermine une castration parasitaire complète.

Comparons rapidement la structure de la feuille saine et de la feuille transformée; considérons, par exemple, la région de la nervure principale d'un lobe foliaire; l'action parasitaire détermine un épaississement de la feuille; l'épiderme supérieur devient très irrégulier quant aux dimensions de ses cellules ; un parenchyme en palissade remplace au niveau du faisceau la zone scléreuse qui relie ce faisceau à l'épiderme supérieur dans la feuille normale ; cette même zone disparaît aussi en dessous du liber.

Mais c'est ici l'épiderme inférieur qui doit nous occuper particulièrement, car c'est lui qui se trouve au contact des *Phytoptus* et en subit le plus directement et le plus profondément l'action. Cet épiderme, lorsqu'il est sain et adulte, est formé de cellules aplaties (fig. 1), à paroi superficielle épaissie, à cytoplasma réduit à une mince zone pariétale ; sous l'action des *Phytoptus*, action dont nous ne connaissons pas encore la nature, ces cellules se divisent activement et se transforment chacune en un massif de cellules qui peuvent être jusqu'au nombre de 15 environ (fig. 2).

On suit facilement sur diverses feuilles prises en des points plus ou moins proches de l'extrémité des rameaux la marche de cette division qui est accompagnée de la formation de membranes : les premières de celles-ci sont perpendiculaires à la surface libre de la feuille, les suivantes apparaissant dans diverses directions ; on constate aussi que les cellules épidermiques initiales correspondent à des massifs de cellules faisant saillie dans leur partie centrale, et séparés par suite les uns des autres par des dépressions de la surface foliaire. Chacune de ces cellules offre un cytoplasma sans vacuoles, très granuleux ; leur noyau est en tout semblable à celui des cellules saines.

On observe dans les cellules du parenchyme sous-jacent des grains de chlorophylle en beaucoup moins grand nombre que dans le tissu correspondant de la feuille normale, à peine colorés en vert ou complètement jaunes. Quelquefois certaines cellules superficielles du massif épidermique inférieur forment des poils pluricellulaires, non ramifiés.

Nous nous trouvons donc ici en présence d'une multiplication très active des cellules attaquées ; nous observons le remplacement d'une cellule à protoplasma peu abondant par un plus ou moins grand nombre de cellules très riches en protoplasma. Le cas peut être regardé comme intermédiaire entre la multiplication des cellules épidermiques amenant la formation de poils et la simple hypertrophie de ces mêmes cellules épidermiques, sans cloisonnement, phénomène que nous allons étudier dans les cécidies suivantes. Dans quelques cas très rares, j'ai observé cependant une hypertrophie du noyau d'une de ces cellules résultant de la division d'une cellule épidermique ; cette hypertrophie était analogue à celle que nous verrons se produire dans les cellules épidermiques de divers Bromes attaqués par le *Phytoptus tenuis*.

2. Geranium dissectum L.
attaqué par le *Cecidophyes Schlechtendali* Nal.
(Pl. 5, fig. 3-12 et Pl. 6, fig. 13-15).

Les cellules épidermiques des feuilles, sépales, pétales, étamines, carpelles, offrent les mêmes modifications sous l'action du parasite ; je ne reviens pas ici sur les modifications morphologi-

ques et anatomiques amenées dans ces organes du fait de cet Acarien et que j'ai décrites ailleurs (1). Une cellule épidermique adulte de ces différents organes ne contient qu'un cytoplasma très hyalin, réduit à une mince couche pariétale, dans le noyau allongé, mesurant environ 6 μ sur 2 μ (fig. 3), je n'ai pu distinguer de nucléole. Sous l'action du *Cecidophyes* cette cellule prend des dimensions considérables en gardant la même forme générale ; le cytoplasma reste longtemps homogène et très granuleux (fig. 4), puis il y apparaît des vacuoles qui restent relativement petites, peuvent devenir nombreuses, sans se réunir les unes aux autres.

Les phénomènes que présente le noyau sont encore plus frappants et nous arrêteront davantage ; il se fait remarquer de suite par un accroissement considérable (par exemple 16 μ sur 12 μ) ; on y reconnaît un nucléole safranophile très gros (fig. 4, *n*) ; à côté de ce nucléole, qui est séparé de la zone périphérique à chromatine par une région hyaline, se trouvent un ou plusieurs nucléoles plus petits (*n'*) qui, dans la coloration combinée à l'hématoxyline et à la safranine se colorent uniquement par l'hématoxyline ou uniquement par la safranine, ou bien encore prennent une coloration mixte violacée ; souvent ils sont au nombre de deux (fig. 8), diamétralement opposés par rapport au nucléole et dans les stades les plus jeunes de la transformation des cellules ils se colorent énergiquement par l'hématoxyline comme le réseau chromatique ; ce n'est qu'ensuite qu'ils deviennent susceptibles de se colorer par la safranine, en passant par le stade de la coloration mixte. Dans certaines cellules (fig. 5), on trouve plusieurs de ces corps, jusqu'à dix environ, dont les plus petits se rapprochent beaucoup des plus gros grains de chromatine ; il semble qu'ils soient des amas de chromatine qui s'accroissent peu à peu, jusqu'à égaler, dans certains cas, le nucléole proprement dit, en se rapprochant en même temps de celui-ci par leur composition chimique. Ce seraient des *pseudonucléoles* ou *nucléoles accessoires* de Peters (2) et de Rosen (3), qui offrent ainsi toutes les transitions entre les grains les plus fins de chromatine et des corps que leur taille fait nommer des

(1) M. Molliard : *Recherches sur les Cécidies florales*. Ann. Sc. Nat. Bot. 1895.

(2) Peters : *Untersuchungen über den Zellkern in den Samen*. Dissert. Rostock, 1891.

(3) Rosen : *Beitrage z. Kenlniss. der Pflanzellen* Beitr. z. Biolog d. Pflanzen (Cohn) Bd. V, 1892.

nucléoles. On voit que ces nucléoles ont des propriétés très variables par rapport aux substances colorantes ; ils correspondent exactement aux trois types fondamentaux de nucléoles distingués par Gaule : 1° nucléoles hématoxylophiles ou karyosomes ; 2° nucléoles safranophiles ou plasmosomes, et 3° nucléoles mixtes qui fixent à la fois les deux matières colorantes ; mais ces trois types nous paraissent, ici du moins, n'être que les différentes phases d'un seul et même corps, dont la composition chimique se modifie peu à peu, et nous fait passer, ainsi que la forme de ces corps, des gros amas de chromatine aux nucléoles safranophiles typiques. Kosinski (1) a observé les mêmes transformations de la chromatine au cours de la kariokinèse étudiée dans des tumeurs à croissance rapide.

On remarque encore la présence, dans un grand nombre de cellules attaquées (fig. 5), de corps particuliers (fig. 5, *f*), au nombre de un à quatre, qui ont l'aspect de noyaux secondaires qui se seraient formés dans le noyau initial ; ce sont des corps arrondis, à contour net, présentant à leur périphérie des granulations ayant tout à fait l'aspect de grains de chromatine du noyau et se colorant de la même manière ; ils sont toujours rapprochés de la membrane nucléaire ; leur masse centrale ne se colore pas à la façon d'un nucléole ; ils donnent tout à fait l'impression qu'ils sont constitués par une vacuole périphérique, autour de laquelle se serait disposée une partie de la substance chromatique du noyau.

A un stade ultérieur de la transformation nucléaire, on peut observer, à l'intérieur du noyau, de grandes vacuoles (fig. 7 et 8, *v*), semblables à celles du cytoplasma. Enfin, à côté du noyau, dans le cytoplasma, il est possible d'observer, dans certaines cellules (fig. 11, *p*), des corps se colorant fortement et d'une manière homogène, par l'hématoxyline ; ils rentrent dans la catégorie des inclusions paraplasmatiques, désignées sous le nom de noyaux accessoires ; je n'ai jamais pu en observer le mode de formation.

Nous avons supposé jusqu'à présent que le noyau restait unique ; mais il arrive souvent qu'il se divise sans formation correspondante de membrane, et cette division s'opère par simple étranglement ; on observe ainsi des cellules à deux ou plusieurs

(1) Kosinski : *Ueber die Unterschiede in der Färbung der ruhenden u. kinet. Kerne in den Carcinomen, Adenomen und Sarkomen* « Wratsch », 1888, n° 6.

noyaux ; c'est un cas de plus à ajouter aux nombreux cas signalés par Treub, Strasburger, Hegelmaier, etc., de cellules multinucléaires ; la figure 7 représente un exemple de cette division directe où on voit le nucléole suivre en s'étirant la division du noyau ; mais il peut arriver que le nucléole ne se divise pas en même temps que le noyau ; on a ainsi dans la cellule (fig. 8 et 10) un premier noyau avec nucléole et un ou plusieurs autres qui en sont dépourvus ; cette division du noyau peut se répéter un certain nombre de fois et on peut avoir jusqu'à 5 ou 6 noyaux disposés côte à côte dans une cellule hypertrophiée.

A côté de cette division amitosique, par étranglement, du noyau, on observe, surtout dans les cellules épidermiques qui s'allongent en poils, un mode de division par une sorte de bourgeonnement (fig. 12, 13, 14) ; dans ce cas le noyau cesse d'avoir une forme ellipsoïdale régulière ; il émet des prolongements qui deviennent de plus en plus nombreux et se divisent à leur tour en lobes ; ceux-ci s'allongent en se rétrécissant à leur base et peuvent par cette base se détacher du noyau qui leur a donné naissance ; il s'opère ainsi une fragmentation très nette du noyau comparable à celle qu'a observée Arnold (1) dans diverses cellules animales ou Zimmermann (2) dans les cellules du mésophylle du *Sempervivum tectorum* ; les lobes, ou les fragments nucléaires qui proviennent de leur séparation du noyau primitif, possèdent souvent des corps semblables aux petits nucléoles que nous avons signalés comme se trouvant à côté du gros nucléole typique (fig. 12).

Les lobes peuvent se produire également dans tous les sens (fig. 12), ils sont alors assez réguliers, ou bien être peu nombreux et offrir des formes très variées (fig. 13).

La dégénérescence cellulaire se manifeste ensuite par la disparition de la membrane nucléaire, en même temps que la substance chromatique est de moins en moins distincte et se colore d'une manière de plus en plus diffuse ; le nucléole subsiste encore lougtemps après la disparition complète de tous les autres éléments du noyau. La figure 14 représente un poil unicellulaire attaqué,

(1) Arnold : *Ueber Theilungsvorgänge der Wanderzellen, ihre progressiven und regressiven Metamorphosen.* Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XXX, 1887.

(2) Zimmermann : *Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zelkerns.* Iena, 1896.

dans lequel le noyau s'est d'abord lobé un grand nombre de fois ; le nucléole est très gros et reste à contour bien net ; la membrane nucléaire ne s'observe plus que dans quelques fragments détachés du noyau et à l'extrémité d'un certain nombre de lobes ; ce n'est également que dans ces régions qu'on peut distinguer des restes de chromatine.

En même temps que le noyau subit ces phénomènes de dégénérescence et devient de moins en moins colorable, le cytoplasma fixe d'une manière diffuse les colorants de la chromatine ; peut-être est-on ici en présence, ainsi que le pense Arnheim (1) pour les cellules animales en voie de mort, d'un lessivage de la chromatine passant dans le cytoplasma.

Nous voyons quels changements profonds subit une cellule épidermique sous l'action des *Cecidophyes* ; mais au lieu de chercher à comparer cette cellule hypertrophiée à ce qu'elle aurait été si elle avait évolué normalement, ne pourrait-on pas trouver dans la même plante, d'autres cellules qui présenteraient à l'état normal des caractères analogues à ceux que nous venons de signaler comme étant pathologiques pour les cellules épidermiques? Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner les poils qui se trouvent à la surface des différents organes du *Geranium dissectum* ; à côté de poils monocellulaires se terminant en pointe et présentant par leur cytoplasma et leur noyau des caractères analogues à ceux des cellules épidermiques saines, on observe des poils tricellulaires, dont la cellule terminale est fortement renflée et sécrète une matière visqueuse ; les deux cellules formant le support de ce poil ont un cytoplasma réduit et un noyau semblables comme structure et dimensions à ceux des cellules épidermiques normales ; mais la cellule terminale possède un cytoplasma homogène, granuleux, à vacuoles ne confluant jamais ; son noyau est d'une taille comparable à celle des noyaux que nous avons observés dans les cellules épidermiques hypertrophiées : le nucléole (n) en est très gros, on remarque contre lui un ou deux petits nucléoles (n') semblables à ceux que nous avons décrits ; nous observons aussi de ces formations (f), que nous avons comparées à des noyaux dans le noyau ; je n'ai pas vu se produire dans ces cellules glanduleuses les phéno-

(1) Arnheim : *Coagulationsnecrose und Kernschwund*. Wirchow's Archiv, 1890. Bd. CXX, p. 367.

mènes de division et de dégénérescence qui apparaissent ensuite dans les cellules attaquées par les Acariens, mais nous retrouvons ici les modifications essentielles que ces dernières présentent dans leur cytoplasma et leur noyau ; l'action des *Cecidophyes* a donc pour effet de transformer les cellules épidermiques en cellules morphologiquement semblables aux cellules terminales glanduleuses des poils pluricellulaires normaux, et la fonction physiologique devient vraisemblablement analogue ; le parasite amène une différenciation nouvelle pour les cellules épidermiques ordinaires mais que possèdent quelques-unes d'entre elles à l'état normal.

3. Bromes attaqués par le *Phytoptus tenuis* Nal.

Les organes floraux des *Bromus secalinus*, *erectus*, *tectorum*, attaqués par le *Phytoptus tenuis* nous ont présenté des phénomènes d'hypertrophie tout à fait semblables dans leurs cellules épidermiques. Mêmes modifications du cytoplasma, même changement considérable dans le volume du noyau et de son nucléole ; nous y avons observé la même division amitosique avec étranglement concomitant du nucléole. Dans quelques cas la division du noyau, qui est d'ailleurs ici beaucoup plus rare que dans le cas précédent, est suivie de la formation d'une membrane ; on observe alors quelque chose d'analogue à ce qui se passe d'une manière si nette pour l'épiderme de *Geranium sanguineum* attaqué par le *Cecidophyes Schlechtendali*.

4. Galium Mollugo L. attaqué par le *Phytoptus Galii* Nal.

(Pl. 6, fig. 16-20).

Ce sont encore des phénomènes semblables que présentent les cellules épidermiques des feuilles des différentes espèces de *Galium* attaquées par ce *Phyptoptus* ; je considérerai le cas du *Galium Mollugo*. Dans la feuille saine nous observons en grande abondance de l'inuline dans les cellules entourant les faisceaux libéroligneux, et on n'en trouve que dans cette région ; entre les différents faisceaux de la feuille sont disposées des cellules à raphides d'oxalate de chaux ; dans la feuille attaquée il n'y a plus d'inuline autour des faisceaux ; il en apparaît par contre abondamment

dans plusieurs des cellules épidermiques hypertrophiées ; les cellules à raphides font complètement défaut.

Nous observons donc ici nettement un changement profond dans la physiologie de la feuille ; une substance de réserve offre en particulier une localisation tout à fait différente ; elle se concentre dans les cellules dont vivent les parasites.

Les cellules épidermiques normales (fig. 16) ont un noyau sphérique de 8 μ de diamètre, un nucléole petit, se colorant faiblement par la safranine ; la chromatine offre des amas très nets. Les cellules hypertrophiées sous l'action des parasites, et dont les dimensions linéaires peuvent dans quelques cas quintupler, ont un cytoplasma relativement beaucoup plus abondant, dans les vacuoles duquel se forment, sous l'action de l'alcool, des sphérocristaux d'inuline (fig. 19) ; le noyau cesse d'être sphérique pour prendre une forme variable et acquérir en moyenne 24 μ sur 14 μ ; le nucléole devient énorme (12 μ au lieu de 1, μ 5) et se colore très énergiquement par la safranine.

La division amitosique du noyau se retrouve ici, ainsi que sa fragmentation par formation de lobes (fig. 20). Lorsque le nucléole s'hypertrophie beaucoup, il y apparaît des vacuoles qui peuvent devenir nombreuses (fig. 18, où on en compte huit). Ce nucléole peut se diviser sans que la division du noyau suive immédiatement ; c'est ainsi que le nucléole peut s'étirer avant le noyau, qu'on peut en observer un dans plusieurs lobes d'un noyau en voie de fragmentation. Signalons enfin le fait de la présence dans certains noyaux d'un amas de chromatine plus considérable que les autres et qui se sépare de la zone périphérique à chromatine par une zone claire (fig. 18, *n'*) ; observe-t-on dans ce cas le rassemblement de la substance chromatique en un nucléole accessoire ? Ce qui le donnerait à penser est la coloration mixte prise par cet amas dans la coloration combinée à l'hématoxyline et à la safranine, la chromatine se colorant uniquement par l'hématoxyline, le nucléole primitif uniquement par la safranine, on observerait ici le même phénomène que pour le *Geranium dissectum*, ce qui amènerait à regarder le nucléole comme formé de substance chromatique condensée vers le milieu du noyau en subissant une transformation chimique.

Les modifications pathologiques que nous venons de signaler ne sont pas particulières à l'action des Phytoptides, mais semblent au contraire être d'une très grande généralité; j'ai retrouvé des phénomènes de même ordre dans l'attaque de différents végétaux par des Cécidomyes ; il suffira pour s'en convaincre de comparer les deux figures 21 et 22 (Planche 6) qui représentent des cellules épidermiques du filet d'une étamine de *Raphanus Raphanistrum* L., l'une saine, l'autre ayant subi l'action du *Cecidomyia Raphanistri* Kieff. On reconnaîtra que le parasite amène la même hypertrophie du cytoplasma et du noyau ; le noyau sain présente des grains de chromatine très distincts au milieu de granulations beaucoup plus fines ; je n'y ai pas reconnu de nucléole ; dans la cellule hypertrophiée le noyau ne présente plus que des grains de chromatine très nets, les granulations ont disparu ; le nucléole est très apparent. Dans la cellule qui est représentée par la figure 22 il y a eu de plus une division du noyau qui n'a pas été accompagnée de la formation de membranes. On voit souvent apparaître dans ces cellules épidermiques des grains de chlorophylle (*ch.*) qui ne s'y forment pas normalement.

J'ai encore observé des phénomènes semblables dans l'attaque des feuilles par différents Hémiptères.

Ce ne sont pas seulement les parasites animaux qui produisent de tels effets. L'hypertrophie du noyau, sa division s'observent sous l'action des suçoirs de diverses Urédinées (1, 2). Cavara (3) vient de décrire les modifications introduites dans les cellules des racines de *Vanilla planifolia* attaquées par un Champignon qui se développe à leur intérieur, et dont Wahrlich (4) a étudié les formes *Fusisporium* et *Nectria* ; le noyau présente la même hypertrophie, puis plus tard la même division par formations de lobes, ainsi que le montrent les lignes 16 et 17 de la planche jointe à la note de Cavara ; la figure 16 est tout à fait comparable à ma figure 9 ; le nucléole acquiert également de nombreuses vacuoles. J'ai retrouvé les mêmes modifications nucléaires dans plusieurs mycorhizes

(1) Molliard : *L. c.*, p. 119.

(2) Sappin-Truffy : *Recherches histologiques sur la famille des Urédinées* 1896.

(3) F. Cavara : *Ipertrofie ed anomalie nucleari in seguito a parassitismo vegetale*, 1896..

(4) Wahrlich : *Beitrag zur Kentniss der Orchideenwurzelpilze* Bot. Zeitg. 1886.

développées sur des racines d'Orchidées, notamment sur les racines de *Neottia Nidus-avis*.

Prillieux (1), dans son étude des plantes germant en sol surchauffé, a observé que l'axe hypocotylé du Haricot et de la Courge présentait dans ces conditions une hypertrophie considérable ; les phénomènes qu'il décrit et figure, relatifs aux modifications cellulaires, sont tout à fait de même ordre que ceux qui viennent de nous occuper ; il semble donc que ces modifications accompagnent toujours une grande hypertrophie des cellules, quelle qu'en soit la cause.

Mais non seulement on les rencontre dans les cas d'hypertrophie anormale, elles se présentent encore dans leurs traits essentiels à l'intérieur des cellules qui subissent normalement un accroissement considérable ; nous l'avons fait observer pour les cellules terminales des poils glanduleux du *Geranium dissectum ;* les cellules de l'assise nourricière des sacs polliniques offrent des phénomènes de même ordre ; ainsi que le remarque Cavara, le noyau se comporte d'une manière analogue dans les cellules désignées par Sachs sous le nom d'*idioblastes* et que Cavara a étudiées dans le *Camelia*, ainsi que dans les tubes criblés du Maïs et de la Courge qui ont fait l'objet d'une étude très détaillée de Zacharias (2) ; ce dernier a signalé l'augmentation du nucléole corrélative de celle du noyau, la raréfaction de la chromatine et sa condensation en amas très nets, ainsi que la formation de lobes correspondant à une dégénérescence du noyau ; j'ai reconnu de mon côté que les tubes libériens des écailles constituant le bulbe de l'Oignon présentent une hypertrophie, une division par étranglement, une fragmentation par formation de lobes, une condensation de la chromatine en de gros grains, semblables à celles dont nous avons parlé plus haut. La division par fragmentation du noyau est celle qui a été observée comme se produisant normalement, par exemple chez le *Chara fœtida* (3) et le *Tradescantia virginica* (4).

En résumé, les phénomènes présentés par les cellules attaquées par différents parasites animaux ou végétaux, lorsqu'ils se

(1) Prillieux : *Altérations produites dans les plantes par la culture dans un sol surchauffé.* Ann. Sc nat. Bot. 1880, t. X, p. 347.

(2) E. Zacharias : *Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen* Flora Bd. 81 heft II, 1895.

(3) Johow : *Ueber die Zellkerne von Chara fœtida*. Bot. Ztg., 1881. p. 729.

(4) Zimmermann : *Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle*, 1887.

traduisent par une hypertrophie, ne dépendent ni de la nature des cellules ni de celles des parasites ; ils se résument en un accroissement d'activité du cytoplasma et du noyau, et sont ceux que l'on rencontre dans toutes les cellules présentant, pour des causes normales ou anormales, cet accroissement d'activité : une hypertrophie du cytoplasma et du noyau, puis des modifications subies par ce dernier et qui se rapportent à sa dégénérescence et à sa disparition complète.

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire et correspondent à un grossissement de 855 diam. (obj. à imm. homog. $\frac{1}{12}$ de Zeiss, oculaire compens. 6).

Les matériaux ont été fixés au sublimé acétique et colorés à l'hématoxyline et à la safranine.

Planche 5

Geranium sanguineum (Phytoptus Geranii Cn.*).*

Fig. 1. — Cellule épidermique et cellule sous-épidermique normales.

Fig. 2. — Région correspondante de la feuille attaquée ; chaque cellule épidermique est remplacée par un massif de cellules.

Geranium dissectum (Cecidophyes Schlechtendali Nal.*).*

Fig. 3. — Cellule épidermique normale d'un sépale.

Fig. 4-8 et 10-11. — Cellules épidermiques attaquées. — *n*, nucléole; *n'*, nucléoles accessoires ; *v*, vacuoles dans le noyau; *f*, corps ayant l'aspect de noyaux à l'intérieur du noyau primitif.

Fig. 9 et 12. — Poils épidermiques unicellulaires attaqués.

Planche 6

Geranium dissectum (Cecidophyes Schlechtendali Nal.*).*

Fig. 13 et 14. — Poils attaqués ; dans la fig. 14 on observe la disparition du noyau qui n'est plus représenté que par un gros nucléole, l'extrémité de quelques lobes et quelques fragments.

Fig. 15. — Poil glanduleux sain de sépale; sa cellule terminale et une partie de la cellule intermédiaire (mêmes lettres que pour les fig. 4 et 5).

Galium Mollugo (Cecidophyes Galii Nal.*).*

Fig. 16. — Cellule épidermique normale.

Fig. 17-20. — Cellules épidermiques attaquées; la cellule 17 présente deux sphérocristaux d'inuline.

Raphanus Raphanistrum (Cecidomyia Raphanistri Kieff.*).*

Fig. 21. — Cellule épidermique d'un filet normal.

Fig. 22. — Cellule épidermique d'un filet attaqué ; *ch*, grains de chlorophylle.

NOTE SUR UN

APPAREIL DE GERMINATION

par M. H. F. JONKMAN

Quiconque s'est occupé de la culture de Fougères a sans doute constaté que bien des cultures périssent.

Des germes et des spores d'animaux et de plantes, d'insectes, de vers, d'algues, de fougères et de mousses, se produisent souvent en grand nombre et détruisent en peu de temps les cultures les plus vivaces.

Les serres des jardins botaniques, où l'on fait d'ordinaire ces expériences, étant très favorables au développement de ces organismes inférieurs, on est exposé au danger de voir périr les cultures quand on ne peut pas les surveiller exactement.

C'est pour échapper à ce danger que j'ai fait construire l'appareil de germination, que la planche 9 reproduit à 1/15 de sa grandeur ordinaire. Au commencement, tout ne fonctionnait pas avec l'exactitude désirable, mais après quelques expériences, j'ai réussi à le faire fonctionner parfaitement. Voici la description de l'appareil tel que la planche le reproduit.

On le place dans une des fenêtres de son cabinet d'étude ou de son laboratoire donnant sur le nord. Il est pourvu en haut et du côté de la rue d'une double paroi de verre; de l'autre côté on trouve trois petites portes de verre, dont celle du milieu est divisée en deux parties, de sorte qu'on peut se contenter d'ouvrir la moitié inférieure, si on le juge nécessaire pour une raison quelconque.

Les pots, couverts de petites plaques de verre rondes, se trouvent dans des baquets de zinc remplis de sable et d'eau; ces baquets reposent sur de petits supports en bois sous lesquels passent les tuyaux de chauffage.

Ces tuyaux ont des robinets, ce qui permet d'en fermer quelques-uns si la température est trop élevée.

Dans un de ces tuyaux se trouve un robinet, indiqué par un petit cercle, grâce auquel l'air contenu dans l'eau peut être évacué de temps en temps. La direction dans laquelle l'eau coule est indiquée par des flèches. L'eau est chauffée dans un chaudron de cuivre rouge (*w*) dans lequel se trouve un thermomètre renfermé dans un tube pour empêcher que le mercure ne se mêle à l'eau, si le thermomètre éclate.

Pour chauffer l'eau on se sert d'un bec de gaz (*l*) construit de façon à empêcher la flamme de se communiquer au gaz à l'intérieur du conduit. Le chaudron est entouré d'une enveloppe en zinc.

Avec ce chaudron communique, au moyen d'un tuyau vertical, le réservoir pour l'eau surabondante (*o*), fermé par un couvercle qui arrête la poussière et empêche l'évaporation. Si l'eau y baisse jusqu'au niveau inférieur, le flacon de Mariotte (*f*) fournit l'eau nécessaire.

Le gaz est amené par le conduit (*i*); à gauche se trouve un manomètre (*m*) pour mesurer la pression; à droite on voit le régulateur double (*r*). D'abord, je me suis servi d'un régulateur à mercure de Bunsen, mais après que celui-ci, en éclatant, eut éteint le bec de gaz, je l'ai remplacé par un régulateur double.

La quantité de gaz peut être naturellement augmentée ou diminuée à mesure que le robinet du tuyau (*i*) est plus ou moins ouvert; on peut donc régler la température selon les circonstances.

Un des plus grands avantages de l'appareil, c'est qu'on peut le placer dans son cabinet et le surveiller personnellement; et quand on s'en sert exclusivement pour des expériences de germination des spores de fougères, on peut le garantir contre toutes sortes d'influences nuisibles. Comme je l'ai dit plus haut, les serres des jardins botaniques favorisent le développement d'organismes inférieurs; aussi ai-je eu autrefois toutes les peines du monde à en préserver mes cultures, qui exigeaient une vigilance et des soins continuels. S'il ne m'était pas possible de me charger personnellement de ces soins, les cultures périssaient immanquablement. Par contre, les semailles se présentent toujours dans mon appareil avec une égale fraîcheur, les cultures se développent sans rencontrer d'obstacles et je n'ai presque plus aucune peine à les préserver d'influences nuisibles, pourvu que j'aie soin d'éloigner au préalable,

au moyen d'eau bouillante, tout germe animal ou végétal de la tourbe et des pots dont je me sers, et que je choisisse soigneusement mes semences.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 9

Fig. 1. — *i*, entrée du gaz; *m*, manomètre; *r*, régulateur de la pression; *l*, bec de gaz; *w*, chaudron de chauffage; *a*, entrée de l'eau pour le chauffage dans la coupe verticale; *b*, sortie de l'eau pour le chauffage dans la coupe verticale, *o*, réservoir pour l'eau surabondante; *f*, flacon de Mariotte.

Fig. 2. — *a*' et *b*', les mêmes endroits dans la coupe horizontale que *a* et *b* dans la coupe verticale; *1*, *2*, *3* et *4* robinets; en pleine activité (c'est-à-dire avec six tuyaux), *1* et *2* sont ouverts, *3* et *4* fermés; pour fermer le 2e et le 3e tuyau, donc pour travailler avec quatre tuyaux, *1* se ferme et *4* s'ouvre; pour condamner à l'inaction les 2e, 3e, 4e et 5e tuyaux, pour travailler donc avec deux tuyaux, *1* et *2* se ferment, *3* et *4* s'ouvrent. Le petit cercle du premier tuyau indique le robinet, par lequel on peut faire évacuer l'air contenu dans l'eau.

Les tuyaux de cuivre rouge, dont se composent les conduites de gaz de l'appareil, doivent être *vissés* les uns aux autres pour prévenir tout danger d'incendie.

SUR QUELQUES

CÉCIDIES ORIENTALES

par H. FOCKEU

Au cours d'une mission scientifique en Syrie (mars-juin 1890), M. le Docteur Théodore Barrois a recueilli une quarantaine de Galles diverses dont il a bien voulu me confier l'étude. Une grande partie de ces Galles sont nouvelles, et présentent de curieuses particularités de structure, sur lesquelles nous reviendrons plus tard. Les plus intéressantes proviennent des bords de la Mer Morte et du désert Palmyre ; les autres ont été récoltées un peu partout, en Judée, en Samarie, en Galilée, dans la plaine de Damas, dans la Cœlésirie, et quelques-unes sur les hauteurs boisées du Liban.

I. ACAROCECIDIES

Phytoptus curvatus Fockeu. — Ce *Phytoptus* détermine une galle pustuleuse de la grosseur d'un grain de mil sur le limbe et à la base du pétiole des feuilles de *Berberis vulgaris* (Pl. 8, fig. 11) ; ces galles font saillie des deux côtés de la feuille. Aucune Phytoptocécidie n'avait encore été signalée sur les feuilles des *Berberis vulgaris* L. ; on ne peut confondre la galle du *Phytoptus curvatus* nov. sp. avec celle que décrit Frauenfeld sur le même arbre et qui, du reste, est produite par une Psyllode (1).

Ces Phytoptocécidies ont été recueillies sur les bords du Jourdain, au niveau du *Gué des Pèlerins*, où les *Berberis vulgaris* L., assez communs, étaient en pleine fructification, lors du passage de M. Barrois (20 avril).

Phytoptus Barroisi Fockeu. — Le *Phytoptus Barroisi* détermine des galles globuleuses, dures, irrégulières, velues, réunies à la partie terminale ou disséminées dans la région moyenne et à la base de l'épi, sur l'inflorescence du *Plantago albicans* L. (Pl. 8, fig. 9). Quand on dissèque une de ces galles, on constate

(1) Frauenfeld : *Verh. d. Zool. bol. Ges.*, Wien, XVI, 1886.

qu'elle est formée par les verticilles d'une fleur hypertrophiée. C'est dans les anfractuosités de ces fleurs hypertrophiées que vivent les Acariens gallicoles, toujours en très grand nombre.

Les galles de *Plantago albicans* proviennent des ruines de Palmyre, dans lesquelles abonde ce Plantain ; presque tous les épis sont déformés (23, 24, 25 mai).

PHYTOPTUS EPHEDRÆ Fockeu. — Le *Phytoptus Éphedræ* habite à la surface d'une galle en artichaut (Pl. 7, fig. 10) déterminée par un insecte sur les rameaux de l'*Ephedra alta* Cass. M. Barrois a récolté un grand nombre de ces galles sur les *Ephedra* qui croissent le long de la rive occidentale de la Mer Morte et aux abords de l'embouchure du Jourdain (15-19 avril). Rencontrées également dans la plaine qui s'étend entre le *Gué des Pèlerins* et Jéricho (20 avril).

PHYTOPTUS ORIENTALIS Fockeu. — Le *Phytoptus orientalis* détermine des galles pustuleuses (*Blattpoken*) faisant légèrement saillie à la face supérieure du limbe et s'ouvrant à la face inférieure des feuilles du *Cognassier* (*Cydonia vulgaris* L.), vulgairement appelé *Sphergel* dans le pays (Damas).

Les galles du *Phytoptus orientalis* ont été recueillies par M. Barrois, dans les vergers de Damas (11-18 mai).

PHYTOPTUS PHYLLOCOPTOIDES Nalepa (1). — Ce *Phytoptus* détermine, d'après Nalepa, l'enroulement marginal des feuilles du *Salix purpurea* L.; M. Barrois a recueilli des galles analogues déterminées par le même *Phytoptus*, à Zerrâa, sur les feuilles d'un Osier qui croît abondamment le long des rives du Nahr-el-Haroun, affluent de l'Oronte, qui descend des flancs de l'Anti-Liban, à une journée de marche au sud de Homs.

PHYTOPTUS TRISTRIATUS Nalepa. — Ce *Phytoptus*, qui produit une galle sur les feuilles du *Juglans regia* L., est très commun en Syrie.

PHYTOPTUS du *Cratægus orientalis*. — J'ai trouvé sur une feuille de *Cratægus orientalis* un seul échantillon d'une galle corniculée, saillante à la face supérieure et habitée par quelques *Phytoptus* dont je n'ai pu fixer les caractères à cause de leur mauvais état de conservation. La feuille du *Cratægus orientalis* qui portait cette

(1) M. le Professeur Nalepa a bien voulu contrôler lui-même la détermination de cet Acarien.

galle a été cueillie sur le versant oriental du Liban, à 1500 mètres environ d'altitude, aux abords du Lac de Yamouneh.

PHYTOPTUS FUSIFORMIS Fockeu. — Cet Acarien habite la surface d'une galle en rosette, déterminée par un insecte à l'extrémité des rameaux de l'*Atriplex Halimus* L.; les exemplaires recueillis par M. Barrois proviennent de la rive occidentale de la Mer Morte, où ces *Atriplex* sont fort communs et portent presque tous les dites galles en rosette (15-20 avril).

PHYTOPTUS ILICIS Canestrini. — Ce *Phytoptus* signalé à Padoue (Jardin botanique) par Canestrini dans les galles érinéennes saillantes à la face supérieure des feuilles du *Quercus Ilex* L., produit des boursouflures analogues sur les feuilles du *Quercus ithaburensis* (Mont-Thabor, 28 avril).

CECIDOPHYES SYRIACUS Fockeu. — Le *Cecidophyes syriacus* vit à la surface de galles en artichaut déterminées par un insecte sur les rameaux des *Salicornia fruticosa* L.; il est commun aux alentours de la Mer Morte (20 avril), et plus abondant encore dans le désert de Syrie, entre Karyétein et Palmyre (20-28 mai).

CECIDOPHYES TETANOTHRIX Nalepa (1). — Cet Acarien détermine des galles de différentes grosseurs (3 à 4^{mm}), verdâtres ou rougeâtres, saillantes à la face supérieure de la feuille du *Salix fragilis* L. Les galles du *Cecidophyes tetanothrix* Nalepa sont très communes sur les *Salix fragilis* L. qui poussent dans les jardins de Homs et sur les bords de l'Oronte (27-28 mai).

PHYLLOCOPTES ROSTRATRUS Fockeu. — Le *Phyllocoptes rostratrus* vit en parasite à l'intérieur des Galles produites sur le *Quercus ithaburensis*, par le *Phytoptus Ilicis* Canestrini. On l'y trouve toujours en très petit nombre (4 à 5 dans chaque galle).

II. GALLE DE SAUGE

Excroissance globuleuse, sphérique ou ovoïde, de consistance dure, pouvant atteindre la grosseur d'une noix, à surface velue, souvent parcourue par un sillon médian linéaire qui semble la diviser en deux segments à peu près homologues. Cette galle est

(1) M. le Professeur Nalepa a bien voulu contrôler lui-même la détermination de cet Acarien.

insérée sur les feuilles à la base du pétiole ou sur les rameaux jeunes de *Salvia pomifera* L.; elle est pluriloculaire (Pl. 8, fig. 3, 4).

Je crois pouvoir rapporter cette cécidie aux productions qu'on appelle « Pommes de Sauge » ou « Baisonges », et que Belon (1) a signalées en Crète, sur le Mont-Ida. D'après cet auteur, les « Baisonges » sont attachées aux feuilles de Sauges, elles sont velues et apparaissent au commencement de mai. Elles sont bonnes à manger et servent d'aliment dans le pays.

Cette production est signalée par Olivier (2) comme très commune dans l'île de Scio. Les habitants préparent, avec les galles recueillies dans le pays et même dans les îles voisines, une confiture agréable très estimée et stomachique. La galle signalée par Olivier est portée par le *Salvia pomifera*. D'après M. Planchon (3) on la trouverait sur diverses espèces de Sauge.

Les échantillons de M. Barrois ont été cueillis le 26 avril 1890, sur de grandes Sauges à fleurs blanches, fort communes entre Naplouse et Djenin, et surtout aux alentours de Sébastyieh (l'antique Samarie). Bien que différentes espèces de Sauges soient répandues en Palestine et en Syrie (4), l'espèce ci-dessus est la seule sur laquelle M. Barrois ait trouvé des productions gallaires. J'avais attiré son attention sur ce point et il a examiné avec soin, mais infructueusement, de nombreux exemplaires appartenant au moins à six ou sept espèces diverses. Ni le drogman, très intelligent et qui avait parcouru toute l'Asie, ni les Moucres, ni les paysans interrogés n'avaient jamais remarqué l'existence de ces galles sur les Sauges ; le nom de *Baisonges* leur est tout à fait inconnu et ils n'ont accueilli qu'avec un doute non équivoque l'idée qu'on pût jamais manger les dites galles ou en faire des confitures quelconques.

A cette époque, la galle de Sauge n'était pas encore mûre, je n'ai pas pu étudier, par conséquent, l'insecte parfait. Les larves qui s'y trouvent, me paraissent présenter les caractères des larves des Diptères.

(1) Belon : Singularités 39, 145, 218, 457.

(2) Olivier : Voyage dans l'empire Ottoman. T. I. chap. XXVI, p. 259.

(3) Planchon : Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales. Article *Galles*.

(4) Tristram : (*Fauna and Flora of Palestine*) signale en Palestine une trentaine d'espèces de Sauges. Il n'a pas rencontré la *Salvia pomifera* L. dans la région qu'il a parcourue.

Structure anatomique et développement.

Je n'étudierai ici que la Galle des rameaux, celle des pétioles et des feuilles n'en diffère presque pas au point de vue anatomique et son développement est le même. La coupe transversale (1) d'une galle jeune est symétrique par rapport à une ligne médiane. Au milieu du parenchyme et de part et d'autre de cette ligne de symétrie, sont disposées, un peu au hasard, une série de petites logettes contenant chacune une larve blanchâtre. La larve ne remplit pas exactement la cavité gallaire, elle y est même très à son aise. Les parois de la cavité gallaire ne sont pas lisses : elles présentent un aspect granulé.

La structure anatomique de cette galle est des plus simples. La masse des tissus qui forme la plus grande partie de la tumeur est constituée par un parenchyme tendre à grandes cellules polygonales, à parois fines, laissant entre elles des espaces intercellulaires assez larges. Ce tissu présente tous les caractères d'un *parenchyme médullaire*. Au fur et à mesure que l'on approche des cavités gallaires, ce parenchyme se modifie en prenant plus de consistance, en épaississant ses parois; les espaces intercellulaires, signalés plus haut, diminuent, puis finissent par disparaître complètement. Les cellules qui le constituent sont plus vivantes, leur protoplasma granuleux présente de fins globules d'amidon ; le parenchyme médullaire passe ainsi insensiblement à la couche nutritive, qui constitue la paroi de la cavité gallaire. On ne constate pas ici, comme dans d'autres galles, une zone de tissu protecteur limitant bien nettement le tissu nutritif et enrayant les ravages de l'insecte gallicole.

Les cellules de la couche nutritive forment une vingtaine d'assises ; elles sont légèrement aplaties dans le sens du rayon de la galle. La dernière assise du tissu nutritif, celle qui tapisse la cavité gallaire, est constituée par des cellules plates, gorgées d'amidon et dont la paroi interne est ébréchée de distance en distance, portant ainsi les traces des ravages de l'insecte.

On remarque, disséminés dans les cellules du tissu nutritif, quelques cristaux octaédriques d'oxalate de chaux.

(1) J'entends par coupe transversale de la galle une coupe pratiquée transversalement à l'axe du rameau qui la porte.

La couche du tissu nutritif de chaque loge larvaire ne présente pas une épaisseur égale dans tous ses points. De plus, elle émet des prolongements qui traversent le parenchyme à la manière de rayons médullaires, et vont se mettre en rapport avec les couches nutritives qui entourent les autres cavités gallaires. De sorte que ce tissu constitue, à l'intérieur de la galle, un réseau assez complexe à mailles irrégulières, et présentant de distance en distance des renflements ampullaires qui sont les chambres larvaires. Ce réseau est difficile à mettre en évidence sur des coupes transversales seules; mais si l'on sectionne la galle dans différents sens, on se rend parfaitement compte de la structure que je viens d'exposer. Sur une coupe quelconque, on voit le tissu nutritif émettre des prolongements radiaires qui se perdent dans le parenchyme, leur trajet étant oblique et sinueux; mais sur d'autres coupes heureuses, par exemple dans le cas où deux cavités gallaires sont assez rapprochées l'une de l'autre, ces anastomoses sont très visibles. J'insiste sur cette disposition, parce qu'elle me semble assez curieuse. Ordinairement, les différentes loges d'une galle pluriloculaire conservent leur indépendance, leur autonomie les unes vis-à-vis des autres; chaque loge constitue un petit territoire indépendant des loges voisines; elles semblent creusées au milieu d'une masse homogène, et n'ont aucun rapport les unes avec les autres. Ces rapports sont évidents dans le cas de la Galle de Sauge. Il existe ici une sorte de colonie et le travail physiologique qui se manifeste en un point, doit, en l'espèce, profiter à tous les membres de la colonie.

Comme vérification de cette hypothèse, je ferais remarquer que toutes les loges gallaires sont à peu près de mêmes dimensions, elles grandissent en même temps et les larves gallicoles d'une même galle sont toutes à peu près de même taille. Cette unification du travail physiologique a aussi pour conséquence de faire croître la cécidie d'une façon régulière, et de donner à la coupe transversale de cette galle, la symétrie presque parfaite que je signalais au début.

Du reste, cette disposition spéciale du tissu nutritif paraît toute naturelle lorsque l'on étudie l'excroissance sur une série de coupes faites d'un pôle à l'autre, et transversalement à l'axe principal de symétrie qui correspond à l'axe lui-même du rameau. De

cette façon on suit en quelque sorte le développement de la tumeur et on peut mettre en évidence les modifications qu'ont subies les divers tissus du rameau normal, par suite de la présence des larves gallicoles à son intérieur.

Tout à fait à la base de la galle, là où le rameau qui la porte n'est pas encore modifié, on constate, du centre à la périphérie, un étui médullaire cylindrique, formé de grandes cellules polygonales à parois fines, à ponctuations à peine visibles. Le corps protoplasmique de ces cellules, intimement accolé contre la paroi, est très réduit. Dans ce parenchyme médullaire n'existe aucune réserve nutritive.

Le tissu vasculaire entoure complètement ce parenchyme médullaire; il est formé par un nombre variable de gros faisceaux réunis les uns aux autres latéralement par des masses libéroligneuses plus petites, et dont l'ensemble constitue une couronne continue assez épaisse et qui paraît être une barrière infranchissable pour la tarière d'un insecte. Mais sur les rameaux jeunes, le tissu vasculaire ne forme pas une couronne complète, les gros faisceaux y sont seuls représentés et leurs expansions latérales ne se sont pas encore anastomosées. Il existe entre les faisceaux d'ordre primaire de larges vides formés par du parenchyme jeune, encore à l'état de division et destiné à fournir, par voie de cloisonnement, les petits faisceaux qui compléteront la masse libéroligneuse. C'est pendant ce premier stade du développement de la plante, quand les tissus ne sont pas encore complètement différenciés, quand les faisceaux sont encore isolés au milieu du parenchyme, que se produisent les piqûres de l'insecte gallicole. A ce stade, la partie latérale est très peu épaisse et très tendre. et la tarière de l'insecte qui ne traverserait pas le parenchyme ligneux et libérien, pénètre, au contraire, très facilement dans le parenchyme, encore en voie de cloisonnement. De plus, les faisceaux n'ont pas encore, à ce moment, la cohésion, la compacité qu'ils acquèreront plus tard; les amas de vaisseaux ligneux qui les composent sont séparés les uns des autres par des cellules de parenchyme ligneux, mou et facilement pénétrable. Sur des rameaux jeunes ayant été arrêtés dans leur développement, par suite peut-être de l'hypertrophie trop intense des parties voisines, j'ai pu constater des traces de ces piqûres faites, soit dans le parenchyme qui sépare les faisceaux, soit

dans le parenchyme ligneux des faisceaux eux-mêmes. Je dois dire que la première localisation est de beaucoup la plus fréquente. Dans ce cas particulier où la tumeur gallaire n'a pas eu le temps de se développer, il se produit, sur le trajet de la piqûre, un tissu de cicatrice formé par des cellules dont les parois sont subérifiées. Dans beaucoup de ces piqûres, que je crois pouvoir attribuer au même insecte (ou du moins à un insecte de la même espèce) qui avait produit les tumeurs voisines, l'action de l'insecte se bornait à un simple traumatisme, l'œuf n'avait pas été déposé dans la plaie.

Cette piqûre se fait d'un seul côté du rameau et l'œuf est déposé précisément dans ce parenchyme jeune qui sépare les faisceaux et dans lequel se produisent déjà, à ce moment, les îlots de cellules génératrices destinées à fournir les faisceaux nouveaux du cercle vasculaire. Il en résulte que, de ce côté, le travail physiologique, consécutif au développement de la larve à l'intérieur des tissus, est simultané, ou plutôt combiné avec le travail normal de cloisonnement cellulaire qui donne les faisceaux nouveaux. De cette action combinée, résultent la forme et la structure intime de la tumeur gallaire. En effet, les faisceaux nouveaux, fournis dans de telles conditions par les cellules génératrices, se ressentent du travail hypertrophique des tissus ambiants résultant de la formation de la tumeur ; ils ne peuvent suivre le développement de ces tissus et restent isolés les uns des autres. L'anneau fibro-vasculaire ne peut donc être complété de ce côté. Du côté opposé à la piqûre, au contraire, les faisceaux nouvellement formés s'accolent aux anciens et constituent par leur réunion une bande compacte. A ce stade on peut donc représenter schématiquement, en coupe transversale, les parties fibro-vasculaires du rameau hypertrophié, par un U à branches très écartées l'une de l'autre ou par un demi cercle dont les deux extrémités se dichotomiseraient pour se résoudre en minces filaments.

Pendant ce temps, la partie corticale du rameau s'est accrue en proportion égale vers l'extérieur, de sorte que quand la tumeur est complètement développée, les loges gallaires, au lieu d'occuper la périphérie de la tumeur, sont, au contraire, disposées dans sa partie centrale.

Ainsi donc, au point de vue anatomique, il existe dans la galle

de Sauge, deux régions bien distinctes : un segment très restreint où l'on retrouve la structure du rameau normal adulte, où les faisceaux sont condensés et serrés les uns contre les autres ; un second segment, de beaucoup le plus important, constituant presque à lui seul toute la tumeur et qui est formé de tissus jeunes résultant du cloisonnement des cellules méristématiques secondaires dont j'ai parlé plus haut. Dans ce segment, existe un lacis de faisceaux très lâche, décrivant des arborisations fines et délicates qui enlacent les loges gallaires. La tumeur semble donc s'être produite par suite d'une éventration du rameau, dans laquelle sont venus émerger les nouveaux tissus, les tissus propres de la Galle.

Cette éventration dont la cause immédiate est la piqûre de l'insecte, se fait toujours sur une des quatre faces du rameau. La face immédiatement opposée croît normalement et les deux autres faces adjacentes s'en écartent progressivement, laissant alors du côté piqué une solution de continuité que remplissent les tissus nouveaux.

Pour étudier la zone corticale de la tumeur, il faut la considérer dans sa partie libre et dans sa partie qui fait corps avec le rameau. Dans cette dernière région, qui occupe l'une des quatre faces du rameau support, on remarque que les tissus normaux sont à peine modifiés.

L'épiderme est constitué par des cellules presque cubiques à paroi épaisse et réfringente ; la paroi externe de ces cellules présente une cuticule assez nette et porte des poils mono ou pluricellulaires à parois fines. Ces poils sont de deux ordres : les uns petits et trapus disséminés au hasard ; les autres plus longs et moins nombreux, formés de quelques cellules, semblent disposés avec ordre. Ces poils sont surtout nombreux dans deux sillons longitudinaux, disposés de part et d'autre de la face opposée à la tumeur et qui résultent du développement énorme de la partie médullaire. Ces deux sillons sont tapissés par un duvet sombre très épais, constitué surtout par des poils longs pluricellulaires.

Le parenchyme cortical, sous-jacent à l'épiderme, est formé par quelques assises de cellules rondes à parois légèrement sclérifiées et laissant entre elles de très petits espaces intercellulaires. Ces cellules changent de caractère au fur et à mesure qu'on se rapproche de la partie libérienne des faisceaux ; leurs parois sont plus

minces et elles ressemblent beaucoup aux cellules du parenchyme médullaire.

Dans sa partie libre, la zone corticale diffère profondément de la précédente. L'épiderme est formé par une rangée de cellules à paroi fine, rectangulaires, très plates ; la paroi externe de ces cellules n'est pas cuticularisée et les poils qu'elles portent sont tous mono-cellulaires.

Le parenchyme cortical de la partie libre est constitué par des cellulaires rectangulaires également plates, ressemblant beaucoup aux cellules épidermiques ; les espaces intercellulaires sont à peine visibles.

Quant à la région fibro-vasculaire de la galle, je crois l'avoir suffisamment décrite en étudiant le développement du tissu nutritif. Ici encore, on peut distinguer deux zones. Une zone en rapport avec le rameau support, où les faisceaux ne sont pas modifiés, et une zone périphérique où les faisceaux sont ramifiés à l'infini.

Etant donné cette description de la structure anatomique et du développement de la cécidie, il est aisé maintenant de comprendre la disposition si particulière du tissu nutritif que je signalais au début de cette étude. En effet nous avons vu que l'œuf est déposé, d'une façon générale, dans la zone génératrice destinée à fournir les faisceaux nouveaux. Or, cette zone génératrice donne du liber vers l'extérieur, du bois vers l'intérieur. La loge larvaire est précisément localisée dans le liber ainsi produit et le tissu nutritif de l'insecte gallicole n'est autre que ce tissu libérien nouveau, jeune et plein de sève, présentant toutes les propriétés nécessaires et indispensables pour jouer son rôle ultérieur dans le développement de la larve.

La disposition régulière de ce tissu, ses rapports, ses anastomoses sont donc tout naturels, et l'on peut dire que cette disposition, et par suite la forme spéciale de la galle, sont dues à la localisation de la piqûre.

(A suivre).

Les parties de la masse du noyau qui ne sont occupées ni par la charpente chromatique, ni par les nucléoles, forment ce qu'on appelle le suc nucléaire. M. Heidenhain, pour les cellules animales, et M. Krasser, pour les cellules végétales, avaient cru y distinguer des granulations spéciales. M. Zimmermann (1), qui a observé à ce point de vue des espèces végétales variées, n'a pu, même par la méthode de Heidenhain, découvrir de granulations dans le suc nucléaire. Aussi pense-t-il que ces corpuscules ne sont que des produits artificiels ayant pris naissance sous l'action des réactifs.

Divers botanistes, et en particulier M. Zimmermann, ont signalé l'existence dans le noyau de beaucoup de plantes, d'inclusions cristallines que leurs réactions colorées faisaient considérer comme étant de nature protéique. M. Stock (2), en faisant agir sur ces formations la pepsine et la pancréatine, a constaté qu'elles se comportent vis-à-vis de ces ferments comme les substances protéiques et a pu confirmer ainsi les résultats fournis par l'usage des réactifs colorants. Pour M. Stock, les cristaux protéiques du noyau sont non, comme on l'a dit, des produits de sécrétion, mais des matières de réserve azotées. Dans les cultures artificielles, une réduction de l'azote en amène la disparition, le rétablissement de la teneur normale en azote en détermine la réapparition.

M. Strasbürger a désigné d'abord sous le nom de « corpuscule de sécrétion », plus tard sous le nom de « paranucléole », un corpuscule ordinairement en forme de croissant, qu'il avait fréquemment vu dans le cytoplasma accolé par sa partie concave à la face externe du noyau. Le paranucléole avait été retrouvé par divers observateurs et en particulier par M. Zimmermann, qui avait donné à cette formation le nom de « Sichelstadium » du noyau, faisant ainsi allusion à la forme de faucille que prend ordinairement le paranucléole. Pour M. Humphrey (1), ce

(1) A. Zimmermann : *Sammel-Referate*, etc. (Beihefte zum botanischen Centralblatt, III, p. 206, 321, 401, 1893).

(2) Stock : *Ein Beitrag zur Kenntniss der Proteinkrystalle* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VI, p. 213-236, mit Tafel I, 1892).

corpuscule ne serait qu'un produit artificiel résultant de l'action du liquide fixateur et les raisons qu'il en donne sont suffisamment démonstratives pour convaincre M. Strasbürger (2) lui-même.

M. Schwarz avait trouvé, à la suite d'un grand nombre de mensurations, que les plus gros noyaux et nucléoles ne se rencontrent pas dans le méristème, mais dans les cellules en voie d'active croissance qui ont cessé de se multiplier et qui sont placées dans le voisinage. M. Rosen (3) a conclu de ses recherches sur la racine de la Jacinthe, tout au contraire, que les noyaux les plus volumineux sont dans les cellules du méristème. Il ne donne d'ailleurs pas de résultats de mensurations. M. Zacharias (4), après de nouvelles observations, se range à l'avis de M. Schwarz. Il y aurait, d'après cet auteur, une sorte de parallélisme entre l'accroissement de la cellule et celui du noyau. Ce parallélisme serait tout à fait frappant dans l'endosperme du Ricin en germination, dont les cellules s'accroissent sans se multiplier. M. Zacharias estime, comme M. Schwarz, que la croissance du noyau et du nucléole résulte non d'une absorption d'eau, mais d'un accroissement de la substance nucléaire. Dans les cellules qui ont cessé de s'accroître et qui ne se divisent plus, le noyau et les nucléoles, après avoir atteint un volume optimum, prendraient peu à peu des dimensions plus petites et leur dégénérescence porterait d'abord sur le nucléole. L'auteur ne pense pas que la dégénérescence du noyau aille jusqu'à sa disparition complète dans les tubes criblés, tout au moins dans ceux des *Cucurbita*.

Divers auteurs, parmi lesquels von Wille, Hangsgirg, Zacharias, ont décrit dans les cellules de plusieurs espèces de *Tylothrix* (Cyanophycées) un noyau volumineux qui occuperait la partie moyenne de la cellule et qui, par son absence de coloration, se distinguerait nettement du protoplasme pariétal, plus ou moins coloré en bleu vert. Le noyau renfermerait plusieurs nucléoles. Des recherches de M. H. Zukal (5), il résulte que la substance fondamentale de ce prétendu noyau est en réalité de la matière plasmique et que les nucléoles sont les vrais noyaux. Dès lors, d'après cet auteur, la cellule des Cyano-

(1) J. E. Humphrey : *Nucleolen und Centrosomen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII, Heft V, p. 108-117, mit Tafel VI, 1894).

(2) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 28, p. 151-204, mit Tafeln, II, III, 1895).

(3) F. Rosen : *Neueres über die Chromatophilie der Zellkerne* (Schlesische Gesellschaft vaterländische Cultur, Zool.-botan. Section, 15 Februar, 1894).

(4) E. Zacharias : *Ueber Beziehungen des Zellenwachsthums zur Beschaffenheit des Zellkerns* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII, Heft V, p. 103-108, 1894).

(5) H. Zuckal : *Ueber den Zellinhalt der Schizophyten* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 10, p. 51-55, 1892).

phycées doit être considérée comme renfermant une couche de protoplasma pariétal imprégné d'une matière colorante spécifique, entourant une masse de protoplasma incolore au sein de laquelle se trouvent de nombreux noyaux. L'auteur a constaté que dans les Bactéries on trouve un, deux ou parfois même un assez grand nombre de noyaux; le nombre en est variable avec les espèces ou même les individus. Ce sont les noyaux qui serviraient de point de départ à la formation des spores, chacun d'eux s'entourant d'un peu de protoplasma et d'une membrane.

La démonstration du noyau dans les grains de pollen et autres objets peu transparents est parfois très difficile. M. A. Meyer (1) a obtenu de bons résultats de l'emploi d'un réactif qu'il appelle *Chloral-carmin* et dont la préparation est la suivante : On fait bouillir au bain-marie, dans un ballon, pendant vingt minutes, un mélange de 20 ^{ct} d'alcool, 30 gouttes d'acide chlorhydrique et 0 gr. 15 de carmin. On ajoute ensuite 25 gr. d'hydrate de chloral; on laisse refroidir et on filtre. Une goutte de réactif placée sur le porte-objet reçoit les grains de pollen ; on place à côté un cheveu, puis on recouvre d'une lamelle. Après dix minutes, le noyau a pris une coloration rouge très intense qui, malheureusement, pâlit peu à peu.

Le noyau à l'état de division. — On sait que pendant la première phase de division du noyau, la charpente chromatique se transforme en un certain nombre de bâtonnets auxquels M. Waldeyer a donné le nom de « chromosomes », généralemeut adopté aujourd'hui.

Un des phénomènes karyokinétiques des végétaux les plus importants mis en évidence, surtout par les travaux de MM. Strasbürger et Guignard, consiste dans la fixité du nombre des chromosomes dans une espèce donnée. M. Guignard (2) admet que cette fixité n'est peut-être que relative en ce qui concerne les noyaux végétatifs, mais qu'elle est absolue dans les noyaux sexuels. Il a toujours compté douze chromosomes dans les noyaux générateurs mâles de *Lilium*, de *Fritillaria* et de *Tulipa* ainsi que dans le noyau de l'oosphère de divers *Lilium*. Il a constaté qu'il y a égalité entre le nombre des chromosomes des deux noyaux générateurs mâle et femelle d'une même espèce.

De nouvelles études ont, en outre, permis à M. Guignard de confirmer ses observations antérieures sur la réduction de moitié que présente le nombre des chromosomes dans les noyaux des cellules-mères sexuelles au moment de leur division. Dans le sac pollinique comme dans le nucelle, c'est toujours au moment de la première bipartition du noyau de la première cellule-mère définitive du pollen ou du noyau du sac embryonnaire, que le nombre des chromosomes se réduit exactement

(1) A. Meyer : *Chloralkarmin zur Färbung der Zellkerne der Pollenkörner* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft (Bd. IX, p. 363, 1892).

(2) L. Guignard : *Nouvelles études sur la fécondation* (Annales des Sciences naturelles, Botanique, 7e série, T. XIV, p. 163-296, pl. IX à XVIII).

et brusquement à la moitié de celui que présentent les noyaux des tissus qui produisent les cellules-mères.

M. Guignard a constaté que les deux tétrades de noyaux issues du noyau primaire du sac embryonnaire présentent, dans le *Lilium*, au point de vue du nombre des chromosomes, une différenciation curieuse. Peu de temps après la première bipartition du noyau primaire, le noyau inférieur renferme non plus douze bâtonnets chromatiques, comme le noyau primaire, mais ordinairement de seize à vingt. Une nouvelle augmentation de nombre se manifeste au moment de la seconde division, qui donne les trois antipodes et le noyau polaire inférieur; on compte alors dans les plaques nucléaires de vingt à vingt-quatre chromosomes. Le nombre des chromosomes reste toujours égal à douze dans le noyau supérieur et ses dérivés, oosphère, synergides et noyau polaire supérieur. Le noyau secondaire du sac qui provient de la fusion des deux noyaux polaires présente, au moment de sa première division, un nombre de chromosomes qui peut dépasser quarante. Dans les noyaux de l'albumen dérivés du noyau secondaire, le nombre des chromosomes varie, tout en restant d'ordinaire, surtout au début, plus élevé que dans les noyaux végétatifs. D'ailleurs, en dehors des variations dans le nombre des chromosomes, les phénomènes morphologiques de la karyokinèse sont, dans le sac embryonnaire, absolument constants.

D'après M. Overton (1), les noyaux des cellules-mères sexuelles des Gymnospermes présentent aussi, au moment de leur première division, une réduction de moitié du nombre de leurs chromosomes.

Pour M. Dixon (2) la réduction de moitié existe déjà dans les cellules de l'endosperme du *Pinus silvestris*; elle aurait par conséquent commencé dans la cellule-mère du sac embryonnaire.

M. Strasbürger (3) a vu que dans l'*Osmunda regalis*, les noyaux de cellules-mères des spores renferment douze chromosomes et que ce nombre persiste dans les cellules du prothalle et dans les cellules sexuelles. Les noyaux de la plante feuillée renferment au contraire vingt-quatre chromosomes. Il en résulte que chez les Fougères, le nombre des chromosomes est deux fois moindre dans le stade sexué que dans le stade asexué.

M. J. Bretland (4) a trouvé que dans une Hépatique, le *Pallavacinia decipiens*, on observe aussi dans le stade asexué deux fois plus de chromosomes que dans le stade sexué.

(1) E. Overton: *On the Reduction of the Chromosomes in the Nuclei of Plants* (Annals of Botany, Vol. VII, p. 139-143, 1893).

(2) H. Dixon : *Fertilization of Pinus silvestris* (Annals of Botany, Vol. VIII, p. 21-34, with Plate III, IV, V, 1894).

(3) E. Strasbürger : *Periodische Reduktion der Chromosomenzahl* (Biologisches Centralblatt, Bd. 14, n°s 23 et 24, 1894).

(4) J. Bretland Farmer: *Studies in Hepaticae : On Pallavacinia decipiens* (Annals of Botany, Vol. VIII, p. 35-52, with Plate VI, VII, 1894).

Enfin, les observations de M. Rosen (1) montrent que les noyaux des cellules-mères des spores du *Psilotum triquetrum* renferment deux fois moins de chromosomes que les noyaux végétatifs.

En résumé, le nombre des chromosomes qui peut être sujet à de légères variations dans les cellules végétatives, est constant pour une espèce donnée dans les cellules-mères reproductrices sexuelles, et sans doute aussi dans les cellules-mères de spores. Une réduction de moitié dans le nombre des chromosomes s'observe dans les cellules-mères reproductrices des Phanérogames et des Cryptogames, et aussi dans les cellules-mères des spores des Cryptogames.

De la constance du nombre des chromosomes, beaucoup de cytologues ont conclu à l'indépendance de ces formations dans les noyaux au repos et leur ont attribué ainsi une véritable individualité. MM. Boveri, Rabl, Waldeyer, Van Gelüchter, etc., parmi les zoologistes, pensent même que les chromosomes pourraient être libres dans le noyau au repos et M. Strasbürger a conclu, après plusieurs années de recherches sur des cellules-mères de pollen et sur des cellules d'albumen, à la présence de chromosomes distincts dans les noyaux des cellules végétales au repos. Pour d'autres cytologues, comme M. Zacharias, les chromosomes se soudent, au repos, en un filament continu.

M. Guignard (2) se demande si la théorie de l'individualité des chromosomes est compatible avec les variations dans le nombre de ces éléments qu'il a observées, soit dans les cellules-mères polliniques, soit surtout dans le sac embryonnaire. M. O. Hertwig (3) se demande aussi comment, dans l'*Ascaris*, l'individualité des chromosomes pourrait se conserver pendant les changements morphologiques du noyau, où l'on voit, suivant l'âge, tantôt un réseau à mailles délicates, tantôt de grosses granulations, tantôt enfin un réticulum à grosses mailles. Le spermatozoïde du *Salamandra maculata* apparaît comme une substance compacte et homogène ; peut-on admettre, dit encore M. O. Hertwig, qu'il est formé de douze segments indépendants quand on n'en aperçoit aucune trace ? Cette dernière observation est, d'après M. Guignard, entièrement applicable à l'anthérozoïde des Cryptogames vasculaires, dans lequel il est impossible de reconnaître une structure différenciée. Lorsque l'anthérozoïde du *Pilularia globulifera* a pénétré dans l'archégone, il se transforme, dit ce botaniste, en un petit amas chromatique où l'on commence par apercevoir des granulations distinctes, puis des segments courts et libres qui se confondent avec ceux du noyau femelle. Il paraît difficile, ajoute M. Guignard, de supposer que ces segments préexistaient dans le corps de l'anthérozoïde.

(1) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VIII, p. 225-313, mit Tafeln II, III, IV et 8 fig. dans le texte 1895).

(2) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.

(3) O. Hertwig : *Die Zelle und die Gewebe* (Iéna, 1892).

M. Zimmermann (1) constate que si l'on abandonne le domaine des hypothèses pour s'en tenir à celui des faits, c'est-à-dire à celui des observations exactes, il n'est pas douteux, abstraction faite peut-être de quelques cas particuliers, que le noyau vraiment au repos ne présente jamais une charpente chromatique formée d'un filament continu ou de chromosomes distincts.

Nous avons vu, en effet, plus haut, que de l'ensemble des observations faites jusqu'à ce jour il paraît résulter que, sauf dans quelques cas spéciaux, celui des anthérozoïdes, par exemple, la charpente chromatique du noyau au repos présente l'apparence de granulations chromatiques unies ou non par un réticulum de linine.

Du reste, dans un travail plus récent, M. Strasbürger (2), renonçant à l'individualité morphologique des chromosomes, revendique seulement pour eux l'individualité physiologique. « Bien que, dit ce botaniste, le noyau au repos présente un réseau filamenteux continu, on doit admettre que les chromosomes n'ont pas perdu pour cela leur individualité physiologique. Quand on a sous les yeux les étapes successives de la division des noyaux dans la couche protoplasmique pariétale du sac embryonnaire, on ne saurait repousser cette impression que ce sont toujours les mêmes chromosomes qui se séparent des noyaux au repos. »

M. Rosen (3) est disposé à adopter la théorie de l'individualité physiologique des chromosomes.

On conçoit que cette théorie est aussi difficile à démontrer qu'à réfuter.

En dehors des partisans, rares aujourd'hui, de l'individualité morphologique des chromosomes, beaucoup de cytologues, parmi lesquels M. Guignard (4), admettent que dans la plupart des cas la charpente chromatique du noyau ne donne pas directement naissance aux chromosomes, mais d'abord à un filament unique et continu, le filament nucléaire ou chromatique qui, par sa fragmentation, produirait les chromosomes. M. Rosen (5) a pu suivre, dans la racine de Jacinthe, la transformation du réseau chromatique en filament nucléaire. Quatre figures schématiques reproduites ci-dessous (fig. 4 à 7), accompa-

(1) A. Zimmermann : *Sammel-Referate aus dem Gesamtgebiete der Zellenlehre* (Beihefte zum botanischen Centralblatt, Jahrgang III, p. 206, 321, 401, 1893).

(2) Strasbürger : *Ueber periodische Reduction der Chromosomzahl im Entwicklungsgang der Organismen* (Biologisches Centralblatt, 1894).

(3) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VII, p. 225-313, mit Talfen II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

(4) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc., p. 174.

(5) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen*, etc.

gnent sa description et représentent, d'après lui, les phases principales de cette transformation.

M. Pfitzer a depuis longtemps émis l'opinion qne les chromosomes consistent en granulations isolées de chromatine incluses dans une substance fondamentale peu colorable. C'est aussi l'avis de M. Strasbürger, qui a appelé linine la substance unissante fondamentale. M. Rosen (1) admet, comme les deux auteurs précédents, qu'une

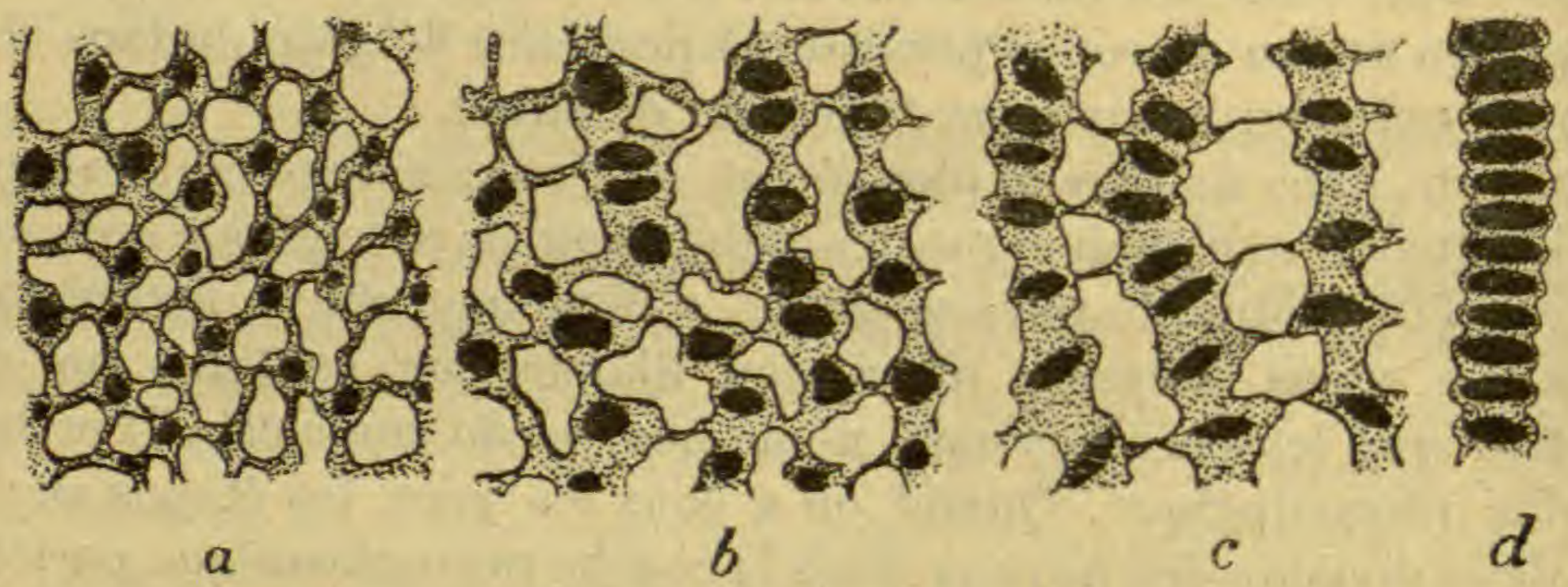


Fig. 4 à 7. — *a*, *b*, *c*, *d*, phases successives de la transformation de la charpente chromatique du noyau en un filament nucléaire. Schéma d'après Rosen.

mince zone de linine sépare toujours les unes des autres les granulations chromatiques et qu'un même enduit de linine recouvre même les faces latérales des chromosomes.

Les nouvelles recherches de M. Guignard (2), confirmant ses observations plus anciennes, lui ont montré, au contraire, que les granulations chromatiques distinctes encore au stade du filament nucléaire, se fusionnent ensuite complètement, de telle sorte que les chromosomes paraissent être formés d'une substance homogène analogue à la chromatine. Les granulations s'isolent de nouveau en même temps que la substance unissante reparaît, à la fin de la karyokinèse.

Les recherches de M. A. Zimmermann (3), en particulier sur les cellules de l'extrémité de la racine de la Fève, confirment celles de M. Guignard.

A la suite d'observations sur les cellules-mères polliniques de divers *Larix*, M. Belajeff (4) arrive à des conclusions analogues.

(1) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd, VII, p. 225–313, mit Tafeln II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

(2) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.

(3) A. Zimmermann : *Sammel-Referate aus dem Gesammtgebiete der Zellenlehre* (Beihefte zum botanischen Centralblatt, Jahrgang III, p. 206, 321. 401, 1893).

(4) Wl. Belajeff : *Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen* (Flora Ergänzungsband, 1894, p. 430-442, mit Tafeln XII et XIII).

On sait que pendant la karyokinèse les chromosomes se dédoublent longitudinalement dans le plan de la plaque nucléaire; les chromosomes-sœurs se portent ensuite vers les pôles correspondants pour y former les nouveaux noyaux. MM. Strasbürger et Guignard ont montré que, dans le *Lilium*, ce dédoublement commence déjà à se dessiner dès le stade du peloton nucléaire. M. Belajeff confirme sous ce rapport les observations de ces deux botanistes, mais le schéma de la division finale des chromosomes tels que l'ont donné MM. Strasbürger et Guignard ne paraît pas à M. Belajeff (1) conforme à la réalité.

Dans les cellules-mères polliniques du *Lilium Martagon*, les douze bâtonnets chromatiques qui forment la plaque nucléaire prennent une direction radiale, une de leurs extrémités étant liée aux fils du fuseau, et l'autre étant tournée vers la périphérie de la plaque. Le dédoublement longitudinal de chaque chromosome est déjà apparent au moment de la constitution de la plaque nucléaire. Voici en quels termes M. Guignard (2) décrit le mécanisme de leur division définitive : « La scission longitudinale de chacun des douze segments, ou plutôt la séparation de leurs deux moitiés, se manifeste d'abord à leur extrémité la plus rapprochée du centre. Au fur et à mesure que ces moitiés ou segments secondaires s'isolent les uns des autres, on les voit prendre la forme de V ou d'U, dont le nombre est égal dans chaque groupe à celui des segments primaires et peut être apprécié exactement, soit qu'on les observe de profil, soit qu'on les regarde par le pôle. » (fig. 8 à 10).

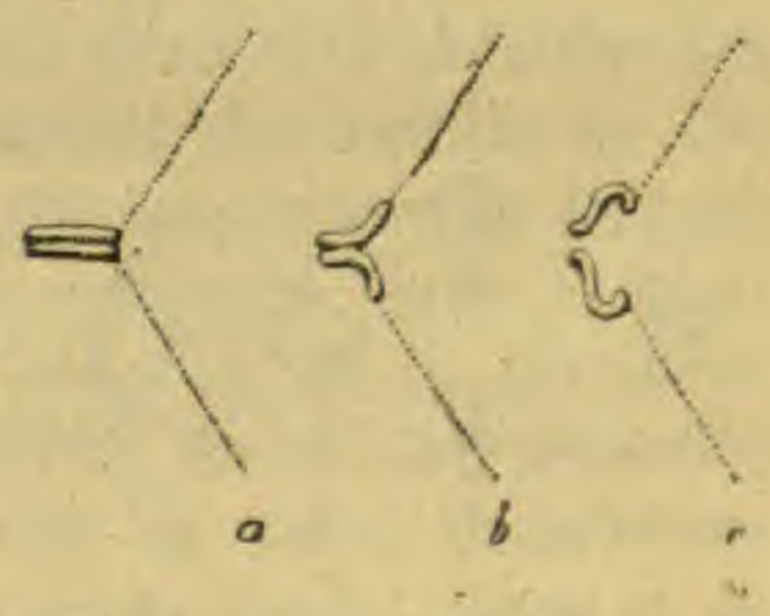


Fig. 8 à 10. — *a*, *b*, *c*, trois stades successifs de la division des chromosomes, d'après Strasbürger et Guignard. Schéma. Dans les trois figures les chromosomes sont vus de profil.

D'après M. Belajeff, les deux segments secondaires longitudinaux dans lesquels chaque chromosome est déjà dédoublé au moment de la formation de la plaque ne sont pas distincts dans toute leur étendue, mais restent unis par leur bout centripète. Ils représentent une sorte de V dont la pointe est fixée aux filaments polaires et dont les bras, rapprochés au point d'être en contact l'un avec l'autre (fig. 11 à 15), sont tournés vers la périphérie. Les deux bras de chaque V sont placés de part et d'autre des filaments polaires correspondants, leur plan de séparation coïncidant avec le plan même de ces filaments. MM. Strasbürger et Guignard admettaient au contraire que les deux segments secondaires se superposent de façon à se tourner vers les pôles, leur plan de séparation coïncidant avec le plan de la plaque équatoriale.

Les deux bras du V présenteraient alors dans le plan de la plaque

(1) Wl. Belajeff : *Zur Kenntniss*, etc.
(2) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.

un dédoublement longitudinal progressif commençant à leur bout centripète, c'est-à-dire au sommet du V et gagnant peu à peu leurs extrémités périphériques. Ce dédoublement aurait pour résultat de diviser chacun des V primaires de la plaque en deux V secondaires superposés, c'est-à-dire tournés vers les pôles du fuseau.

Sous l'influence de la contraction des filaments polaires fixés à leur sommet, les deux V secondaires se sépareraient graduellement et se porteraient vers les pôles, chacun d'eux ayant dans ce mouvement son sommet dirigé vers le pôle correspondant et ses deux bras tournés vers la plaque nucléaire.

Au début de la séparation, chaque masse chromatique, considérée dans son ensemble et abstraction faite de ses divisions, présente, vue de profil, la forme d'un T à long bras horizontal (fig. 11 à 15, *a*), vue de face, celle d'une sorte de croix à bras courts et peu distincts (fig. 11 à 15, *d*). A un stade plus avancé, les deux V secondaires écartant leurs bras à mesure qu'ils se séparent, chaque masse chromatique, vue de face, présente l'apparence d'une sorte de rhombe (fig. 11 à 15, *e*).

En résumé, le processus de la fragmentation des chromosomes dans les cellules mères polliniques du *Lilium*, tel que le conçoit M. Belajeff, diffère de celui qui a été décrit par MM. Strasbürger et Guignard par les points suivants : 1° les deux segments secondaires que présente chaque masse chromatique au moment de la constitution de la plaque, au lieu de se séparer complètement restent unis par leur extrémité fixée aux filaments du fuseau nucléaire et au lieu de s'orienter vers les pôles se disposent de part et d'autre de ces filaments; 2° les chromosomes secondaires résultent, non de la séparation définitive des deux segments secondaires, mais d'un dédoublement longitudinal de ces segments dans le plan de la plaque nucléaire, chaque segment fournissant un bras à chacun des deux chromosomes secondaires.

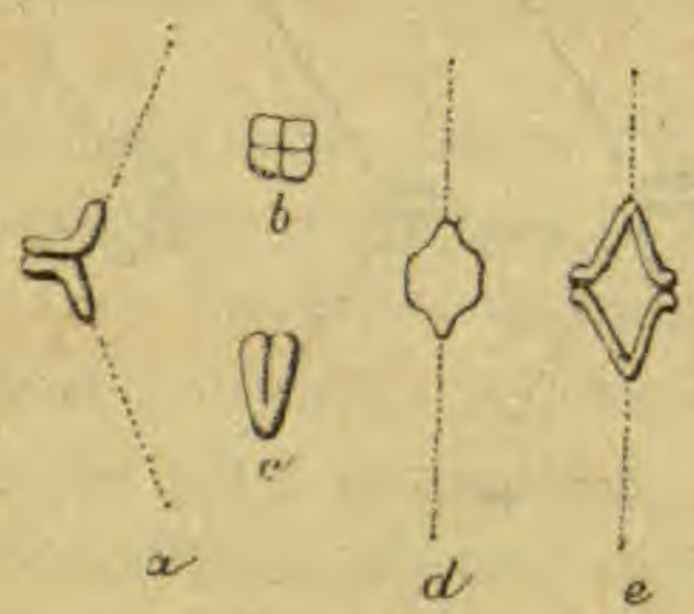


Fig. 11-15. — *d*, un chromosome primaire en V vu de l'un des pôles : *b*, bout périphérique d'un chromosome primaire après la 2e fragmentation longitudinale ; *b*, une masse chromatique vue de face, abstraction faite de ses divisions, au début de la séparation des chromosomes secondaires (stade de la croix); *a*, *c*, stades plus avancés : en *a*, les chromosomes secondaires sont vus de profil; en *e*, de face. D'après Belajeff. Schéma.

Les chromosomes secondaires ne proviendraient donc pas d'une simple fragmentation longitudinale des chromosomes primaires suivant le plan de la plaque nucléaire, mais de deux fragmentations successives, dont la première dans le plan des filaments polaires et la seconde dans le plan de la plaque; cette dernière seule serait suivie d'une séparation définitive. La forme en V ou en U que présentent

après leur séparation les deux chromosomes secondaires serait originelle et non acquise.

Dans les cellules mères polliniques de *Larix* étudiées aussi par M. Belajeff, les chromosomes présentent, vus de face, au moment de la constitution de la plaque, l'apparence d'une croix, dont les deux grands bras se dirigent vers les pôles et dont les deux autres sont dans le plan équatorial du fuseau. Ces derniers se dédoublent longitudinalement dans le plan de la plaque, à partir du point de rencontre des quatre bras de la croix, lorsque les filaments polaires commençant à se contracter tirent sur les grands bras de la croix. Au moment de leur séparation les chromosomes secondaires forment comme dans le Lis une figure rhombique.

Dans la Fritillaire, les chromosomes présentent au début de la formation de la plaque, la forme d'un V, d'un Y ou d'un X, avec deux bras courts et deux longs. Chaque chromosome se fixe toujours aux filaments polaires par le point de rencontre de ses bras, quel que soit le nombre de ceux-ci. Lorsque les chromosomes sont en V ou en Y la formation des chromosomes secondaires s'effectue comme dans le Lis; lorsqu'ils sont en X, elle se produit comme dans le *Larix*, deux des bras, les plus courts ici, s'orientant dans la direction des filaments polaires, les deux autres, se plaçant dans le plan équatorial du fuseau, et l'X devenant ainsi en définitive une croix. On voit donc que le dédoublement définitif des chromosomes se produit toujours dans le plan de la plaque, c'est-à-dire perpendiculairement au plan de la première segmentation des chromosomes, lorsque toutefois ils en ont présenté une. Dans tous les cas, les chromosomes, vus de face, présentent successivement pendant ce dédoublement, le stade de la croix et le stade du rhombe.

M. Belajeff estime que le processus de la division des chromosomes présenté par le *Lilium*, le *Larix* et la Fritillaire n'est pas propre à ces trois espèces; il l'a observé aussi dans des tissus variés appartenant à d'autres plantes supérieures et même à des végétaux inférieurs. Il se demande si on ne le retrouverait pas en réalité dans tout le règne végétal.

M. Farmer (1) qui a étudié, après M. Belajeff, les diverses circonstances de la fragmentation des chromosomes dans les cellules mères polliniques du Lis, confirme les assertions de ce botaniste. Il pense que les particularités qu'elle présente sont en rapport avec la réduction du nombre des chromosomes qui se produit dans le noyau primaire de ces cellules.

(1) J. Bretland : *Ueber Kerntheilung in Lilium-Antheren besonders in Bezug auf die Centrosomfrage* (Flora, Bd. 80, p. 56-67, mit Tafeln II, III 1895).

M. Strasbürger (1) considère aussi comme exactes les observations de M Belajeff et appelle l'attention sur ce fait, d'après lui, insuffisamment mis en évidence par M. Belajeff, que dans les cellules mères polliniques du Lis, les chromosomes des deux noyaux secondaires résultent de deux fragmentations successives des chromosomes du noyau primaire, la deuxième fragmentation se produisant dans un plan perpendiculaire à celui de la première, et seule étant suivie d'une séparation définitive. M. Strasbürger admet que ce processus se reproduit dans les cellules mères polliniques des Liliacés qu'il a pu examiner et sans doute aussi dans celles du *Larix* et du *Cycas*. Peut-être même, ajoute-t-il, est-ce le mode habituel de division des chrosomomes dans les noyaux des cellules mères de pollen, dans le noyau primaire du sac embryonnaire, dans les noyaux des cellules mères de spores, dans tous les noyaux enfin où s'observe au moment de la karyokinèse une réduction de moitié dans le nombre des chromosomes. La réduction pourrait provenir de ce qu'une seule des deux fragmentations longitudinales des chromosomes primaires devient définitive. En tout cas, les faits signalés par M. Belajeff rendraient cette réduction plus compréhensible.

M. Strasbürger avait constaté depuis longtemps que pendant la division des deux noyaux secondaires des cellules mères de pollen, il ne se produit pas de dédoublement longitudinal des chromosomes. mais une simple bipartition transversale. Il fait remarquer aujourd'hui que les chromosomes des noyaux secondaires, avant leur bipartition alors qu'ils sont disposés en plaque équatoriale. sont en forme de V et fixés par leur sommet aux filaments du fuseau, et qu'ils rappellent dès lors absolument les chromosomes qui ont servi à former ces noyaux Il est d'autant plus porté à admettre que ce sont en réalité les mêmes chromosomes que les noyaux secondaires entrent en division sans passer par une phase de repos. Le deuxième dédoublement longitudinal des chromosomes primaires pourrait alors, d'après M. Strasbürger, être en quelque sorte rapporté à la division des noyaux secondaires, et les faits signalés par M. Belajeff ne s'éloigneraient pas sensiblement des phénomènes habituels de la karyokinèse.

M. Strasbürger estime en outre que ces faits jettent une lumière nouvelle sur les particularités demeurées jusqu'ici peu explicables que présente, d'après M. Farmer (2), la division du noyau dans les cellules mères des spores d'une Hépatique, le *Pallavacinia decipiens*. Dans ces cellules, on voit les quatre chromosomes du noyau primaire présenter successivement deux dédoublements définitifs qui aboutissent à la

(1) Strasbürger : *Karyokinetische Probleme* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 27, p. 151-204, mit Tafeln II, III, 1895).

(2) J. Bretland Farmer : *Studies in Hepaticae. On Pallavacinia decipiens* (Annals of Botany, vol. VIII, p. 35-51, 2 pl., 1894).

formation de quatre amas de quatre chromosomes; autour de chaque amas se constitue une spore.

Des recherches nouvelles montreront seules si la théorie de M. Strasbürger, qui explique d'une façon ingénieuse la réduction de moitié que présente à un moment donné le nombre des chromosomes, dans les noyaux reproducteurs sexuels ou asexués, peut être définitivement acceptée. M. Belajeff, en effet, pense que le processus qu'il a décrit dans les cellules mères polliniques du *Lilium*, du *Larix* et du *Fritillaria* peut s'observer aussi dans les cellules du sac embryonnaire où, ainsi que l'a montré M. Guignard, le nombre des chromosomes tend à redevenir normal.

On admet généralement que dans les cellules animales le fuseau nucléaire est constitué par deux sortes de filaments, les uns périphériques, plus robustes, fixés aux chromosomes, les autres centraux, étendus d'un pôle à l'autre sans interruption, et beaucoup plus fins.

Pour M. Strasbürger (1), il n'est pas douteux que le fuseau nucléaire des cellules végétales doive présenter la même constitution.

M. Guignard (2) est du même avis. D'après ce botaniste, le fuseau serait à l'origine formé de filaments semblables. tous également fins, mais pendant la constitution de la plaque nucléaire les filaments périphériques se fusionneraient par petits groupes, de façon à donner naissance. de chaque côté du fuseau, à autant de gros filaments que la plaque présenterait de chromosomes. L'action ménagée de l'acide chlorhydrique étendu montre que les gros filaments ne sont que des faisceaux de filaments fins.

L'origine des filaments nucléaires est très controversée. M. Flemming les considère comme formés surtout par la linine de la charpente chromatique à laquelle s'ajoute plus tard la substance de la membrane du noyau. MM. Rabl, O. Hertwig, Zacharias, etc., lui attribuent aussi une origine principalement nucléaire. MM. Hermann, Strasbürger (3), Guignard (4), etc., les jugent plutôt d'origine protoplasmique. M. Strasbürger, toutefois, a paru admettre dans ces derniers temps que les nucléoles contribueraient tout au moins à la croissance des filaments périphériques. Il signale à l'appui de cette opinion l'existence sur ces filaments pendant ou après la disparition des nucléoles de granulations qui réagissent vis-à-vis des colorants de la même façon que les nucléoles.

Pour des raisons analogues, M. Rosen (5) est disposé à adopter cette manière de voir.

(1) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme*, etc.
(2) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.
(3) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme*, etc.
(4) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.
(5) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. V, p. 443-459, mit Tafel XVI, 1892).

Nous ferons remarquer toutefois que M. Rosen dit que ces granulations sont peu colorables. Les nucléoles absorbent au contraire fortement les matières colorantes. Il y a là, ce nous semble, une légère contradiction.

M. Belajeff (2) a étudié en détail le développement des filaments achromatiques du fuseau dans les cellules mères polliniques du *Larix*. Au début de la karyokinèse, les chromosomes devenus distincts dans la cavité du noyau se montrent unis entre eux et avec les nucléoles par de fins filaments. En même temps un réseau épais de filaments apparaît dans le protoplasme périnucléaire. D'autres filaments se développent ensuite entre le réseau protoplasmique et le réseau nucléaire et les mettent en communication. Lorsque la membrane du noyau a disparu il devient impossible de distinguer l'un de l'autre ces divers réseaux; ils forment alors au centre de la cellule un réseau unique très apparent au milieu duquel se trouvent les chromosomes et qui ne présente d'abord aucune forme, aucun arrangement spécial.

Plus tard, certains filaments du réseau tangents à son contour externe et paraissant fixés par une de leurs extrémités à la paroi interne de la membrane cellulaire, commencent à se contracter, la traction exercée par ces filaments sur le système lui donne peu à peu une forme polyédrique et comme ces filaments s'entrecroisent plus ou moins, ils donnent naissance à un certain nombre de centres de traction qui coïncident avec les sommets du polyédre. Ces centres de traction deviennent par la suite de moins en moins nombreux, de telle sorte que la masse achromatique du noyau qui avait été d'abord multipolaire puis 4-polaire, puis 3-polaire, devient en définitive bi-polaire, comme s'il y avait eu fusion successive des centres de traction. Pendant ces changements de forme du réseau les filaments qui avaient d'abord été granuleux sont devenus lisses. Certains d'entr'eux se fusionnent par petits groupes pour donner des filaments épais.

On voit donc que, d'après M. Belajeff, les filaments achromatiques du fuseau seraient les uns d'origine nucléaire, les autres d'origine protoplasmique. C'est en prenant appui sur la membrane cellulaire que certains filaments du réseau nucléo-protoplasmique, en se contractant successivement, donneraient à ce réseau d'abord informe, l'apparence d'un polyèdre dont le nombre des pôles irait en se réduisant jusqu'à devenir égal à deux.

M. Belajeff se demande si les figures quadri et tripolaires observées par un grand nombre de botanistes et de zoologisies, au lieu de n'être que des déviations au type normal, ne représenteraient pas en réalité un stade intermédiaire constant entre le réseau achromatique non différencié et le fuseau terminal.

(2) Wl. Belajeff : *Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen* (Flora Ergänzungsband, 1894, p. 430-442, mit Tafeln XII et XIII).

D'après l'opinion courante, les nucléoles ne s'observeraient généralement pas pendant la karyokinèse. Ils commenceraient à se résorber dès le début de la division du noyau et leur résorption serait d'ordinaire complète après la disparition de la membrane nucléaire ou suivrait de peu leur entrée dans le cytoplasme.

Les observations de M. Zimmermann (1) montrent que la persistance des nucléoles dans le protoplasma cellulaire pendant la division du noyau n'est pas un phénomène aussi rare qu'on le supposait. Il a constaté que souvent, après la constitution du fuseau, on trouve dans le cytoplasme des corps qui se comportent vis-à-vis des réactifs colorants de la même façon que les nucléoles. Comme ils n'apparaissent dans le cytoplasme qu'après la résorption de la membrane nucléaire et qu'ils en disparaissent quand les nucléoles se montrent dans les nouveaux noyaux, il paraît rationnel de supposer qu'il existe un lien génétique entre ces corps et les nucléoles. D'ailleurs, M. Zimmermann a trouvé dans le cytoplasme des nucléoles encore intacts et en particulier d'une façon constante dans le tissu sporogène du *Psilotum triquetrum*.

M. Humphrey (2), observant à son tour les jeunes sporanges du *Psilotum*, conclut au contraire que, dans ces organes, la persistance des nucléoles, au lieu d'être la règle, ne peut être considérée que comme une exception.

Les observations de MM. Karsten (3), Guignard (4), Rosen (5), confirment celles de M. Zimmermann en ce qui concerne le tissu sporogène du *Psilotum*.

M. Farmer (6) a signalé aussi la persistance plus ou moins complète des nucléoles pendant la karyokinèse dans les cellules mères polliniques du *Lilium Martagon*.

Toutefois, M. Zimmermann paraît avoir donné trop de généralité au phénomène de la persistance des nucléoles, lorsqu'il met la formule : *Omnis nucleus e nucleola* en parallèle avec l'adage : *Omnis nucleus e nucleo*.

En effet, M. Guignard rappelle que « dans nombre de cas dûment

(1) A. Zimmermann : *Ueber das Verhalten der Nucleolen während der Karyokinese* (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzellen, Bd. II, Heftt, 35 p., 2 pl. Tübingen, 1893).

(2) J. E. Humphrey : *Nucleolen und Centrosomen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 12, Heft. 5, p. 108-117, 1 pl., 1894).

(3) G. Karsten : *Ueber Beziehungen der Nucleolen zu der Centrosomen bei Psilotum triquetrum* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, B. 11, p. 555-562, 1 pl , 1893).

(4) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.

(5) Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzellen* (Cohn's Beiträge, etc. Bd. 7, p. 225 3313, mit Tafeln. II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

(6) J. Bretland Farmer : *On nuclear division of in the Pollen-mother-cells of Li.ium Martagon* (Annals of Botany, Vol, 7, p. 392-969, 2 fig., 1893).

constatés les nucléoles disparaissent par résorption totale au cours de la karyokinèse ».

D'autre part, M. Belajeff (1) a toujours vu dans les exemples qu'il a étudiés (*Larix*, *Lilium*, *Fritillaria*, etc.), les nucléoles disparaître complètement en tant qu'éléments figurés après la disparition de la membrane nucléaire. Il admet que cette disparition est due à l'influence de substances qui ont pénétré avec le protoplasme dans la cavité du noyau. Lorsque le suc nucléaire s'est mélangé au cytoplasme les nucléoles peuvent reparaître sous forme de granulations réagissant comme eux vis-à-vis de la safranine. Plus tard, au moment où commencent à se former les noyaux secondaires, ceux-ci attirant à eux le suc nucléaire, les granulations nucléolaires sont de nouveau complètement dissoutes par le cytoplasme, la substance des nucléoles passe alors dans le suc nucléaire des noyaux secondaires qui les rend de nouveau insolubles et par conséquent apparents. On voit que d'après M. Belajeff les diverses manières d'être des nucléoles pendant la karyokinèse, peuvent s'expliquer par leur solubilité dans le cytoplasme et leur insolubilité dans le suc nucléaire.

Enfin M. Rosen estime que dans certains cas tout au moins, les granulations à réactions nucléolaires que l'on trouve souvent dans le cytoplasme, peuvent être dues à une action coagulatrice exercée sur la matière nucléolaire dissoute par les liquides fixateurs.

(1) Wl. Belajeff : *Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen* (Flora, Ergänzungsband, 1894, p. 430-442, mit Tafeln XII, XIII).

(*A suivre*)

A. Prunet.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES MUSCINÉES

DEPUIS LE 1er JANVIER 1889 JUSQU'AU 1er JANVIER 1895 (*Suite*)

II. Ouvrages de Bryologie descriptive

1° Mousses

1° *Hypnum*. — Des feuilles accessoires sont indiquées par M. Hagen (1) sur des exemplaires de *Hypnum molle* de la Norwège.

M. Culmann (2) reproche à M. Sanio d'avoir confondu le *Hypnum lycopodioides* et le *H. Wilsoni*. En effet, de l'examen d'échantillons authentiques, l'auteur conclut que le *H. aduncum* δ *molle* α *Wilsoni* Sanio *non* Schmp. est le *Hypnum lycopodioides* de Schwægrichen. Quant aux *H. lycopodioides* et *genuinum* Sanio, ce n'est qu'une variété du *H. vernicosum* qui n'a rien de commun avec le *H. lycopodioides* de Schwægrichen. Il faut avouer après la lecture d'un pareil article que certaines parties de la Bryologie deviennent tout-à-fait inextricables, lorsque certains auteurs ont l'idée d'y mettre un peu de clarté.

M. Amann (3), en comparant le *Hypnum Sauteri* et le *H. fastigiatum* distingués comme espèces par Bruch et Schimper dans le *Synopsis*, trouve que les différences se réduisent à ceci : le *H. Sauteri* ne se distingue que par son facies et sa ténuité; il faut donc en faire une espèce de deuxième ordre subordonnée à la première.

M. du Buysson (4) a publié quelques remarques sur diverses espèces d'*Amblystegium*, pour lesquelles il cite également quelques localités.

(1) J. Hagen : *Sur quelques mousses norwégiennes.* (Revue bryologique, 1881, p. 1).

(2) Culmann : *Note sur les* Hypnum lycopodioides *et* Wilsoni (Rev. bryol. 1894, p. 19).

(3) J. Amann : Hypnum Sauteri *et* H. fastigiatum (Rev. bryol., 1889, p. 11).

(4) R. du Buysson : *Contributions à la Monographie des* Amblystegium *d'Europe.* (Revue bryol., 1894, p. 20).

3° *Eurynchium.* — Une note de M. Grebe (1) tend à démontrer que sous le nom d'*E. Tommasinii* Sendt. v. *fagineum* H. Müll., on confond deux espèces ; l'une d'elles est nouvelle et décrite par l'auteur sous le nom d'*E. germanicum.*

D'après M. Amann (2), l'*Eurynchium diversifolium* serait une espèce que l'on prendrait actuellement en flagrant délit d'évolution : elle proviendrait en quelque sorte de l'*E. strigosum* par la var. *præcox* qui servirait d'intermédiaire. Du reste, le port de ces deux espèces suffirait à les différencier ainsi que le montre l'auteur.

4° *Brachythecium.* — Le même auteur (3) montre que le *B. trachypodium* Brid. diffère peu par son appareil végétatif du *B. velutinum.* Mais on peut trouver de bonnes différences dans la capsule et surtout dans le péristome.

M. Philibert (4) annonce la découverte faite par MM. Hagen et Kaurin du *B. latifolium* à l'état fertile dans les montagnes de Löm, en Norwège. L'étude des capsules lui a montré que cette Mousse est une forme très voisine du *B. rivulare* Bruch, auquel il pourrait être rattaché comme sous-espèce propre aux régions alpines et arctiques.

Le *B. Ryani* est une nouvelle espèce que M. Ryan (5) a découverte dans les montagnes de la Norwège et qui a été décrite par M. Kaurin. M. Ryan fait remarquer que cette Mousse est ordinairement dioïque, mais que toutefois on trouve des anthéridies sur certains pieds fructifiés. Cette intéressante espèce se rapprocherait du *Br. campestre*, dont elle se distingue principalement par son pédicelle rude.

M. Philibert (6) montre, d'autre part, que le *B. Ryani* (par son pédicelle scabre) est au *B. glareosum*, comme le *B. velutinum* est au *B. salicinum* (pédicelle lisse).

5° *Bryhnia.* — M. Kaurin (7) montre que le *Hypnum scabridum* doit être rapporté au genre *Bryhnia*, d'après les caractères tirés de la structure du fruit.

6° *Thyidium* ou *Thuidium* ?. — M. Venturi (8) soulève une question bien vieille déjà, à savoir s'il faut écrire *Thuidium* ainsi que l'a fait

(1) C. Grebe : Eurynchium germanicum *n. sp.* (Hedwigia, 1894, p. 338).
(2) Amann : Eurynchium diversifolium. Br. eur. (Rev. bryol., 1889, p. 91).
(3) Amann : *Note sur le* Brachythecium trachypodium (Revue bryol., 1890).
(4) H. Philibert : *Le* Brachythecium latifolium *fertile.* (Rev. bryol. 1890, p. 19).
(5) E. Ryan : *Nogle Bemaerkungen om* Brachythecium Ryani. (Bot. not. 1889, p. 20).
(6) H. Philibert : *Sur quelques Mousses norwégiennes* (Revue bryol. 1889, p. 59).
(7) C. Kaurin : Bryhnia scabrida. (Bot. Not. 1892).
(8) Venturi : Thyidium *ou* Thuidium. (Revue bryol., 1894, p. 17).

Schimper en suivant la dérivation adoptée pour le mot *Thuia* ou *Thyridium*, comme le veut Lindberg, en se conformant à la rigoureuse dérivation du grec au latin. M. Venturi donne tort à ce dernier, alléguant que l'usage établi veut que l'on suive la glose de Schimper. M. Husnot (1) se range à l'avis de M. Venturi et reconnaît avoir eu tort d'employer le vocable *Thyridium* dans sa *Muscologia gallica*.

M. Boulay avait d'ailleurs fait de même dans sa Flore (2). La question s'est trouvée de nouveau posée à la Société botanique de Lyon, où M. Saint-Lager (3) n'a pas perdu l'occasion de se montrer bon étymologiste et profond érudit, en admettant *Thyridium*.

La voix de la raison au milieu de toutes ces discussions inutiles, s'était déjà fait entendre : M. Debat (4) avait déjà dit auparavant à la Société botanique de Lyon : « Il y a toujours de graves inconvénients à remanier sans raisons légitimes une nomenclature qui a été depuis longtemps acceptée par la grande majorité des Bryologues. Lorsque la recherche de la priorité conduit à rejeter une dénomination consacrée par un long usage, et qui d'ailleurs n'est pas défectueuse, elle va manifestement à l'encontre des intentions du Législateur de la nomenclature, lequel visait surtout la clarté du langage, et, par conséquent, repoussait tout changement inutile ».

M. Philibert (5) fait œuvre plus utile en étudiant le *Thuidium intermedium*, qui se place entre le *T. delicatulum* et le *T. recognitum*, et qui a été méconnu jusqu'aujourd'hui. L'auteur donne ensuite des clefs dichotomiques des différents *Thuidium*, d'après les feuilles caulinaires, les feuilles raméales, les feuilles périchétiales et l'anneau.

7° *Pseudoleskea*. — M. Hagen (6) fait observer que le *Lesquereuxia patens* Lindb., est probablement synonyme de *Pseudoleskea atrovirens*, var. *brachyclada* Br. eur. et du *Leskia brachyclados* de Schwægrichen.

D'autre part, M. Bottini (7) décrit un *Pseudoleskea* nouveau, *P. ticinensis* voisin du *Lesquereuxia patens* et du *P. atrovirens* découvert à Airolo, sur le Saint-Gothard.

M. Philibert (8) décrit la capsule encore inconnue du *Pseudoleskea tectorum*, découverte en Norwège par M. E. Ryan. Cette capsule ressemble beaucoup à celle du *Leskea nervosa*.

8° *Fontinalacées*. — Nous devons à M. Cardot (9) une excellente

(1) F. Husnot : *loc. cit.*
(2) N. Boulay : *Muscinées de la France*, p. 155.
(3) Bulletin trim. de la Soc. bot. de Lyon, 1894, p. 52.
(4) Debat : (Ibid., 1894. p. 28).
(5) H. Philibert : Thuidium intermedium sp. n. (Revue bryol., 1893, p. 33).
(6) J. Hagen : *Sur quelques Mousses norwégiennes* (Rev. bryol., 1891, p. 1).
(7) A. Bottini : Pseudoleskea ticinensis (Proces.verb. della soc.Toscana di Sc. nat. Pise, 1891).
(8) H. Philibert : *Sur quelques Mousses norwégiennes* (Rev. bryol., 1889, p 59).
(9) J. Cardot : *Monographie des Fontinalacées* (Extr. des Mém. de la Soc. des Sc. nat. et math. de Cherbourg, 1892).

monographie des Mousses de ce groupe. Dans sa préface, l'auteur montre comment bon nombre d'espèces de *Fontinalis* étaient mal caractérisées par les auteurs, et il fait part des difficultés qu'il a éprouvées dans leur détermination. C'est ce qui l'a décidé à faire une monographie de ce groupe. Il cite ensuite les sources où il a puisé ses échantillons et termine en exprimant le vœu que beaucoup de Bryologues entreprennent de pareilles recherches.

Après avoir fait l'historique du genre et des espèces, donné la bibliographie du sujet et la liste des numéros d'exsiccata cités dans le travail, M. Cardot montre comment il entend les tribus, genres, sections et espèces. Sur cette dernière question, M. Cardot s'éloigne autant que possible des errements de l'école analytique. Toutefois, il est loin d'être un synthétique pur, tout au moins à la manière de Linné, et on ne peut lui reprocher la création d'espèces trop collectives. L'idée (1) de l'auteur est qu'il faut renoncer à l'entité de l'espèce. Celle-ci n'existe que comme groupe de formes, et le terme de *groupe spécifique* serait beaucoup plus exact que celui d'espèce. Les groupes naturels qui constituent l'espèce n'ont pas la même valeur, et l'auteur admet au moins quatre ordres de groupes spécifiques. Mais une espèce de 3e ordre n'est pas nécessairement subordonnée à une espèce de 2e ordre : elle peut l'être immédiatement à une espèce de 1er ordre, cela dépend simplement de la somme des caractères distinctifs. L'espèce de 4e ordre pourra peut-être se confondre avec la variété, celle-ci n'étant qu'un rudiment d'espèce, et se trouvant pêle-mêle avec le type.

Dans un tableau qu'il est loin de donner comme définitif, mais qui est un bon résumé des connaissances actuelles sur la famille des Fontinalacées, M. Cardot montre la hiérarchie des types qu'il admet.

Il donne ensuite un aperçu de la distribution géographique des Fontinalacées, qui sont des espèces des régions froides et tempérées des deux continents, sauf les *Hydropogon* et les *Cryptangium* qui appartiennent à la région équatoriale de l'Amérique du Sud et le *Fontinalis abyssinica*, de l'Afrique.

Onze *Fontinalis* et deux *Dichelyma* appartiennent à l'Europe, quatre à la Sibérie, le reste de l'Asie en paraît dépourvu. Mais la véritable patrie des *Fontinalis* est l'Amérique du Nord, où on en trouve 30 types différents. Le groupe comprend six genres : *Hydropogon* (1 espèce), *Cryptangium* (1 esp.), *Fontinalis* (11 esp. de 1er ordre, 24 des trois ordres suivants), *Wardia* (1 esp.), *Brachelyma* (1 esp.) et *Dichelyma* (5 esp.).

L'auteur donne enfin de longues descriptions et des remarques intéressantes à propos de chaque espèce, ainsi que la distribution géographique (2).

(1) J. Cardot : *De l'inégalité de valeur des types spécifiques* (Bull. de la Soc. roy. de Bot. de Belgique. 1892. p. 123).

(2) Consulter aussi : J. Cardot : *Tableau dichotomique et clé méthodique du Genre* Fontinalis (Revue bryol. 1891, suivi de : Fontinalis gothica, par J. Cardot et H. Arnell (Ibid, p. 7).

9° *Polytrichacées.* — M. KINDBERG (1) a publié un travail sur les Polytrichacées de l'Europe et de l'Amérique du Nord. L'auteur donne d'abord une diagnose (en anglais) des genres qui composent la famille : *Catharinea* Ehrh., *Psilopilum* Brid., *Bartramiopsis* n. gen., *Catharinella* n. gen. Le genre *Bartramiopsis* est créé par l'auteur pour l'*Atrichum Lescuræi* et une sous-espèce nouvelle, le *B. Sitkana.* Le Genre *Catharinella* est un sous-genre de C. Müller, élevé à la dignité de genre par M. Kindberg. Les *Polytrichum* sont divisés en *Aloidella* C. Müll., *Pogonatum* Brid., *Polytrichadelphus* Mitt. et *Eupolytrichum* C. Müll. ; à signaler une nouvelle espèce, le *P. Behringianum.* L'auteur donne ensuite l'énumération des espèces et leur distribution géographique.

M. HAGEN (2) attire l'attention sur le *Catharinea Hausknechtii* Jur. et Milde., qui est l'ancien *Atrichum undulatum* var. *attenuatum* Br. eur. et qui a été décrit en Norwège, sous le nom de *Catharinea anomala* par M. Bryhn, en Angleterre sous celui de *C. lateralis* parVaizey, et en Russie sous le nom d'*Atrichum fertile* par M. Nawaschin (3). Ce dernier auteur en donne une description bien détaillée.

10° *Philonotis.* — M. HUSNOT (4) admet six espèces de *Philonotis* dioiques. Les quatre premières espèces *(P. marchica, cæspitosa, fontana* et *calcarea)* ne sont pas discutées. L'auteur admet ensuite le *Philonotis capillaris* de Lindberg et une nouvelle espèce le *P. Arnellii,* qui n'avait pas encore été distinguée. M. Husnot donne ensuite un tableau synoptique de ces espèces avec leur description.

M. PHILIBERT (5) décrit d'une manière détaillée les fruits du *P. capillaris* Lindb. et une nouvelle espèce le *P. Ryani* récemment découverte en Norwège.

11° *Mnium.* — M. AMANN (6) montre qu'il est très difficile de distinguer le *M. subglobosum* du *M. punctatum* lorsqu'on ne possède pas des exemplaires fructifiés. Il établit ensuite un parallèle entre les capsules de ces deux espèces qui sont très différentes. Ces deux mousses croissent souvent intimement mélangées.

12° *Bryum.* — Notons d'abord les études générales sur le G. *Bryum* par M. AMANN (7). L'auteur examine la division, admise actuellement, en *Eubryum* et *Cladodium.* Ces derniers sont divisés par M. Philibert, puis par M. Limpricht en *Ptychostomum, Hemisynapsium* et *Eucla-*

(1) N.-C. Kindberg : *The europæan and north-american Polytrichaceæ revised* (Revue bryol., 1894, p. 33).
(2) J. Hagen : *Sur quelques mousses norwégiennes* (Rev. bryol., 1891, p. 1).
(3) S. Nawaschin : Atrichum fertile *n. sp.* (Hedwigia, 1889, p. 359).
(4) T. Husnot : *Les* Philonotis *dioiques* (Revue bryol., 1890, p. 42).
(5) H. Philibert : Philonotis *nouvelles ou critiques* (Rev. bryol., 1894, p. 2).
(6) J. Amann : Mnium subglobosum Br. eur. (Rev. bryol. 1890, p. 53).
(7) J. Amann : *Etudes sur le Genre* Bryum (Revue bryol., 1892, p. 53).

dodium. L'auteur reproche à Limpricht de ne pas établir une hiérarchie parmi les espèces : « Dans un ouvrage descriptif comme dans un tableau, il faut éviter de tout mettre au premier plan... La notion d'espèce est, en Bryologie comme ailleurs, une affaire d'appréciation personnelle,... jamais nous n'arriverons à être d'accord sur ce qui est une espèce ou sur ce qui ne l'est pas. Ce doit être une raison de plus pour nous engager à grouper autant que possible autour de types déjà connus et reconnus, toutes les formes nouvellement décrites, dont le nombre s'accroît rapidement grâce à la tendance actuelle de fonder des distinctions sur des caractères fournis surtout par l'examen minutieux du péristome, à la condition expresse et capitale de ne pas perdre de vue les affinités naturelles des types ainsi caractérisés et de faire ressortir ces affinités en les exprimant d'une façon ou de l'autre. La distinction de ces formes multiples n'offre pas d'inconvénients et présente même une incontestable utilité. »

M. Amann examine ensuite les diverses sections du G. *Bryum*, et il termine par l'annonce d'un type nouveau de *Cladodium*, dont le péristome présente, dans diverses capsules, une structure de *Ptychostomum*, d'*Hemisynapsium* ou d'*Eucladodium*, et « fournit ainsi une preuve de plus que la nature se moque des petits compartiments dans lesquels nous voudrions la faire rentrer. »

Dans une seconde note, le même auteur (1) développe la proposition précédente, et refuse d'admettre l'hypothèse de l'hybridité pour l'espèce qu'il étudie. Il termine en donnant une classification de l'ordre des Bryacées qui lui est personnelle.

M. Philibert (2) pense que le *Bryum imbricatum* de Not., est destiné à disparaître de la science, mais il n'en sera pas de même du *B. comense* Schp., dont d'ailleurs il donne une description très détaillée.

M. Amann (3), cependant, montre de son côté que le *B. comense* n'est qu'une forme du *B. cæspititium*, bien qu'il en diffère au premier abord par son aspect extérieur. L'auteur a en effet constaté sur les murs de Davos (Suisse), que le *B. comense* croissait dans les interstices secs des murs brûlés par le soleil, tandis que le *B. cæspititium* se développait sur la crête terreuse des mêmes murs. On trouve toutes les formes intermédiaires, en passant par la variété *imbricatum* du *B. cæspititium*.

D'autre part, M. Husnot (4) publie une description du *B. imbricatum* de Schwægrichen, d'après des exemplaires de l'herbier de l'auteur lui-même. Il montre que le *B. imbricatum* de Not. est bien le *B. comense* Schp. et que d'autre part, les auteurs du *Bryologia europæa* ont pris une autre espèce pour le *B. imbricatum*.

(1) J. Amann : *Etudes sur le* G. Bryum. *2e article* (Rev. bryol,. 1893, p. 39).
(2) H. Philibert : Bryum imbricatum *et* B. comense (Rev. bryol., 1889, p. 36).
(3) J. Amann : *Note sur le* Bryum comense Sch. (Rev. bryol., 1889, p. 52).
(4) T. Husnot : Bryum imbricatum Schw. (Rev. bryol., 1889, p. 58).

Enfin M. Amann (1) proteste contre la réunion que M. Limpricht a faite de son *B. Philiberti* au *B. comense* ; il met en parallèle la diagnose des deux espèces pour appuyer son opinion.

M. Philibert (2) donne la description très détaillée d'un nouveau *Bryum* voisin du *B. inclinatum*, le *B. leptocercis* des Iles de la Baltique. Le même auteur publie une étude approfondie des *B. acutum* Lindb. et *archangelicum* Br. Schp.

13° *Orthotrichum.* — M. Grönvall (3) a publié des notes critiques sur les *Orthotrichum* d'Europe. A remarquer la création de deux nouvelles espèces : *O. longifolium* et *O. paradoxum.* L'auteur réunit à l'*O. arcticum* comme variétés, l'*O. Blyttii* et l'*O. Sommerfeltii* ; l'*O. Killiasi* comme forme alpine à l'*O. speciosum* ; l'*O. Kaurini* comme forme à l'*O. pumilum* ; d'autre part, l'*O. microblephare* et l'*O. microcarpum* sont de bonnes espèces.

Le même auteur (4) a publié également une note sur les fleurs mâles des *Orthotrichum.*

Le sujet qu'a choisi M. Burchard (5) est plus circonscrit : l'auteur s'est borné à étudier les *Orthotrichum* de la Carniole ; il le fait très en détail pour chaque espèce.

M. Culmann (6) signale la présence d'un pré-péristome chez les *O. Sturmii* et *rupestre*, ce qui les rapprocherait de l'*O. cupulatum* et justifierait l'opinion de Schimper qui les croyait voisins.

Mme E. Britton (7) fait remarquer que c'est à tort que certains auteurs ont rapporté l'*O. strangulatum.* Pal. Beauv. soit à l'*O. Braunii*, soit à l'*O. cupulatum.* C'est à l'*O. Porteri* Aust. qu'il faut rattacher cette espèce.

M. Philibert (8) dans une longue note sur l'*O. Schimperi* montre que ce type est une forme moyenne d'une série dont les deux extrêmes sont les *O. Braunii* et *O. microcarpum*, et il cite tous les types qui relient

(1) J. Amann : *Notice sur le* Bryum Philiberti Amann (Rev. bryol., 1893, p. 84).

(2) H. Philibert : Bryum leptocercis, sp. n. (Rev. bryol., 1894, p. 86). — *Deux espèces arctiques de* Bryum *observées en Suisse* (Ibid.).

(3) A L. Grönvall : *Anteckningar rörande nagra europeiska Ortotricha* (Ofvers. af Konigl. Vet. Akad. forhandl., 1889, p. 160).

(4) A. L. Grönvall : *Ueber die Stellung der mannlichen Blüten bei den* Orthotrichum-*Arten* (Bot. Centralbl., 1889, p. 759).

(5) Burchard : *Zur Characteristik and Morphologie einiger* Orthotrichum-*Formen aus Krain* (Hedwigia, 1892, p. 27).

(6) P. Culmann : *Note sur les* Orthotrichum Sturmii *et* rupestre (Revue bryol., 1893, p. 58).

(7) E. Britton : *Note on two of Palisot de Beauvois species of* Orthotrichum (Revue bryol., 1889, p. 99).

(8) H. Philibert : *Note sur l'*Orthotrichum Schimperi (Rev. bryol., 1891, p. 33).

entre elles ces trois formes. La conclusion générale et intéressante qui paraît résulter de ces observations, c'est qu'ici comme ailleurs, dans plusieurs genres de Mousses, les espèces ne constituent pas des types arrêtés, invariables et rigoureusement limités. Ce sont plutôt des cercles plus ou moins larges, dans chacun desquels on peut faire entrer, pour la commodité de la nomenclature, un certain nombre de races, semblables les unes aux autres dans une certaine mesure, mais souvent aussi assez peu différentes pour faire naître des doutes sur la possibilité de les ériger en espèces distinctes et de les rattacher à l'une ou à l'autre de celles qui ont été d'abord admises. Mais ce qui est bien remarquable aussi, c'est cette tendance à varier que l'on observe dans quelques-unes de ces races, tendance qui est telle qu'en examinant, par exemple, certaines touffes de l'O. *Schimperi*, on serait tenté, en voyant tous les stomates largement ouverts, de rapporter ces individus à l'*O. microcarpum*, tandis qu'en examinant d'autres touffes prises à côté et sur les mêmes arbres, on y constate que tous les stomates sont bien fermés, et on pourrait presque attribuer ces individus à l'*O. Braunii*. Ces dernières observations montrent tout simplement que le caractère tiré de l'appareil stomatique des Orthotrics est mauvais pour distinguer les espèces puisqu'il est sujet à de telles variations, et que l'on a tort de s'y fier pour établir des coupes dans ce genre.

(A suivre). L. Géneau de Lamarlière.

Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

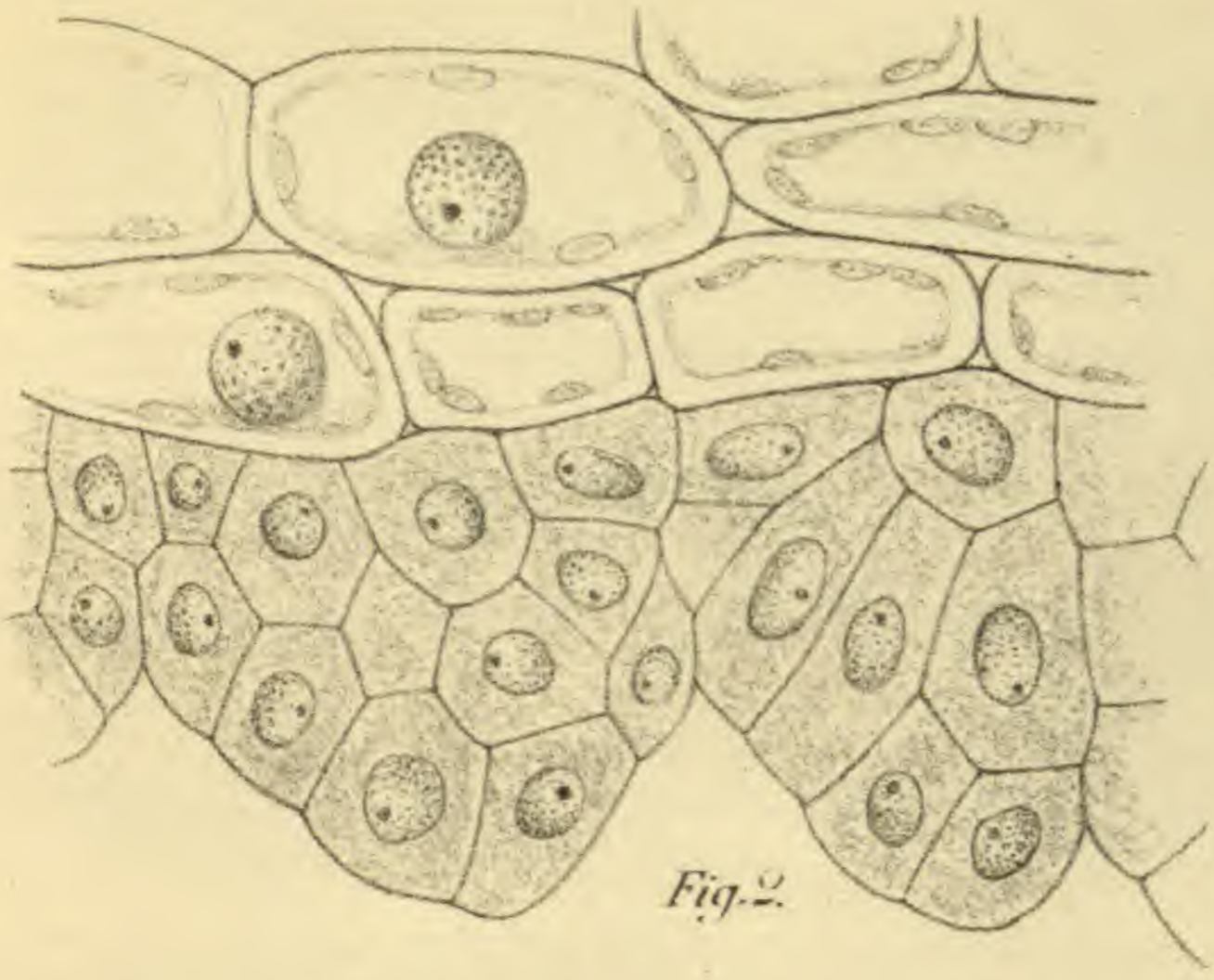


Fig. 2.

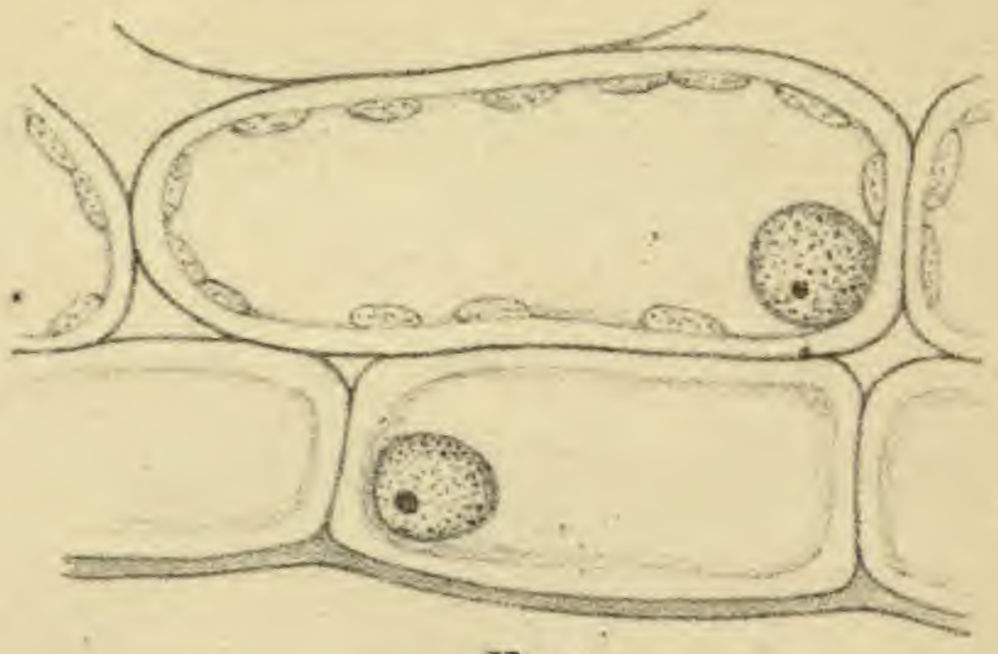


Fig. 1.

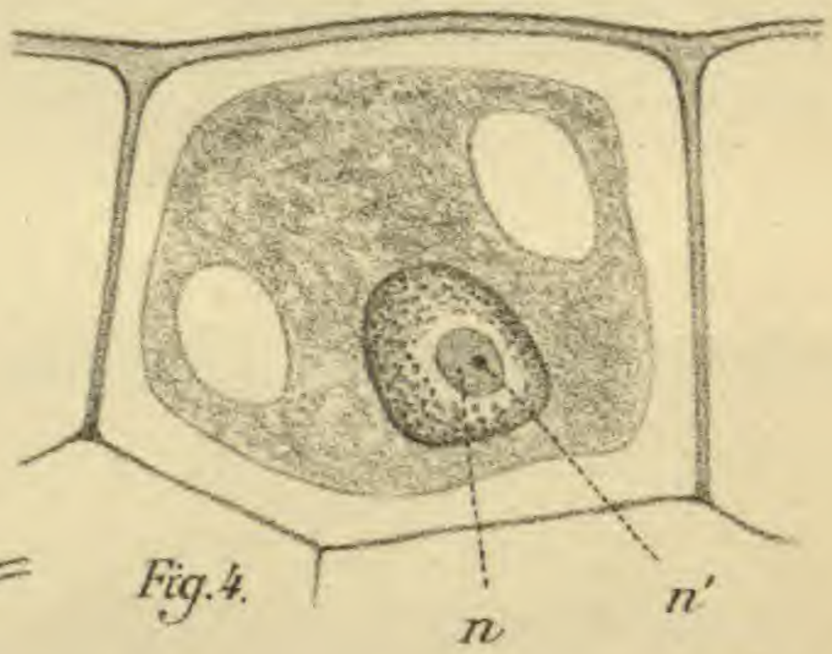


Fig. 4.

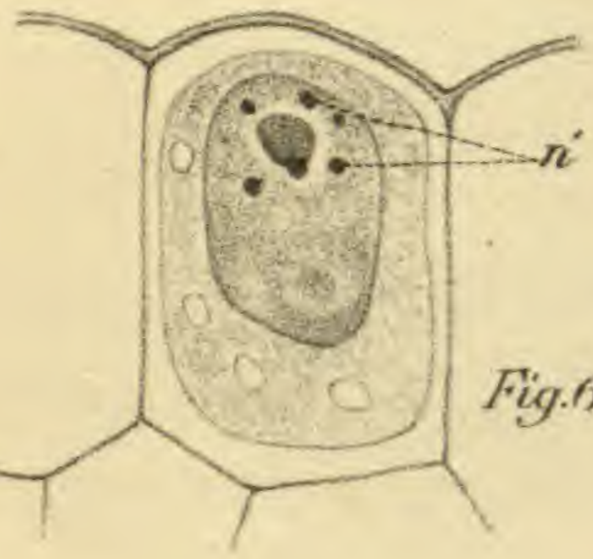


Fig. 6.

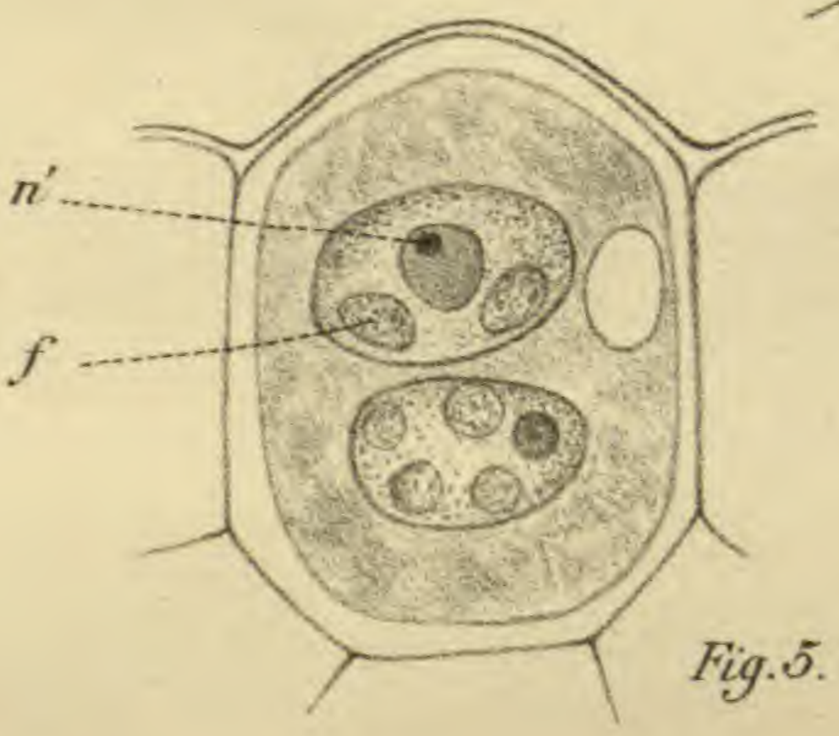


Fig. 5.



Fig. 3.

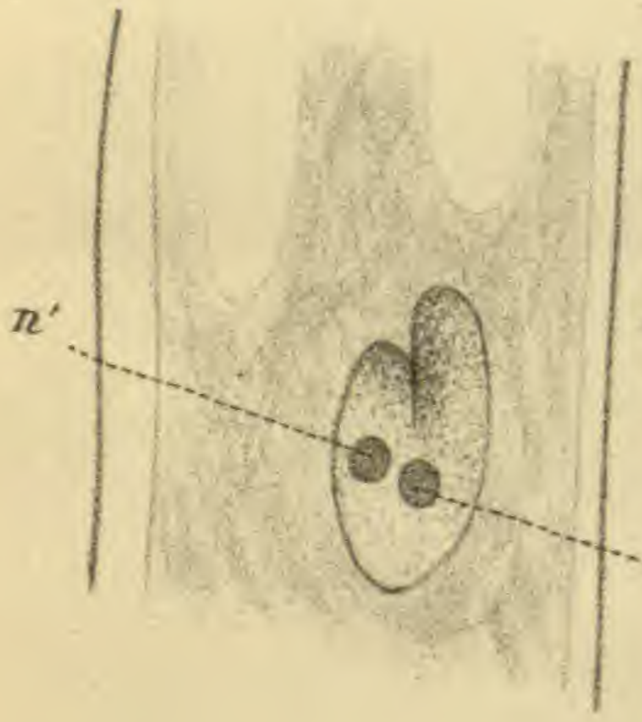


Fig. 9.

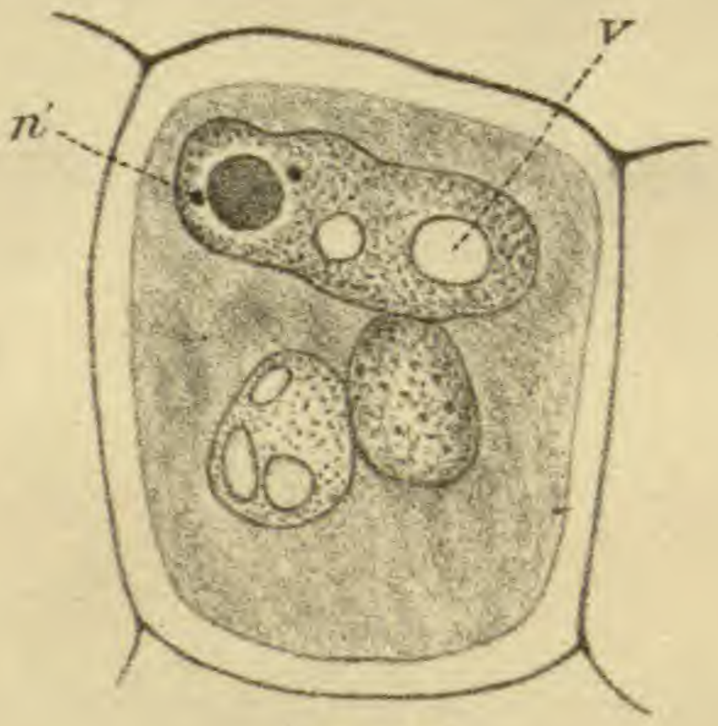


Fig. 8.

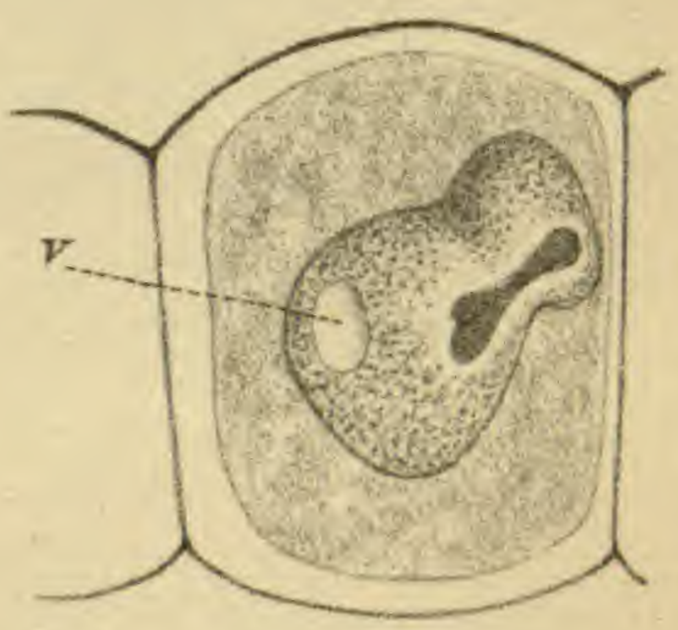


Fig. 7

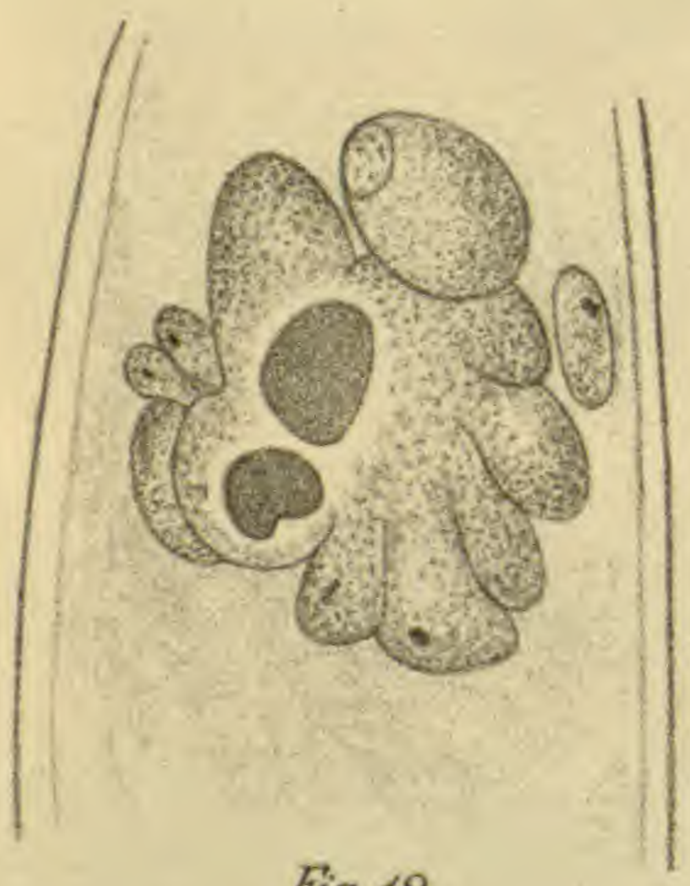


Fig. 12.

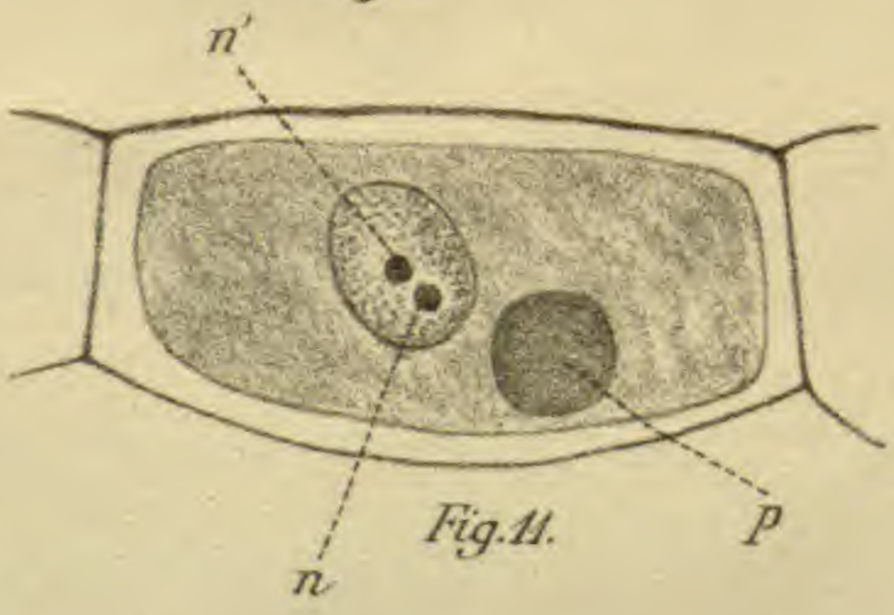


Fig. 11.



Fig. 10.

M. Molliard del. *B. Herincq sc.*

Modifications pathologiques de la cellule.

Imp.tes Lemercier, Paris.



Fig. 13.

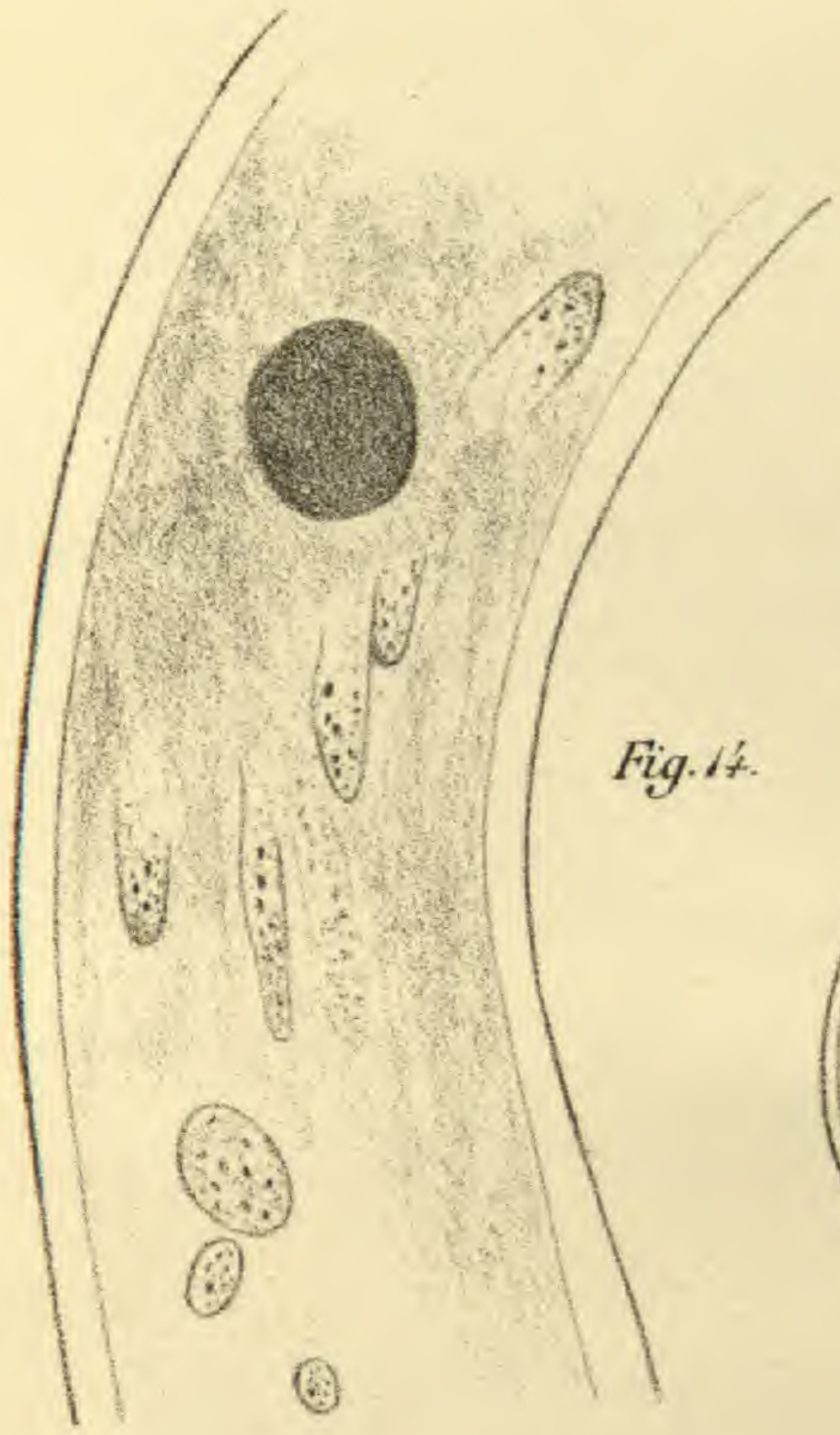


Fig. 14.

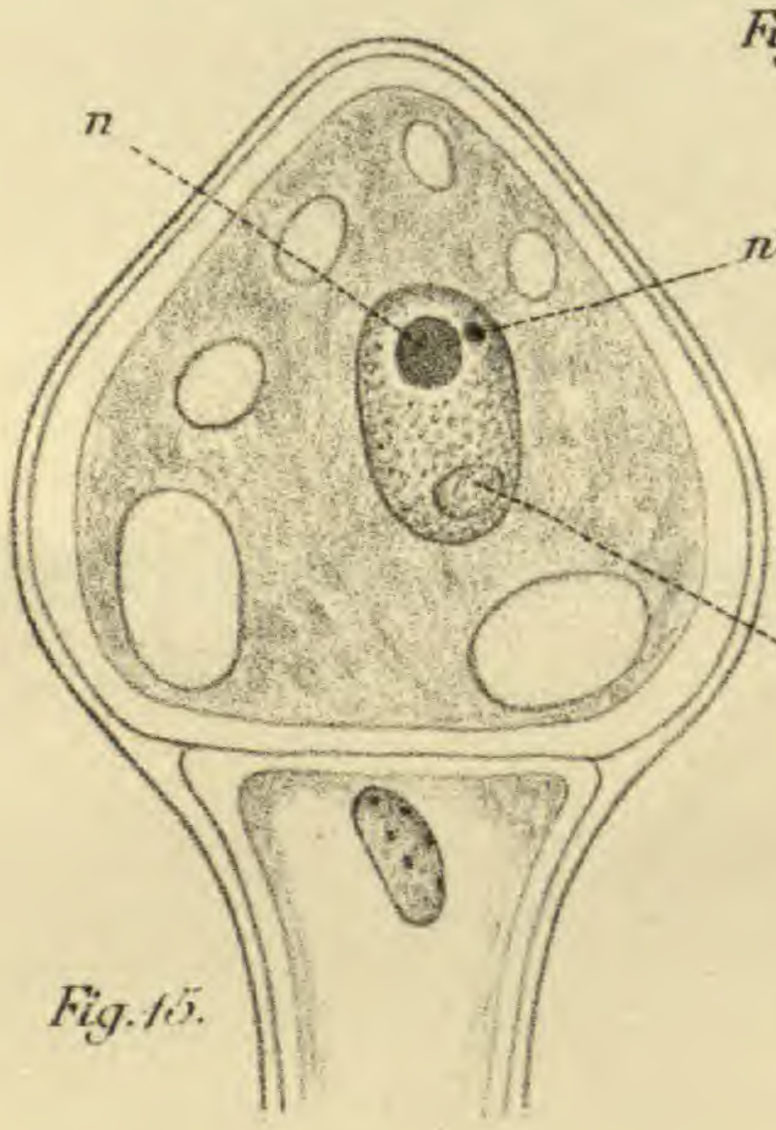


Fig. 15.

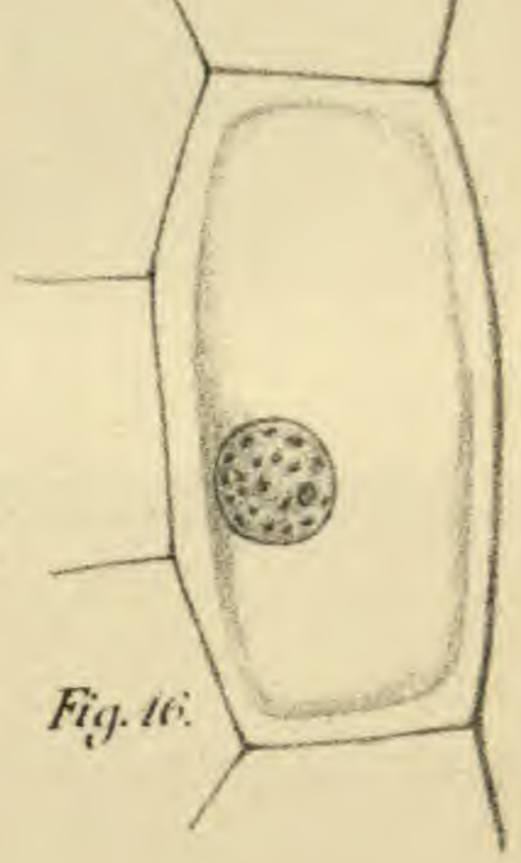


Fig. 16.

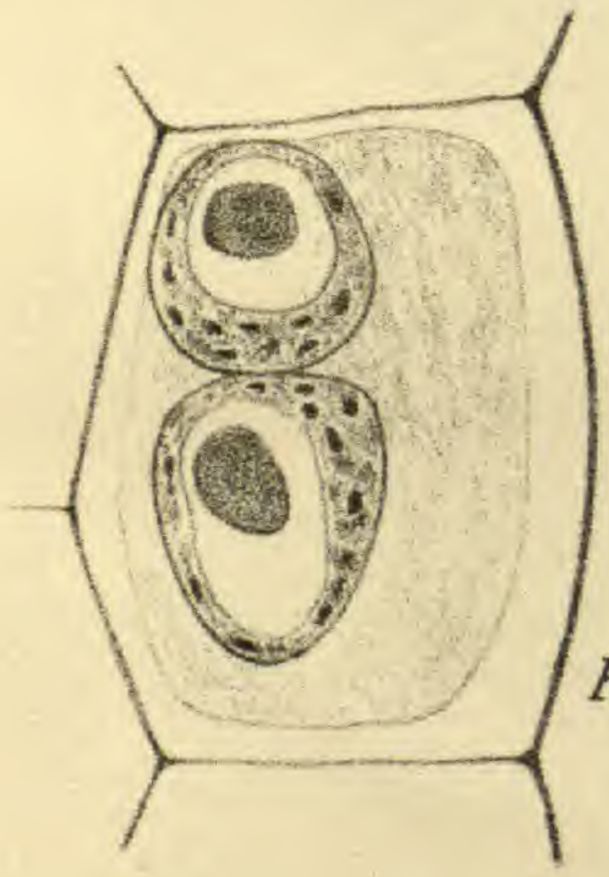


Fig. 19.



Fig. 18.

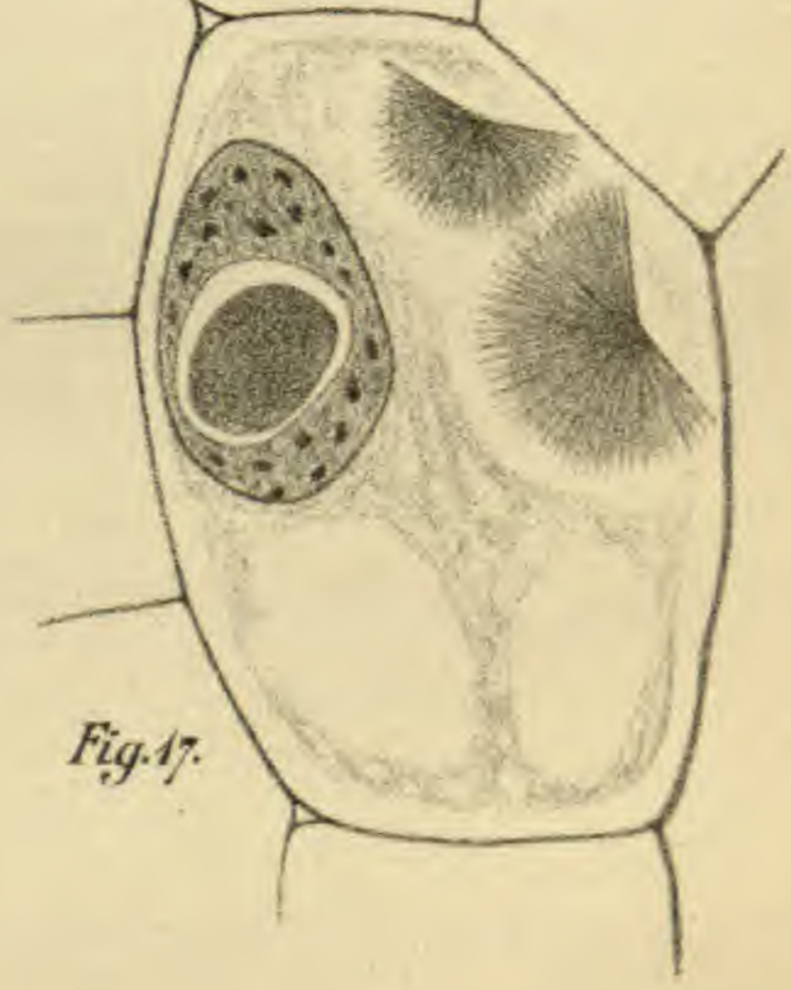


Fig. 17.



Fig. 21.

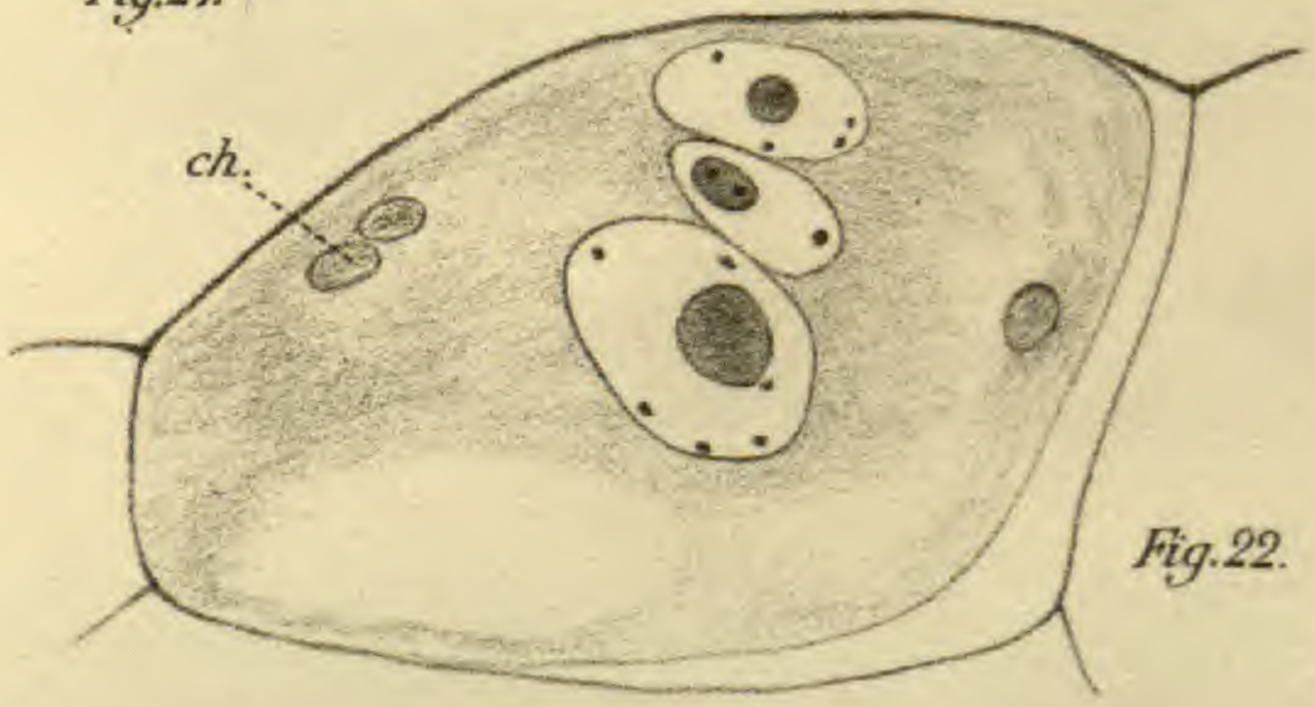


Fig. 22.



Fig. 20.

M. Molliard del. *B. Herincq sc.*

Modifications pathologiques de la cellule.

Imp^ies Lemercier, Paris.

Fig. 1

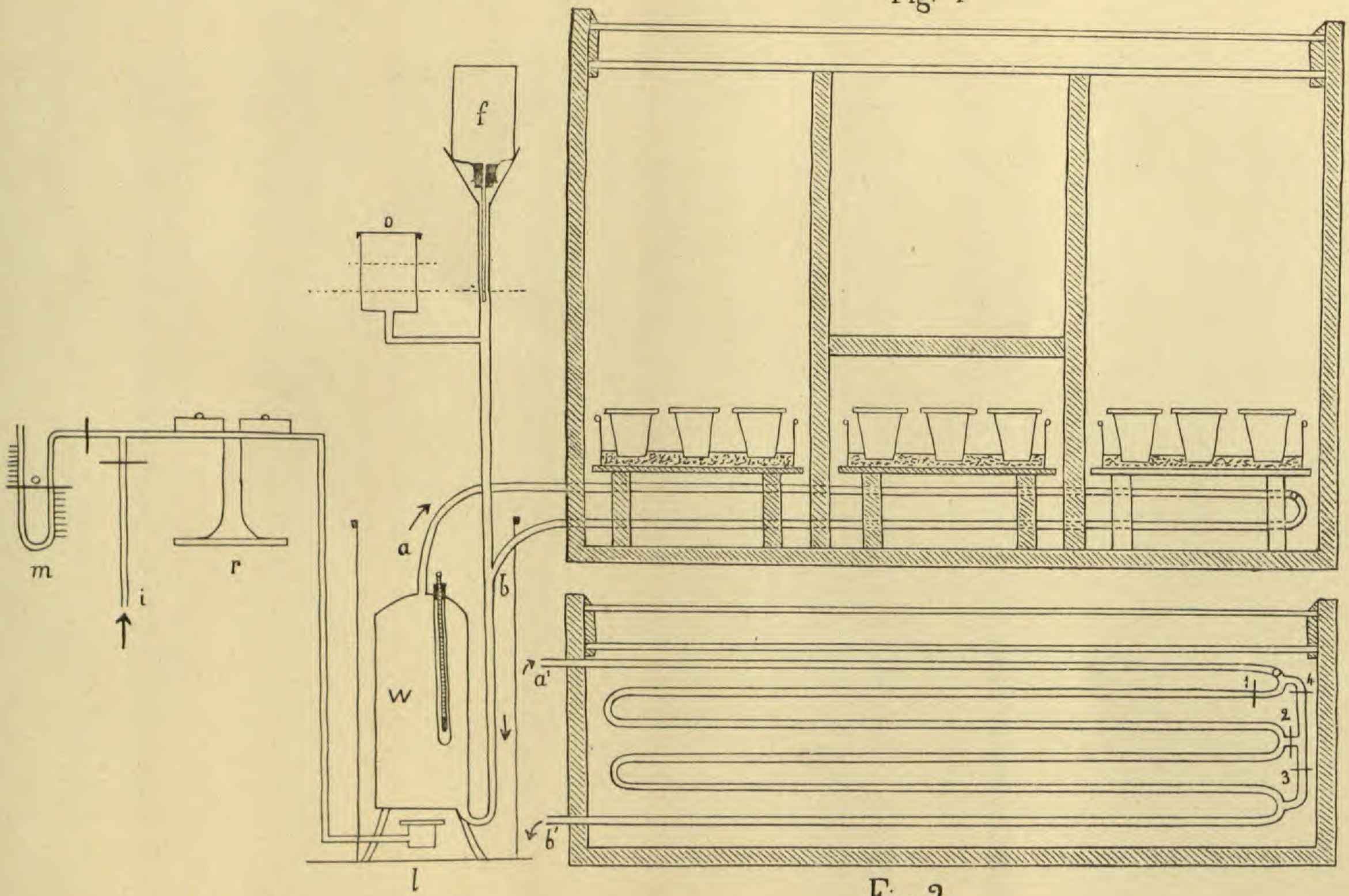


Fig 2

H. F. Jonkman del. *Imp. Le Bigot.* *B. Herincq sc.*

Appareil de germination pour les Fougères.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales ***des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.***

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES

PUBLICATIONS BOTANIQUES

ANDERSON : *Geschichte der Vegetation Schwedens* 4 mk.

FRANZ LAFAR, *technische Mykologie I. Schizomyceten — Gärungen*, 9 mk.

M. W. BEIJERINCK : *Uber Gallbildung und Generations — Wechsel bei Cynips calicis.* — 1 mk 20.

Dr G. HABERLANDT : *Physiologische Pflanzenanatomie* — 2me édit. — 16 mk.

PROF. FRANZ SCHINDLER : *Die Lehre vom Pflanzenbau auf physiologisches Grundlage. Allgemeiner Teil.* 8 mk.

W. E. BAXTER : *Translation of a Treatise on the Diatomacae by Dr. Henri van Heurck*, 35 plates, 290 engravings. — £ 2 — » — ».

H. EDMONDS et R. MARLOTH : *Elementary Botany for South-Africa. Theoretical and Practical.* — £ » — 4 — 6.

D. H. SCOTT : *An Introduction to Structural Botany part 2 : Flowerless Plants.* — £ » — 3 — 6.

H. BOLUS : *Icones Orchidearum Austro-Africarum extra Tropicarum vol. I, part. II.* — £ 1 — 1 — » —.

CH. REID BARNES : *Analytic keys to the genera and species of North American Mosses*, revised and extended by FRED DEFOREST HEALD, with the coopertion of the author.

A. BOISTEL : *Nouvelle Flore des Lichens pour la détermination facile des espèces, sans microscope et sans réactifs*, avec 1178 figures inédites représentant toutes les espèces de France et les espèces communes d'Europe. — Broché, 5 fr. 50 ; relié, 6 fr.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Mars 1897

N° 99

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 MARS 1897

I. — RECHERCHES BIOLOGIQUES SUR LES CHAMPIGNONS (avec planche), par **M. L. Matruchot.** 81

II. — SUR QUELQUES CÉCIDIES ORIENTALES (avec planches), par **M. H. Fockeu** *(fin)*. 103

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 119

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 4. — *Pleurotus ostreatus.*
PLANCHE 7. — *Galles d'Orient.*
PLANCHE 8. — *Galles d'Orient.*

Cette livraison renferme en outre vingt-quatre gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

RECHERCHES BIOLOGIQUES

SUR LES CHAMPIGNONS

par M. L. MATRUCHOT (1).

I. — PLEUROTUS OSTREATUS.

Le *Pleurotus ostreatus* Jacquin est une Agaricinée assez commune dans la région parisienne; elle se développe de préférence dans les endroits humides, sur les souches, sur les troncs abattus, en particulier sur les vieux troncs de peuplier; les individus sont généralement disposés en touffes.

Le carpophore, c'est-à-dire l'ensemble du pied et du chapeau, est charnu et conchiforme ; la surface du chapeau est d'un brun plus ou moins foncé ou d'un gris cendré, prenant à la longue une nuance bleu ardoise ou violacée. Son diamètre peut atteindre jusqu'à 10 ou 12 centimètres. Les lames hyméniales, blanchâtres, peu serrées, longuement décurrentes, s'anastomosent sur le pied, en formant un réseau qui va s'effaçant peu à peu vers la partie inférieure. Le pied, généralement court et poilu à la base, continue d'une façon insensible le chapeau ; il est le plus souvent latéral ou excentrique, très rarement central.

Outre les spores naissant normalement sur les basides, on a signalé, chez le *Pleurotus ostreatus*, deux autres formes reproductrices. M. Patouillard (2), le premier, a fait connaître une forme conidienne constituée par de petites spores ovalaires naissant isolément sur de courts stérigmates portés par des poils. Plus

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) Patouillard : *Sur l'appareil conidial du Pleurotus ostreatus* (Bull. Soc. Bot., t. 27 (1880), p. 125). — *Sur quelques modes nouveaux ou peu connus de reproduction secondaire chez les Hyménomycètes.* (Revue mycologique, avril 1881, p. 10).

récemment, sur le mycelium vieilli provenant de la germination des basidiospores dans des solutions nutritives, M. Brefeld (1) a observé une formation oïdiale : après une très longue durée de végétation, l'extrémité des filaments aériens semble se désarticuler en éléments subrectangulaires.

Enfin l'année dernière, M. Costantin et moi (2) avons signalé le *Pleurotus ostreatus* comme l'une des espèces dont nous avions obtenu la germination des spores et la production de mycelium abondant sur milieux stérilisés. Continuant mes recherches dans cette voie, j'ai réussi à obtenir le développement complet des carpophores de *Pl. ostreatus*; j'ai pu faire ainsi un certain nombre d'observations sur la morphologie du développement et sur l'anatomie de cette espèce, sur les variations de structure des éléments de l'hymenium et sur celles des divers organes reproducteurs.

Pour la morphologie externe en particulier, les observations que j'ai faites se rapportent toutes par quelque côté aux divers caractères génériques et spécifiques que j'ai pris soin d'énumérer plus haut.

Quant à l'étude anatomique, les indications qu'elle fournit me semblent jeter quelque lumière sur la morphologie comparée des divers éléments de l'hyménium.

A. — Mycelium et forme oïdale.

Le mycelium produit par la germination des basidiospores se développe avec vigueur à la surface du milieu nutritif, si la température est comprise entre 25° et 30° ; les filaments, d'abord floconneux, s'appliquent ensuite étroitement sur le substratum en formant un tapis serré et blanc, uniquement formé de mycelium stérile. Les hyphes sont assez régulièrement cloisonnés et présentent une largeur moyenne de 4 μ.

Sur ces filaments, les *boucles* si caractéristiques du mycelium de certains Basidiomycètes s'observent avec la plus grande facilité. Elles sont extrêmement nombreuses, et il est des filaments qui

(1) O. Brefeld : *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie*, t. VIII, p. 55, pl. IV, fig. 10.

(2) Costantin et Matruchot : *Sur la production du mycelium des champignons supérieurs* (Bull. Soc. Biologie, 11 janvier 1896).

sur toute leur longueur présentent une boucle à chaque cloison. Cette disposition est, sans aucun doute, en rapport avec la croissance rapide du mycelium et des carpophores ; elle permet, concurremment avec les anastomoses pariétales des filaments qui s'agrègent, un afflux abondant de matières plasmatiques en un point donné du mycelium. Si les conditions de température et de nutrition sont favorables, l'accroissement en longueur des filaments mycéliens peut atteindre jusqu'à deux centimètres par jour.

Dans toutes mes cultures, le mycelium est resté stérile, aussi bien le mycelium aérien que le mycelium plongé dans le milieu nutritif (1). En aucun cas je n'ai vu se produire la forme oïdiale que signale M. Brefeld. Comme il ne saurait y avoir de doute sur l'identité des deux espèces étudiées, cette divergence de résultats a besoin d'être expliquée. On pourrait tout d'abord admettre ou bien qu'il est des variétés de *Pl. ostreatus* ne donnant naissance à aucune forme oïdiale, ou bien que ces formations, qui ne se montrent, d'après M. Brefeld, « qu'après un temps très long et en faible quantité seulement », ont pu échapper à mon observation. Il semble plutôt que, dans les conditions où étaient placées mes cultures, cette forme ne se soit pas produite.

Je suis porté à croire, en effet, que les formations oïdiales de cette sorte se produisent de préférence sur les milieux nutritifs pauvres, et voici pourquoi. Dans le *Fusarium polymorphum*, j'ai décrit autrefois (2) des productions analogues : la partie terminale du mycelium rampant se fragmente, et les articles ainsi isolés, que j'ai appelés des arthrospores, sont capables de germer en donnant de nouveau le *Fusarium*. Ces arthrospores ont la plus grande analogie avec la forme oïdiale que M. Brefeld décrit chez de nombreux Hyménomycètes (*Hypholoma, Stropharia, Lenzites*, etc.) et en particulier chez le *Pleurotus ostreatus*. Or, dans mon travail sur le *Fusarium polymorphum*, j'ai fait voir que les arthrospores prennent naissance de préférence dans les milieux peu favorables au développement de la plante ; sur les milieux nutritifs plus

(1) Je laisse de côté pour l'instant l'appareil conidien déformé dont on trouve des échantillons sur le mycelium rampant : ces conidies plus ou moins avortées sont d'ailleurs stériles. J'y reviendrai plus loin.

(2) L. Matruchot : *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées*. A. Colin, 1892.

riches, comme des tranches de pommes de terre stérilisées, le mycelium de *Fusarium* se développe abondamment, ne donne que peu d'arthrospores, et souvent même n'en donne pas du tout. Je conçois donc fort bien que, dans le cas du *Pl. ostreatus*, le même fait puisse se produire. Le milieu nutritif sur lequel je cultive cette espèce est, comme on l'a vu plus haut, particulièrement favorable à l'accroissement des hyphes : dans ces conditions, la forme oïdiale ne saurait y prendre naissance.

B. — Développement des carpophores.

Les premiers carpophores n'apparaissent dans les cultures qu'au bout de plusieurs mois. Ils ne se forment que si l'on a soin de maintenir la température relativement basse, inférieure à 16° ou 18°. Il y a donc, pour le *Pl. ostreatus*, une température optima pour le développement du mycelium, et une température optima pour le développement des carpophores, et ces deux températures diffèrent entre elles d'au moins 10°.

Je n'ai fait aucune expérience pour rechercher si le développement des carpophores pouvait se faire à basse température. M. Wehmer a constaté récemment (1) qu'un froid de 2 à 6° au-dessous de zéro ne nuit en rien au développement du chapeau et des basides de cette même espèce.

Fructification par carpophores bourgeonnants. — Dans le cas le plus fréquemment observé dans mes cultures, les carpophores naissent d'abord isolément. En un point du mycelium il se forme un tubercule qui grandit, s'allonge et développe peu à peu sa partie terminale en un pied et un chapeau entièrement symétriques par rapport à l'axe. A ce stade, le carpophore se montre formé de trois parties distinctes :

(*a*) en haut, le *chapeau*, circulaire, convexe, brun noirâtre, à bord blanchâtre recourbé en dessous, à lames peu développées et entièrement cachées par le bord du chapeau :

(*b*) sous ce chapeau, le *col*, ou partie supérieure du pied, court,

(1) C. Wehmer : *Notiz über die Unempfindlichkeit der Hüte des Austernpilzes* (*Agaricus ostreatus* Jacq.) *gegen Erfrieren* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1895, t. XIII, p. 473).

trapu, d'un diamètre presque égal au diamètre du chapeau, et couvert d'un réseau dont la trame est le prolongement des lames du chapeau ;

(*c*) à la base, le *tubercule*, ou partie renflée du pied, à surface lisse et blanchâtre, dépourvue de réseau.

La symétrie axiale de cet ensemble est parfaite; le pied est droit et rigoureusement central, les lames et le réseau sont développés également tout autour du pied. Le carpophore que représentent les figures 1 et 1′ (Pl. 4) avait 10 millimètres de hauteur.

Si l'on a soin de maintenir constamment saturée de vapeur d'eau l'atmosphère ambiante, on voit bientôt ce carpophore bourgeonner à sa surface. Tout d'abord, par suite d'une croissance intercalaire rapide, le col s'allonge, le chapeau passe du brun foncé à une nuance pâle (fig. 2), et bientôt l'un et l'autre se recouvrent d'un nombre considérable (20 à 50 par exemple) de mamelons blanchâtres (fig. 3), qui sont le début d'autant de tubercules semblables au tubercule initial, et qui se développeront comme lui en donnant autant de carpophores nouveaux (1).

Ces mamelons ne se développent pas simultanément. Tout d'abord quelques-uns seulement s'accroissent en volume et différencient leur partie supérieure en un col et un chapeau assez semblables au premier : le stade représenté par la figure 4 montre quatre carpophores (*a′*) plus développés que les autres ; aux stades suivants (fig. 5 et 6, *a′*), ces carpophores ont pris une prédominance marquée sur tout le reste de la culture.

Bientôt ils cessent de s'accroître et entrent en régression ; ils se dessèchent peu à peu, diminuent beaucoup de volume, allongent leur col et prennent une nuance plus foncée. La figure 7 montre, en *a′*, trois de ces quatre carpophores : le quatrième a été enlevé, et la trace d'insertion de son pied subsiste en *x*.

Pendant que la série des carpophores *a′* entre en régression, une nouvelle série de chapeaux, arrêtés jusque-là dans leur croissance, commence à se développer. La figure 7 représente en particulier

(1) En plaçant des carpophores de *Collybia velutipes* dans une atmosphère humide à la température de 15°, M. Van Tieghem (*Bull. de la Soc. Botanique*, 1876, p. 102) a vu se former, par bourgeonnement à la surface, des carpophores secondaires de dimension inversement proportionnée à leur nombre. M. Brefeld a observé un bourgeonnement analogue du *Coprinus ephemerus* à l'abri de la lumière.

trois carpophores *a″* de cette seconde série, arrivés à leur taille maxima. Comme les précédents, ils entrent plus tard en régression ; puis la croissance se localise sur une troisième série de carpophores secondaires, et ainsi de suite.

Les mêmes figures 1 à 7 (Pl. 4) montrent aussi le développement parallèle d'un carpophore plus petit placé près de la base du premier, mais indépendant de lui (*b*, fig. 5). Au stade représenté par la figure 6, ce carpophore a donné naissance, par bourgeonnement de toute sa surface, à un bouquet de carpophores de second ordre dont quatre sont visibles sur la figure (*b′*, fig. 6). De ce premier groupe un seul individu se développe tout d'abord (*b″*, fig. 7), les autres devant servir à former les séries suivantes.

Dans les deux exemples qui viennent d'être étudiés, tous les carpophores sauf le premier sont de même ordre ; tous naissent de tubercules bourgeonnés directement sur le carpophore primordial, tous sont pour ainsi dire de second ordre. Mais on peut observer des cas différents.

Il peut se faire, par exemple, que l'un des carpophores de second ordre prédomine sur tous les autres, et qu'au lieu d'entrer en régression il soit à son tour le siège d'un bourgeonnement analogue à celui qui a frappé le carpophore initial. Dès lors tout développement cesse parmi les individus de second ordre, la croissance se localise sur ceux de troisième ordre, et ceux-ci se développent, comme les précédents, par séries successives. Je n'ai pas observé de carpophores d'ordre supérieur au troisième.

La région où bourgeonnent les chapeaux secondaires n'est pas toujours limitée à la partie supérieure du carpophore, comme dans les exemples précédents (*a*, fig. 2 et fig. 3). Parfois les bourgeons se produisent sur le col et sur la partie renflée du pied. Les fig. 8 à 10 montrent le développement de cinq carpophores de second ordre sur un carpophore primordial ; deux de ces chapeaux secondaires naissent dans la région du col, là où le réseau est très apparent, les trois autres sont des bourgeonnements de la partie renflée du pied. Au dernier stade (fig. 10), deux de ces carpophores ont pris la prédominance sur les autres.

Parfois enfin ce sont les trois régions indistinctement, tubercule,

col et chapeau, qui se hérissent de tubercules secondaires (*b*, fig. 5; *b'*, fig. 6).

Fructification en chou-fleur. — Dans tous les cas étudiés plus haut, le bourgeonnement des individus de second ou de troisième ordre est tardif, et se fait sur des carpophores déjà différenciés, présentant nettement un pied renflé, un col muni d'un réseau et un chapeau.

Mais il peut se faire aussi que le bourgeonnement soit précoce ; dans ce cas les tubercules secondaires naissent en grand nombre à la surface d'un tubercule primaire non encore différencié en carpophore ; la fructification prend un aspect curieux que je désignerai sous le nom de fructification en *chou-fleur*. Sur une masse centrale unique, on voit apparaître une infinité de petites têtes arrondies et blanchâtres qui sont les rudiments de futurs carpophores ; et ce n'est que tardivement qu'un petit nombre de ces tubercules prennent l'avance sur les autres et se développent en petits carpophores minuscules à chapeau brunâtre.

Un tel mode de développement n'est pas sans rappeler celui du Champignon de couche dans les cultures industrielles dont il est l'objet sur des meules de fumier. On sait que le blanc de champignon, introduit de place en place dans les meules, s'y développe en tous sens et envahit bientôt toute la masse ; puis le mycelium s'agrège en cordons de plus en plus volumineux, et sur ceux de ces cordons qui courent à la surface de la meule bourgeonnent les jeunes tubercules dont chacun deviendra un carpophore. Ces tubercules apparaissent en touffes plus ou moins serrées, fixées sur un même cordon mycélien ; mais leur développement n'est pas simultané. Certains de ces tubercules se développent d'abord et c'est seulement lorsque ceux-ci ont atteint leur taille définitive que d'autres se développent à leur tour. Il peut arriver, pour le champignon de couche comme pour le *Pleurotus ostreatus*, que le *grain* ne se développe pas, c'est-à-dire que les nombreux petits tubercules ne donnent qu'un nombre infime de chapeaux.

Un cas limite de cette fructification en chou-fleur nous est fourni par les figures 12 et 12' ; on y voit deux carpophores qui se sont développés sur un tubercule unique non différencié ; étant en très petit nombre, ils ont acquis chacun une taille relativement considérable.

Fructification coralloïde.— Enfin un cas particulièrement intéressant est celui que je désignerai sous le nom de fructification *coralloïde* du *Pleurotus ostreatus*. Dans des cultures qui semblent extrêmement vigoureuses, on voit certains gros tubercules primordiaux donner, par bourgeonnement à la partie supérieure, des branches qui vont se ramifiant à leur tour un grand nombre de fois (fig. 16 ci-contre). La ramification est vaguement dichotomique, et l'ensemble, qui peut atteindre jusqu'à 3 ou 4 centimètres de hauteur, rappelle par sa forme le carpophore de certaines Clavaires, comme *C. coralloides*.



Fig. 16. — Fructification coralloïde du *Pleurotus ostreatus;* culture âgée de quatre mois. Gross. 2 fois.

Jusqu'à une ramification assez avancée, jusqu'à la formation des branches de 7e ou 8e ordre par exemple, le massif demeure stérile ; à partir de ce moment, les branches ultimes se différencient, toutes presque simultanément, en carpophores à chapeau brunâtre et à col plus ou moins allongé.

Par l'intermédiaire du mode de fructification en chou-fleur, cette fructification coralloïde se rattache au mode de fructification par carpophores bourgeonnants qui est le type normal et le plus fréquent dans les cultures, et dont les deux types aberrants dérivent par simple abréviation de développement.

C. — Symétrie et orientation des carpophores.

Les carpophores de deuxième et troisième ordre ne présentent pas toujours la même forme que le carpophore primordial sur lequel ils ont pris naissance. Certains individus ont le pied moins renflé à la base, et en même temps le col s'évase à la partie supérieure ; des lames isolées, distinctes de la trame du réseau, com-

mencent à se montrer en haut du pied (Pl. 4, fig. 5 *a'*, et fig. 10).

En outre, la symétrie radiale cesse d'être aussi parfaite que dans le carpophore primordial : quand l'individu est longuement développé, il offre une tendance vers la symétrie bilatérale. Cette tendance est surtout accusée quand les carpophores secondaires nés sur un même tubercule sont peu nombreux et offrent par suite un développement considérable en hauteur. Les fig. 12 et 12′ représentent deux carpophores nés sur un tubercule unique ; ils ont acquis une taille relativement grande ($2^{cm}5$), eu égard aux faibles dimensions des tubes de culture. Le pied, très long, infléchi et toujours tuberculeux, se continue insensiblement par le chapeau, dont les lames sont longuement décurrentes. Le réseau est à peine marqué et les lames sont rarement anastomosées. La calotte du chapeau est toujours circulaire, et le pied n'est jamais latéral (le chapeau le dépassant de tous côtés) : mais le développement des lames est plus marqué dans la partie convexe. Il y a donc, dans l'ensemble du carpophore, une symétrie bilatérale nette. Ce dernier cas s'observe fréquemment dans la nature, lorsque le pied est excentrique.

Quant à l'orientation des carpophores, elle est à peu près quelconque pour les individus de forme régulière, dont le développement en hauteur est toujours assez faible. Dans ce cas, le pied continue à croître dans la direction qu'il avait au début (Pl. 4, fig. 4 à 7, fig. 9, 9′, 10). Mais pour les individus à grande croissance intercalaire, dont le pied s'allonge beaucoup, l'action combinée d'un géotropisme et d'un hydrotropisme négatifs donne au pied sa courbure caractéristique et au chapeau son orientation normale (fig. 11, 12, 12′). Il semble que ces deux facteurs agissent plutôt sur l'élongation des cellules que sur leur multiplication.

Dans les fructifications coralloïdes (fig. 16, page 88), l'orientation géotropique est manifeste pour le tronc commun, qui est le siège d'une forte croissance intercalaire ; elle est faible ou nulle pour le pied des carpophores terminaux.

Le pied droit et central du *Pleurotus ostreatus*, qu'on observe parfois dans la nature, n'est nullement, comme on l'a supposé, la conséquence du fait que le carpophore s'insère sur une surface horizontale. Dans les figures 9 et 10, en effet, qui représentent des cultures en tube où le tube de verre était maintenu vertical,

on voit que les chapeaux secondaires n'ont aucune orientation commune ; et inversement les figures 12 et 12′ représentent des individus de forme irrégulière qui se sont développés à la partie supérieure d'un tube, sur une surface horizontale.

Il semble donc que la dissymétrie et l'orientation géotropique soient la conséquence d'un développement intercalaire inégal, et ne soient nullement un phénomène primitif. Dans les individus dépourvus de croissance intercalaire, l'orientation est quelconque et la symétrie axiale reste parfaite.

Comparaison des formes cultivées avec les formes naturelles. Les formes cultivées de *Pl. ostreatus* diffèrent donc assez profondément des formes qu'on observe normalement dans la nature. A la vérité, les échantillons obtenus par culture en tubes n'ont qu'une taille minime. Mais d'une part, cette taille est en rapport avec les dimensions de tubes de culture : dans des tubes de diamètre double, les chapeaux obtenus sont le double ou le triple de ceux que fournissent les tubes ordinaires. D'autre part, et c'est cela surtout qui importe ici, ces carpophores de dimensions restreintes sont normalement fructifères ; on y trouve, comme nous le verrons plus loin, des basides et des spores. Ce ne sont donc pas des fructifications avortées.

En comparant ces formes cultivées aux formes naturelles, on reconnaît que la plupart des caractères (soit génériques, soit spécifiques) de morphologie externe ne sont pas constants dans le *Pl. ostreatus*. Le pied, normalement excentrique, latéral ou nul, peut être rigoureusement central, très développé et même renflé. Les lamelles, peu développées dans les individus de forme régulière, n'y sont pas décurrentes. Enfin l'habitat lignicole est loin d'être un caractère absolu, puisque cette espèce se cultive sur des solutions nutritives et des milieux nutritifs autres que le bois pourri. L'un des caractères les plus constants du *Pleurotus ostreatus* est la présence sur le chapeau d'une cuticule épaisse de nuance brunâtre, qui va s'effaçant sur les bords du chapeau. La nuance de cette cuticule peut varier du gris clair au brun foncé, avec des tons bleuâtres ou violacés ; mais la cuticule elle-même est constante et caractéristique.

D. — Hymenium.

L'hymenium des formes cultivées de *Pleurotus ostreatus* est plus ou moins développé. Les carpophores à symétrie radiale ne présentent, comme on l'a vu plus haut, qu'un hymenium faiblement développé : tandis que le réseau couvre presqu'entièrement la partie supérieure du pied, l'hymenium, qui fait suite à ce réseau, est réduit à de courtes lames. Avec les formes légèrement dissymétriques on voit apparaître un hymenium plus étendu : des lames de plus en plus développées recouvrent la partie convexe du pied. Enfin les carpophores entièrement dissymétriques par rapport à leur axe (Pl. 4, fig. 11 et 12) sont munis de lames nombreuses longuement décurrentes, le plus souvent simples, parfois bifurquées (fig. 11, 12, 12′) venant s'effacer peu à peu à la surface du pied en formant un réseau de peu d'étendue et de faible relief (1). La structure de l'hymenium offre dans ces divers individus des différences profondes.

Carpophores à symétrie bilatérale. — Les carpophores à symétrie bilatérale, qui se rapprochent plus que les autres de la forme du *Pleurotus ostreatus* qu'on rencontre dans la nature, ont un hyménium formé des éléments ordinaires : basides, cystides (2) et cellules non différenciées ou paraphyses (3).

Les basides, très nombreuses et normalement constituées, sont cylindriques et font fortement saillie au-dessus de la surface hymé-

(1) Dans la fig. 11 de la planche IV, le graveur a représenté par erreur un grand nombre de lames bifurquées ; en réalité, un petit nombre seulement de lames sont dans ce cas, comme le montrent mieux les figures 12 et 12′.

(2) Certains auteurs signalent le *Pl. ostreatus* comme dépourvu de cystides. M. Patouillard (*Hyménomycètes d'Europe*, p. 104, pl. II, fig. 2) décrit et figure des cystides claviformes surmontés d'un petit bouton sessile. J'en ai observé de semblables ; mais le plus souvent, le bouton est assez longuement pédicellé. Dans les formes naturelles de *Pl. ostreatus*, les cystides sont toujours beaucoup plus grands que les basides ; ils sont ovales et portent un long stérigmate renflé en bouton à l'extrémité.

(3) Faute d'observations personnelles, je ne saurais prendre parti dans la discussion relative à l'autonomie des paraphyses chez les Hyménomycètes. Si l'existence de tels éléments se trouvait confirmée de façon absolue, peut-être devrait-on les désigner d'un nom spécial, et réserver le nom de paraphyses aux éléments bien définis et parfois hautement différenciés qu'on décrit sous ce nom chez les Ascomycètes. Dans la suite de ce travail, le mot *paraphyse* n'a d'autre sens que celui de *cellule hyméniale non différenciée*.

niale : elles portent, à l'extrémité de stérigmates grêles, quatre basidiospores. Les dimensions normales de ces éléments sont :

Baside : 20-30 $\mu \times$ 6-8 μ ;
Stérigmate : 4-6 $\mu \times 1$ μ ;
Basidiospore : 15 $\mu \times$ 3-4 μ.

Les paraphyses sont souvent comme tronquées au niveau même de la face externe de l'hymenium. Même dans les individus assez âgés, ces cellules m'ont paru être assez nombreuses.

Les cystides sont beaucoup moins abondants. Ce sont ici des cellules à peine plus grandes (parfois même *plus petites*) que les basides, et dont l'extrémité va s'effilant et porte un bouton sphérique ou ovalaire assez réfringent, d'une taille très inférieure à celle des basidiospores. Parfois la partie effilée est centrale, comme dans le cystide figuré par M. Patouillard (1) ; le plus souvent, le petit renflement en forme de bouton est inséré latéralement sur la face terminale de la cellule (Pl. 4, fig. 14, *c*). Un point important à noter est la taille relativement petite des cystides, qui dépasse à peine celle des basides. C'est là une différence avec ce qu'on observe dans les formes naturelles de *Pl. ostreatus*.

La figure 13 représente la coupe d'une portion d'hymenium provenant d'un carpophore de forme irrégulière. Outre une baside tétraspore typique, on y voit un groupe de cellules non différenciées au milieu desquelles se trouve un cystide, non saillant au-dessus de l'hymenium, et deux basides monospores saillantes (2).

Carpophores à symétrie radiale. — Dans l'hymenium des individus symétriques, le nombre des basides qui se développent normalement est beaucoup plus faible ; mais les cystides, toujours de petite taille, sont plus nombreux. Il est même certaines plages des lames où près de la moitié des éléments hyméniaux sont différenciés en cystides. Quelques-uns de ces cystides ont la forme normale ; mais la plupart présentent deux boutons terminaux au lieu d'un seul (fig. 17). D'ordinaire ces boutons sont plus ou moins longuement pédicellés, et les pédicelles qui les portent ont la plus grande analogie avec les stérigmates des basides normales. Tantôt

(1) Patouillard : *Les Hyménomycètes d'Europe*, p. 104, pl. II, fig. 2

(2) Les basides monospores ne sont pas rares dans le *Pleurotus ostreatus* ; mes cultures m'en ont présenté maintes fois, et j'ai eu l'occasion d'en observer aussi sur des échantillons que M. Boudier a eu l'amabilité de recueillir à mon intention.

les deux pédicelles sont terminaux ; tantôt l'un d'eux est terminal et l'autre plus ou moins latéral ; parfois même aucun d'eux n'est rigoureusement terminal, tous d'eux s'insérant sur le côté. La figure 17 représente quelques-uns de ces divers cas (1); elle montre la ressemblance frappante de ces cystides à deux stérigmates avec des basides bispores dont les spores seraient atrophiées.

Enfin on peut même observer des cystides portant trois stérigmates (Pl. 4, fig. 16, et page 94, fig. 17, *b*) ; leur forme rappelle celle d'une baside dont la quatrième spore aurait avorté.

Ces faits me semblent avoir quelque importance. On sait en effet que la nature morphologique des cystides est discutée. Les uns les considèrent comme des terminaisons stériles de filaments sous-hyméniaux (Boudier, Patouillard), les autres comme des éléments hyméniaux d'une nature particulière : poils hyméniaux (Van Tieghem), basides hypertrophiées (De Seynes), basides déformées (Fayod).

Ce qui précède me paraît montrer que les cystides de *Pleurotus ostreatus* sont des basides déformées. En effet, en premier lieu, il s'établit une sorte de balancement numérique entre le développement des deux sortes d'organes : quand les basides sont abondantes (région hyméniale des carpophores bien développés), les cystides le sont peu, et inversement quand les cystides sont abondants (carpophores réduits à symétrie radiale, région du réseau dans les carpophores normaux), les basides sont rares ou manquent totalement. Ce balancement peut du reste s'observer sur le même carpophore : en s'éloignant de l'hymenium proprement dit et en se rapprochant du réticule que porte le pied, on voit les basides faire place aux cystides.

Un second argument nous est fourni par les formes spéciales de cystides que présentent les échantillons cultivés de *Pl. ostreatus*. Ces formes sont intermédiaires entre le cystide normal et la baside tétraspore. Elles sont intermédiaires par la taille de la cellule et par le nombre des stérigmates ; si l'on joint à la série des cystides à 3, 2, 1 stérigmates (page 94, fig. 17, *b* à *i*), la série des basides à 4, 2, 1 spores, on a toutes les formes de réduction possibles de la

(1) On y voit aussi un cystide ne portant qu'un seul bouton, mais différant du cystide normal par sa forme incurvée.

baside tétraspore. Toutefois, entre les deux séries, cystides et basides, subsiste une différence constante : dans la première, les spores ne se développent pas, restent à l'état de boutons rudimentaires et ne s'isolent pas, par une cloison, de la cellule mère ; dans la seconde, les spores prennent leur développement normal et acquièrent leur taille maxima (1).

Relativement aux cystides de *Pleurotus ostreatus*, je me range donc à l'opinion que Fayod a exprimée d'une façon générale sur la valeur morphologique des cystides d'Agaricinées. Je considère que les cystides de *Pl. ostreatus* sont des basides déformées dont « l'existence est liée à une irrégularité des phénomènes qui président à la formation des basides » (2). Si, comme il est vraisemblable, les phénomènes de formation de la baside sont, en dernière analyse, liés à une question de nutrition, on conçoit qu'il n'y ait pas antagonisme entre l'opinion de M. Boudier, qui attribue les caractères du cystide à l'origine profonde du filament qu'il termine, et l'opinion qui fait de ce même cystide une baside incomplète et déformée par une déviation dans la nutrition.

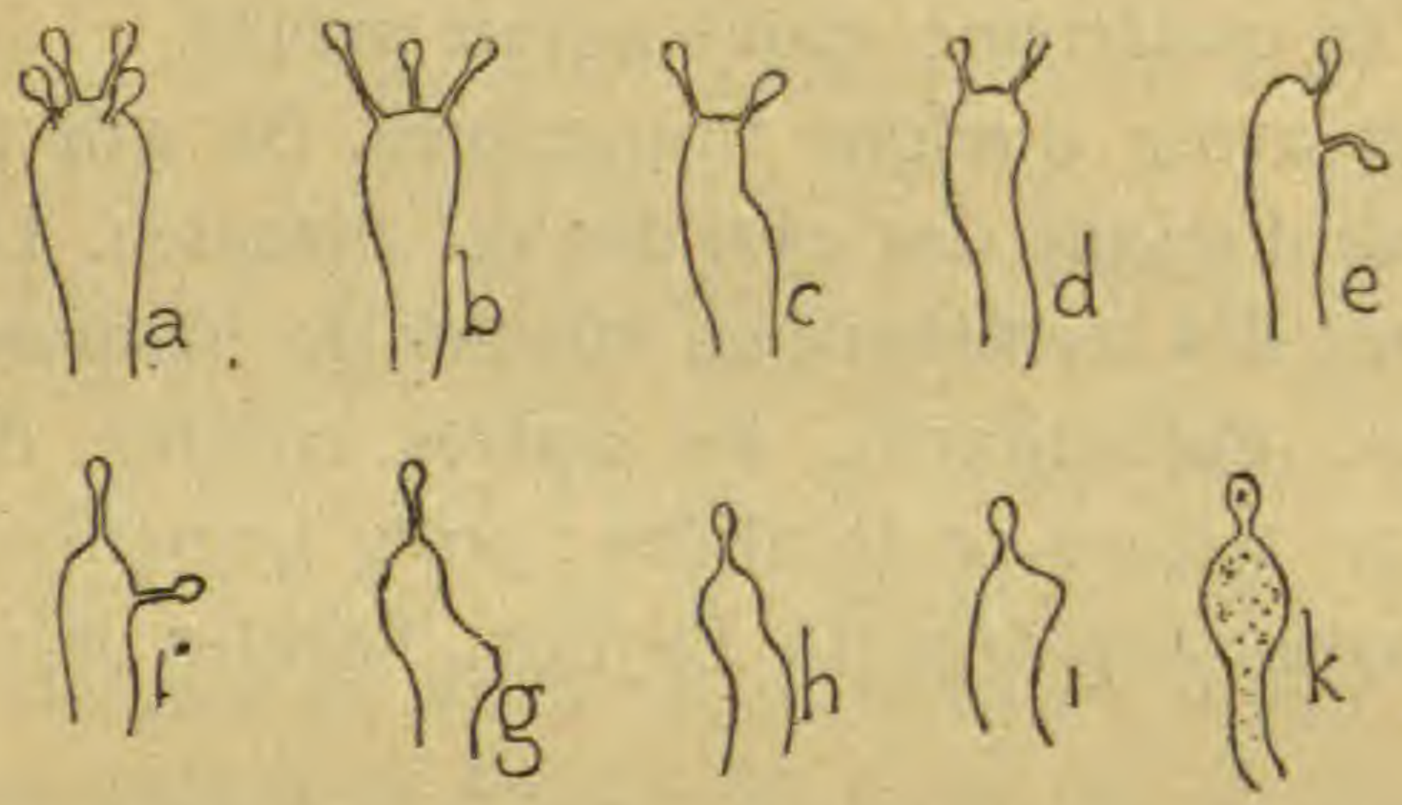


Fig. 17 à 26. — *a*, baside normale jeune (Gr. = 720) ; *b*, cystide à 3 stérigmates ; *c*, *d*, *e*, *f*, formes diverses de cystides à 2 stérigmates ; *g*, *h*, *i*, cystides à un seul stérigmate (Gr. = 540 pour les fig. *b* à *i*). — *k*, cystide normal d'après Patouillard.

En résumé, on doit considérer l'hymenium de *Pl. ostreatus* comme constitué par des extrémités d'hyphes qui se différencient diversement suivant les conditions du développement des carpophores. Dans les conditions normales du développement de cette espèce dans la nature, la plupart des cellules de l'hymenium se développent en basides fertiles. Un petit nombre de cellules hymé-

(1) Il ne semble pas y avoir d'intermédiaires entre ces deux cas extrêmes. L'élément *b* (Pl. 4, fig. 14), qu'on serait tenté de ranger dans un de ces cas intermédiaires, n'est qu'une baside monospore dont la spore n'a pas encore atteint son complet développement.

(2) Cette manière de voir sur la différenciation morphologique des cystides ne préjuge en rien de la différenciation physiologique que ces organes peuvent présenter.

niales deviennent des basides stériles ou cystides. Enfin certains éléments pourraient rester non différenciés pendant toute la vie du champignon (paraphyses de divers auteurs).

Dans les cultures en tube, au contraire, et surtout sur les carpophores qui semblent frappés d'un arrêt de développement, c'est la forme cystide qui prédomine.

La théorie qui fait considérer les cystides comme des basides modifiées est ancienne dans la science. Elle a pris naissance surtout par l'examen des cystides de forme trés différenciée, comme les cystides de *Pluteus*, dont les quatre stérigmates éveillent l'idée d'une baside modifiée. Acceptée et soutenue par de Seynes, Fayod et beaucoup d'autres, cette théorie vient de trouver, je crois, une confirmation partielle dans l'étude que j'ai faite du *Pleurotus ostreatus*.

E. — Conidies.

C'est M. Patouillard qui, le premier, a décrit (1) chez le *Pleurotus ostreatus* une forme conidienne. Sur des échantillons dont le développement s'était fait, dit-il, dans de mauvaises conditions, le pied et le chapeau étaient devenus fortement pileux, et les poils des bords du chapeau étaient fructifères. Ces poils, courts, formés de cellules placées bout à bout, offrant des boucles à chaque cloison, portent, soit à l'extrémité, soit sur le côté, une ou deux spores ovoïdes, et il n'y a jamais qu'une spore par cellule (fig. 27, *a*). Depuis lors M. Patouillard retrouva les mêmes spores sur des poils développés à la surface du pied, dans une variété de la même espèce.

Mes cultures m'ont offert en assez grande quantité des productions analogues que j'appellerai, pour la commodité du langage, des *pseudo-conidies*. J'en ai d'abord observé dans la région hyméniale, sur des poils libres à la surface des lames mais tirant leur origine des tissus voisins. J'en ai retrouvé sur le bord libre des lames, dans l'hymenium lui-même : entre les cellules non différenciées on distingue, outre les basides et les cystides, des cellules plus grêles portant à l'extrémité une tête arrondie et pédicellée ; ces éléments

(1) Patouillard : *Sur l'appareil conidial du* « Pleurotus ostreatus » (Bull. de la Soc. Bot., t. 27 (1880), p. 125, avec figures dans le texte). — *Sur quelques modes nouveaux ou peu connus de reproduction secondaire chez les Hyménomycètes* (Revue mycologique, avril 1881, p. 10).

présentent une grande ressemblance avec les cystides normaux à un seul stérigmate, mais quand on peut suivre dans le tissu sous-jacent le prolongement de ces cellules, on voit qu'il s'agit de poils pluricellulaires munis de boucles et portant des conidies latérales comme il a été dit plus haut.

Enfin, j'ai pu retrouver, bien qu'elles y soient très rares, des pseudo-conidies analogues sur le mycelium lui-même. La fig. 15 de la pl. 4 représente des portions de filaments issus de cultures âgées de plusieurs mois et ayant déjà donné naissance à des carpophores. Au centre on y voit une pseudo-conidie dont le pédicelle est renflé à la base ; à gauche une autre à pédicelle plus grêle ; à droite un pédicelle très renflé et dépourvu de spore.

Dans des cultures très jeunes, de huit jours par exemple, sur des myceliums vigoureux et à croissance rapide, j'ai observé des aspects différents de cette même forme (fig. 27, *e* à *h*). Parfois la pseudo-conidie est petite, ronde et longuement pédicellée (*g*) ;

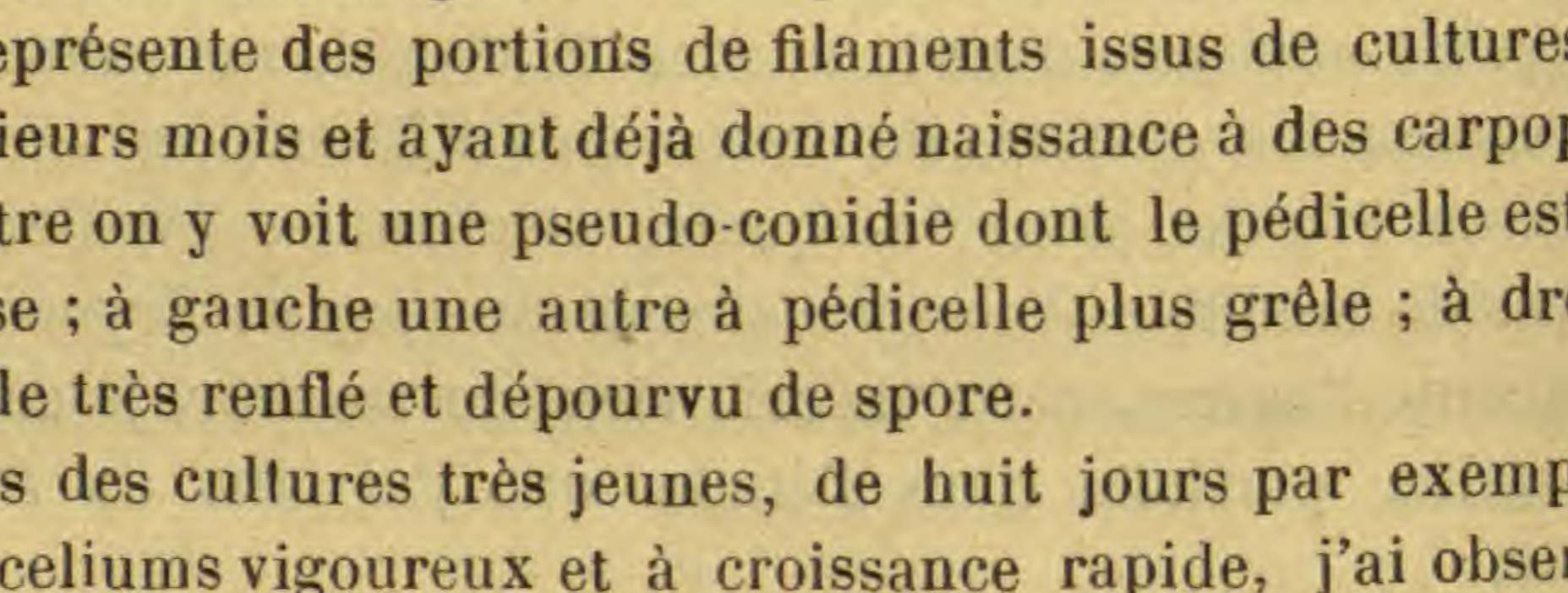


Fig. 27 à 34. — *a*, conidies du *Pl. ostreatus*, d'après Patouillard ; *b*. poil hyménial à pseudo-conidies ; *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, formes diverses de pseudo-conidies observées sur le mycelium. Gross. = 540 pour les fig. *b* à *h*.

parfois elle a la forme normale, ovalaire (*d*, *e*, *f*), mais reste toujours petite (3 μ de longueur au maximum) ; rarement enfin, elle est volumineuse, sphérique (*h*) et portée sur un court pédicelle filiforme. La forme habituelle du pédicelle est conique ; il est d'ordinaire assez grêle, parfois ventru à la base.

Malgré toutes les variations que je viens de signaler dans la pseudo-conidie et son pédicelle, je considère ces éléments comme des formes différentes d'un même organe, car on trouve toutes les transitions entre les termes extrêmes. Ces deux termes extrêmes sont, d'une part, la pseudo-conidie ovalaire à pédicelle hypertrophié

(fig. 27, *d*), d'autre part la pseudo-conidie sphérique volumineuse à pédicelle court et grêle (fig. 27, *h*). Entre les deux, s'étagent des formes intermédiaires variées, dont la fig. 27, *c* à *h*, représente les plus remarquables. Les formes *e* et *g* sont les plus répandues.

Cet organe est-il le même que celui décrit par M. Patouillard sous le nom de conidie ? A vrai dire, je n'ai jamais rencontré de conidies aussi volumineuses que celles qu'il figure (1) et que je reproduis ici (*a*, fig. 27), dont la longueur atteint et dépasse le diamètre du filament mycélien qui la porte ; toutes celles que j'ai vues dans mes cultures, qu'elles fussent rondes ou ovales, n'avaient qu'un diamètre maximum de 3 μ. J'ajoute que ces éléments m'ont paru infertiles ; lors même qu'ils sont séparés de la cellule-mère par une cloison (*d*, fig. 27) et caduques, ce qui n'est pas rare, ils m'ont toujours paru incapables de germination ; mais sur ce point l'observation est si difficile que je ne saurais me prononcer d'une façon absolue. Dans les individus tératologiques étudiés par M. Patouillard, la conidie était relativement volumineuse, et sans doute susceptible de germination, bien que l'auteur ne mentionne aucune observation sur ce point.

Quoi qu'il en soit, malgré ces différences, malgré aussi l'absence dans les pseudo-conidies de la gouttelette centrale que présentent les conidies figurées par M. Patouillard, la disposition des pseudo-conidies et des conidies sur les poils hyméniaux est si caractéristique (comparer les fig. *a* et *b* de la fig. 27) que je crois pouvoir homologuer ces deux éléments l'un avec l'autre.

D'autre part, la ressemblance est frappante entre les pseudo-conidies qu'on trouve sur les poils hyméniaux ou sur le mycelium, et les cystides à un seul stérigmate que présente parfois abondamment l'hymenium ; la nombreuse série des formes que j'ai observées ne me laisse aucun doute à cet égard. Les cellules à pseudo-conidies sont pour moi de véritables cystides extra-hyméniaux.

J'assimile donc entièrement aux cystides monostérigmatés les pseudo-conidies des formes cultivées, et puisque les cystides de *Pl. ostreatus* ne sont pour moi que des basides déformées, j'en

(1) Patouillard : *Hymén. d'Europe*, t. II, fig. 1, et *Sur l'appareil conidial*, etc., fig. dans le texte.

conclus que *basides normales*, *cystides*, *cellules à pseudo-conidies*, et *cellules à conidies* de Patouillard, sont des différenciations d'un seul et même élément type, qui évolue différemment selon la situation qu'il occupe dans l'architecture de la plante (1).

Sur le trajet des filaments, cet élément reste cellule mycélienne de forme normale et porte sur le côté une pseudo-conidie stérile. Dans certains cas (cas de pilosisme de Patouillard) l'élément devient fructifère, le stérigmate latéral développant une conidie véritable.

Si, au contraire, l'*élément est terminal* et sert à constituer l'hymenium, il développe 1-2-3-4 stérigmates qui sont tantôt stériles (cystides) tantôt fructifères (basides) (2).

Il y a lieu de mentionner ici les corps sphériques pédicellés que M. Heckel a observés dans les glandules du *Pleurotus glandulosus*. Le *Pl. glandulosus* est considéré comme une variété de *Pl. ostreatus*, dont il ne diffère que par la présence de *glandules* à la surface des lames. Ces soi-disant glandules ont été étudiées par M. Patouillard (3) et par M. Heckel (4). Ces auteurs ont montré qu'il s'agit en réalité de formations pileuses localisées et purement accidentelles : aux points considérés les éléments de l'hymenium s'allongent en poils plus ou moins développés. Pour M. Patouillard, ces poils sont toujours stériles. Pour M. Heckel, ces poils sont des stérigmates basidiaux devenus irréguliers et démesurément longs; ils peuvent donner naissance sur leur flanc à de petites sphères brièvement pédicellées, que l'auteur considère comme des basidiospores déformées et non caduques. Malgré la ressemblance de ces organes avec les pseudo conidies volumineuses et sphériques observées par moi sur le mycelium, le fait, souligné par M. Heckel, que ces éléments prennent naissance sur des filaments non cloisonnés qui sont des stérigmates déformés, empêche de pouvoir les assimiler soit aux conidies de M. Patouillard, soit aux pseudo-conidies que j'ai décrites.

(1) Le seul point faible, à mes yeux, de cette argumentation est l'homologie que j'admets entre la conidie de Patouillard et la pseudo-conidie.

(2) Quant à la forme oïdiale de Brefeld, elle a, comme nous l'avons vu, une signification morphologique toute différente.

(3) Patouillard : *Sur la structure des glandules du* Pleurotus ostreatus (Bull. Soc. Botanique, t. 27 (1880), p. 21).

(4) E. Heckel : *Nouvelles observations sur les prétendues glandes hyméniales du* Pleurotus glandulosus (Bull. Soc. Botanique, p. 302).

Conclusions générales.

En résumé, de ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes relativement au développement et à l'anatomie du *Pleurotus ostreatus* :

I. *Modes de fructification.* — Dans les cultures artificielles de *Pleurotus ostreatus* sur milieux stérilisés, en atmosphère constamment humide, les individus qui naissent isolément présentent des carpophores à pied renflé et sont entièrement symétriques par rapport à leur axe.

Lorsque les individus sont en groupe et portés sur un pied commun, les carpophores peuvent se développer suivant trois modes principaux :

1° *Fructification par carpophores bourgeonnants.* Dans ce cas, sur le carpophore symétrique primordial déjà différencié, naissent par bourgeonnement, en des points variables de la surface, un grand nombre de tubercules qui évolueront ultérieurement en carpophores de second ordre. Le développement de ces tubercules en carpophores ne se fait pas simultanément, mais par séries successives.

Il peut arriver qu'un carpophore de second ordre déjà différencié bourgeonne à son tour en donnant des carpophores de troisième ordre.

2° *Fructification en chou-fleur.* Dans ce cas, sur un tubercule primordial non différencié en carpophore se fait un bourgeonnement précoce de nombreux tubercules qui évolueront successivement en carpophores de second ordre.

3° *Fructification coralloïde.* Dans ce cas, qui est, par abréviation de développement, un cas extrême des deux précédents, le tubercule primordial non différencié bourgeonne des branches qui se ramifient un grand nombre de fois ; quand la ramification est avancée, toutes les branches ultimes se différencient simultanément en carpophores.

II. *Symétrie et orientation des carpophores.* — Les carpophores à croissance intercalaire faible ou nulle (carpophores primordiaux, carpophores de 2e, 3e ....., n^me^ ordre nés *en grand nombre* sur un tubercule commun) gardent la symétrie axiale et ne s'orientent pas.

Les carpophores à grande croissance intercalaire (carpophores de second ordre nés en petit nombre sur un tubercule commun) prennent la symétrie bilatérale et s'orientent géotropiquement.

III. *Structure de l'hymenium.* — L'hymenium des carpophores à symétrie bilatérale présente des basides normales nombreuses, et de rares cystides de petite taille munis chacun d'un stérigmate renflé à l'extrémité en un bouton ovalaire ou sphérique.

L'hymenium des carpophores à symétrie axiale présente de rares basides normales et de nombreux cystides de petite taille, les uns normaux, les autres munis de deux (parfois trois) stérigmates renflés à l'extrémité en bouton.

D'une part, cette dernière forme de cystides, intermédiaire entre le cystide normal et la baside, et d'autre part, le balancement numérique qui s'établit entre le développement des basides et des cystides sur l'hymenium, permettent de considérer *le cystide de Pleurotus ostreatus comme une baside déformée.*

IV. *Forme oïdiale, conidies et pseudo-conidies.* — La forme oïdiale décrite par Brefeld ne s'est pas montrée dans mes cultures ; j'attribue ce fait à la grande vigueur de végétation dont le mycelium est doué dans ces conditions.

Le mycelium et les poils hyméniaux présentent des formations analogues aux conidies déjà décrites chez le *Pl. ostreatus* ; mais ces éléments sont en partie atrophiés et semblent stériles : ce sont des *pseudo-conidies*.

Les cellules à pseudo-conidies ont la plus grande analogie avec les cystides et doivent être considérées comme des cystides extra-hyméniaux à un seul stérigmate ; la pseudo-conidie est l'homologue du bouton terminant le cystide ; le stérigmate qui la porte peut être renflé ou grêle.

En conséquence, les *basides normales*, les *cystides hyméniaux* à un, deux, trois stérigmates, les *cystides extrahyméniaux* (cellules à *pseudo-conidies*), et probablement aussi les *conidies* antérieurement décrites de *Pleurotus ostreatus*, doivent être considérés comme des différenciations d'un seul et même élément-type.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 4

Fig. 1 à 7. — Développement des carpophores par bourgeonnement sur un carpophore différencié. Grandeur naturelle.

Fig. 1. — *a*, Carpophore à symétrie radiale, né directement sur le mycelium. A côté se trouve un carpophore de dimension moindre, indépendant du premier.

Fig. 1′. — Le même carpophore *a*, grossi trois fois environ.

Fig. 2. — Le col du carpophore s'est allongé.

Fig. 3. — Des tubercules bourgeonnent sur le col et le chapeau du carpophore primordial *a*.

Fig. 4. — Un grand nombre de tubercules se sont différenciés en carpophores de second ordre. Quatre d'entre eux, tels que *a′*, constituant une première série, commencent à se développer plus que les autres.

Fig. 5. — Les quatre carpophores de second ordre *a′* ont pris la prédominance sur les autres. Le carpophore *b* n'a pas encore bourgeonné.

Fig. 6. — Les carpophores *a′* commencent à entrer en régression. Le carpophore *b* a donné naissance à plusieurs carpophores secondaires *b′*.

Fig. 7. — Les carpophores de la première série sont desséchés et rapetissés. Trois d'entre eux subsistent en *a′*, le quatrième a été enlevé, sa trace se voit en *x*. Trois carpophores de second ordre *a″*, constituant une seconde série, ont pris un grand développement.

L'un des carpophores *b′* a pris la prédominance sur les voisins.

Fig. 8 et 8′. — Un autre carpophore primordial, vu de profil et de face. Grandeur naturelle.

Fig. 9 et 9′. — Le même, ayant bourgeonné des carpophores de second ordre à différentes hauteurs sur le pied.

Fig. 10. — Le même. Deux carpophores de second ordre ont pris la prédominance.

Fig. 11. — Trois carpophores à symétrie bilatérale nés sur un tubercule commun non encore différencié. Grandeur naturelle.

Fig. 12 et 12′. — Deux carpophores de second ordre nés sur un tubercule commun. Le pied est allongé et renflé ; la symétrie bilatérale est très marquée. Gr. = 1,5.

Fig. 13. — Portion de l'hymenium d'un carpophore à symétrie bilatérale. On y voit : à droite, une baside tétraspore ; à gauche, une baside

monospore; au niveau de l'hymenium, un cystide; au centre, une baside monospore incomplètement développée et enfin une basidiospore libre. Gr. = 720.

Fig. 14. — Eléments de l'hymenium observés sur un carpophore légèrement dissymétrique (celui dont la trace est figurée en *x*, fig. 7) : *a*, baside normale jeune ; *b*, baside monospore ; *c*, deux cystides faisant saillie hors de l'hymenium. Gr. = 720.

Fig. 15. — Tronçons de mycelium provenant d'une culture âgée de plusieurs mois. On y voit les boucles mycéliennes et deux formes assez répandues de pseudo-conidies. Gr. = 540.

Fig. 16. — Un cystide à trois stérigmates, issu du bord d'une lame hyméniale d'un carpophore à symétrie radiale. Gr. = 540.

Fig. 17. — Types les plus répandus de cystides à 1 ou 2 stérigmates dans les carpophores à symétrie radiale. Gr. = 540.

SUR QUELQUES

CÉCIDIES ORIENTALES

par **M. H. FOCKEU** *(Fin)*.

III. GALLES DE TÉRÉBINTHACÉES

Les Térébinthes sont des arbres très répandus dans la région explorée par M. Barrois : les espèces les plus communes sont les *Pistacia Terebinthus* P., *Pistacia vera* L. et *Pistacia Lentiscus* L. C'est surtout le *Pistacia Terebinthus* L. qui lui a fourni les échantillons qu'il a bien voulu me confier. Ces galles sont toutes produites par des insectes Hémiptères appartenant aux genres *Pemphigus* et *Aphis*.

Pemphigus utricularius Pass. — Les galles déterminées par cet insecte sont encore appelées *galles utriculaires* ; elles peuvent atteindre la grosseur d'une pomme. Cueillies au mois d'avril, elles ont déjà un centimètre de diamètre. Elles sont insérées à la face inférieure du limbe ou à la base du pétiole par un pédicule très court. Leur surface luisante est d'un vert jaunâtre ; elles sont communes en Syrie.

On les trouve en grande abondance, dans le jardin de l'hôpital français de Jérusalem (1).

Pemphigus pallidus Derbès. — Les Galles du *Pemphigus pallidus* résultent d'une expansion marginale du limbe qui s'est repliée comme une valve vers la face supérieure. On observe parfois deux expansions analogues et absolument symétriques de part et d'autre de la ligne médiane. Au point de vue morphologique, cette galle ressemble beaucoup à la Diptérocécidie si commune sur les feuilles de Chêne de notre région et qui est

(1) Quelques échantillons m'ont été rapportés par M. Hennecart, interne des hôpitaux, qui les tenait de M. le Dr de Friess, médecin de l'hôpital.

déterminée par le *Diplosis dryobia* F. Lw., avec cette différence toutefois que dans cette dernière, c'est le parenchyme normal qui constitue la galle, tandis que dans le cas du *Pemphigus pallidus* la partie du limbe qui recouvre les insectes gallicoles résulte d'une hypertrophie des tissus. Cette différence est surtout manifeste lorsque l'on étudie le développement de ces deux galloïdes.

Les galles du *Pemphigus pallidus* ont été recueillies par M. Barrois sur les *Pistacia Terebinthus* et *Pistacia vera* L., un peu partout.

Pemphigus follicularius Pass. — Galles marginales ressemblant beaucoup aux précédentes, mais plus petites, plus globuleuses, pouvant se trouver à plusieurs sur le bord d'une même feuille, constituant une série de logettes ventrues saillantes à la face inférieure des feuilles et dont l'ensemble rappelle assez bien l'aspect d'une gousse. Tandis que l'on peut facilement soulever le clapet marginal qui constitue la galle du *Pemphigus pallidus*, il est plus difficile d'ouvrir une loge quelconque de la galle du *Pemphigus follicularius* sans briser les tissus. Dans le premier cas, l'espace occupé par les insectes est en quelque sorte une cavité virtuelle, dans le second cas, les insectes gallicoles, les *Pemphigus follicularius*, se trouvent au milieu d'une loge assez spacieuse. La feuille de Térébinthe portant une galle de *Pemphigus pallidus* est à peine modifiée au point de vue de sa forme; la feuille du même arbre, au contraire, portant des galles du *Pemphigus follicularius* n'a plus ses deux côtés symétriques. La cécidie du *P. follicularius* constitue une sorte de dentelure surajoutée au bord du limbe ; le clapet qui forme la galle du *P. pallidus* ne modifie aucunement les dimensions de la feuille.

Communes aux environs de Tibériade.

Pemphigus semilunaris Pass. — Les galles déterminées par cet insecte se présentent sous la forme d'une expansion localisée sur un des bords du limbe et résultant d'une hypertrophie et d'un reploiement vers la face supérieure. Cette expansion semilunaire présente, à sa surface, un reticulum très fin constitué par les nervures. Le bord du repli qui la forme est fortement cuticularisé et décrit une courbure à concavité interne par rapport à la nervure médiane. Cette galle présente une surface bombée, tournée vers la

face supérieure de la feuille. Son bord libre est échancré irrégulièrement et lui donne l'aspect d'une oreille.

Les galles du *Pemphigus follicularius* et du *Pemphigus semilunaris* ont été recueillies par M. Barrois dans toute la Syrie.

PEMPHIGUS RETROFLEXUS Courchet. — M. Courchet a désigné provisoirement sous ce nom l'insecte qui produit une galle analogue à celle du *Pemphigus pallidus*, mais qui en diffère par ce fait qu'il se fixe à la face inférieure du limbe au lieu de se fixer à la face supérieure.

Cette variété était assez commune dans les échantillons rapportés par M. Barrois. Les exemplaires de cette galle provenaient surtout de Tibériade et de Houleh.

PEMPHIGUS SP.? — C'est à un insecte du même genre que je crois pouvoir rapporter quelques échantillons d'une galle spéciale de Térébinthe qui est assez commune dans les jardins de l'hôpital français de Jérusalem et qui diffère beaucoup des espèces étudiées et décrites jusqu'ici.

Elle consiste en un reploiement des jeunes feuilles autour de la nervure médiane comme charnière, de telle sorte que les deux moitiés du limbe sont accolées par leur face supérieure. De plus, en un point quelconque de cette feuille repliée, se produit un renflement, une cavité de la grosseur d'un pois, à l'intérieur de laquelle vivent les insectes gallicoles, ce qui donne à cette galle l'aspect d'une samare (Planche 8, fig. 12, 13).

APHIS CHINENSIS Doub. — Ce puceron, décrit par M. Doubleday, détermine la production connue dans le commerce sous le nom de *Galle de Chine* ou de *Poey-tse*. D'après Shenck et Hanbury, on la trouverait surtout sur un arbre de la famille des Térébinthacées, le *Rhus semialata*; d'après Flückiger, le *Rhus japonica* la fournirait aussi.

Les échantillons frais de cette galle que j'ai eus à ma disposition, m'ont été rapportés par M. Hennecart, interne des hôpitaux ; ils provenaient tous de Jérusalem et avaient été cueillis en même temps que des rameaux sur des *Rhus Coriaria* L.

L'étude de ces échantillons frais m'a permis de vérifier l'opinion de Guibourt, qui prétend que cette galle résulte de l'hypertrophie d'un bourgeon.

IV. GALLES D'HÉMIPTÈRES.

Schizoneura lanuginosa Hart. — Les échantillons de cette galle cueillis sur l'Orme champêtre proviennent de *Kerf Haouar* ; ils sont de petite taille, de la grosseur d'une noisette. L'insecte s'y trouvait encore à l'état larvaire au moment de la récolte (9 mai).

Tetraneura ulmi De Geer. — Provient du même arbre et de la même localité. Ces deux espèces sont très communes en Orient.

Psyllopsis fraxini L. — Galloïde recueilli sur des *Fraxinus Ornus* aux environs de Damas.

Galle du Populus euphratica. — Galle sphéroïdale, uniloculaire, dure, de couleur verte, située indifféremment à la face supérieure ou à la face inférieure de la feuille du *Populus euphratica*, disséminée le long des nervures ou groupée en séries à la base du limbe. Elle peut atteindre 4 millimètres de diamètre et contient ordinairement une seule larve d'un blanc rosé (Pl. 9, fig. 13).

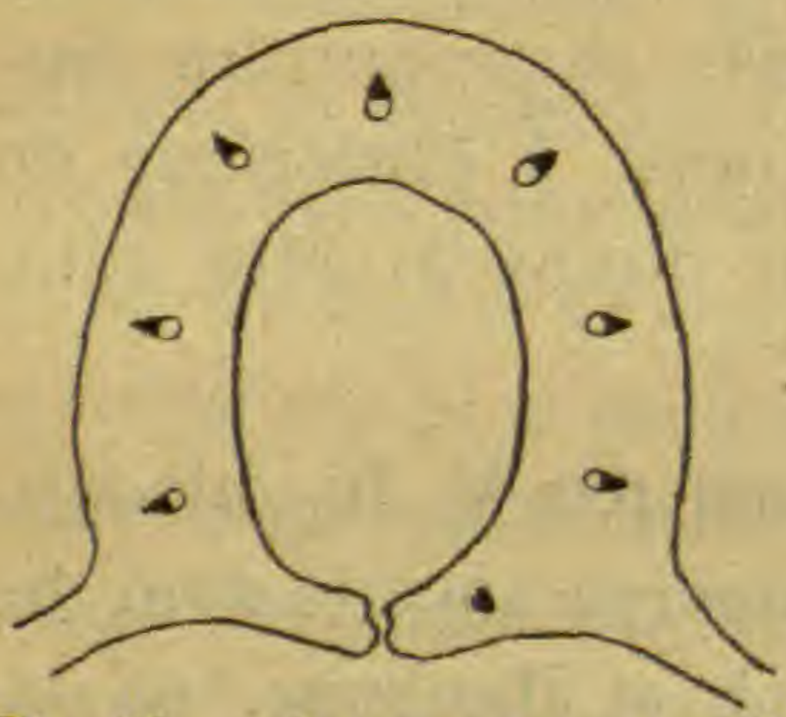


Fig. 35. — Coupe transversale schématique d'ensemble de la galle du *Populus euphratica*.

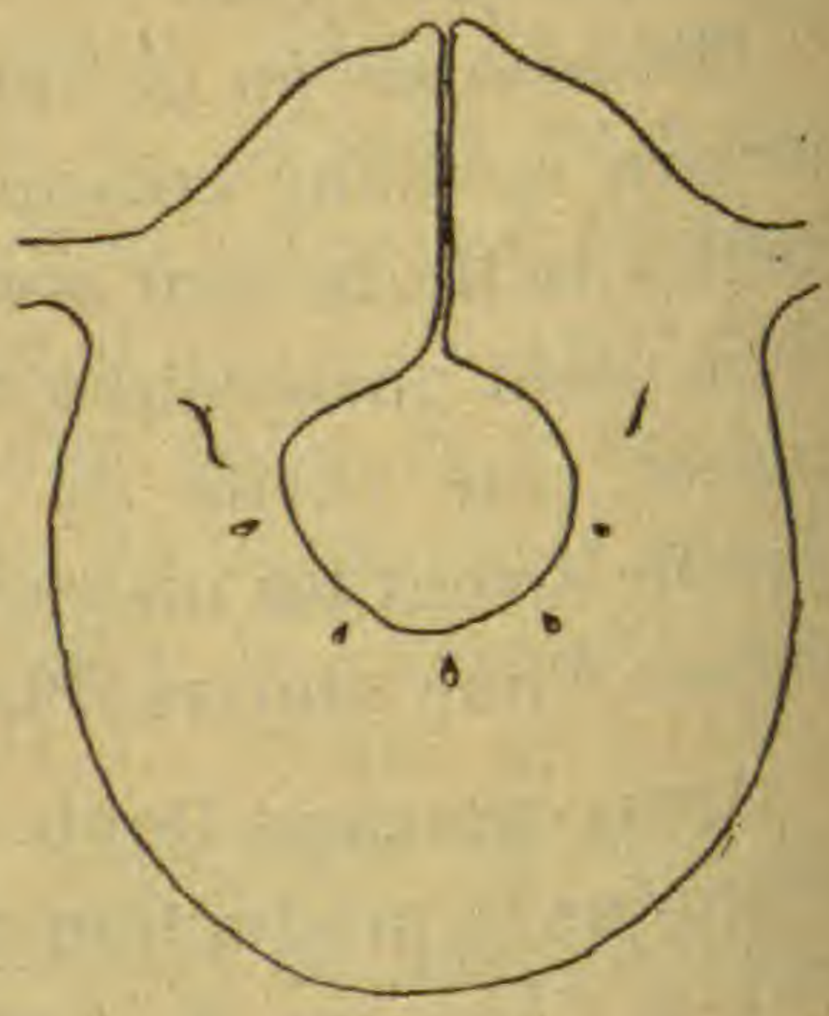


Fig. 36. — Coupe transversale schématique d'ensemble de la galle du *Populus Tremula*.

A première vue, en ne tenant compte que des caractères extérieurs, cette cécidie ressemble beaucoup à la galle déterminée, dans notre pays, par le *Diplosis tremulæ* sur les feuilles du Peuplier Tremble. La forme, la taille, la coloration de ces deux tumeurs sont les mêmes. Il est vrai de dire cependant que la galle d'Orient fait saillie indifféremment sur les deux faces de la feuille, tandis que celle de notre pays s'insère surtout à la face inférieure (1).

(1) La ressemblance est aussi frappante avec la galle du *Diplosis globuli* Rubs qui fait saillie à la face supérieure de la feuille du Peuplier Tremble.

La distinction est surtout facile si l'on ouvre ces deux galles. Dans l'une, celle de *Populus euphratica*, la cavité gallaire est large, spacieuse, en communication directe avec l'extérieur, la paroi de la tumeur étant relativement mince. Dans l'autre, au contraire, la loge occupée par l'animal gallicole est en relation avec l'extérieur par un petit canal très étroit qui traverse une paroi parenchymateuse épaisse. Les dessins schématiques des figures 35 et 36 indiquent ces caractères distinctifs.

La structure anatomique de ces deux galles est aussi bien différente. Une section transversale pratiquée dans la galle du *Populus Tremula* montre, de l'extérieur vers l'intérieur, les tissus suivants :

1° Un épiderme, formé par une rangée de petites cellules rectangulaires ou cubiques, à cuticule très mince, avec une assise de cellules sous-épidermiques rectangulaires.

2° Un parenchyme constitué par des cellules polyédriques, à cloisonnement assez irrégulier, allant en diminuant de calibre au fur et à mesure qu'on approche du centre, et devenant de plus en plus régulières.

3° Des faisceaux libéro-ligneux très petits, à trajet très sinueux et à orientation variable. Le bois de chaque faisceau est repré-

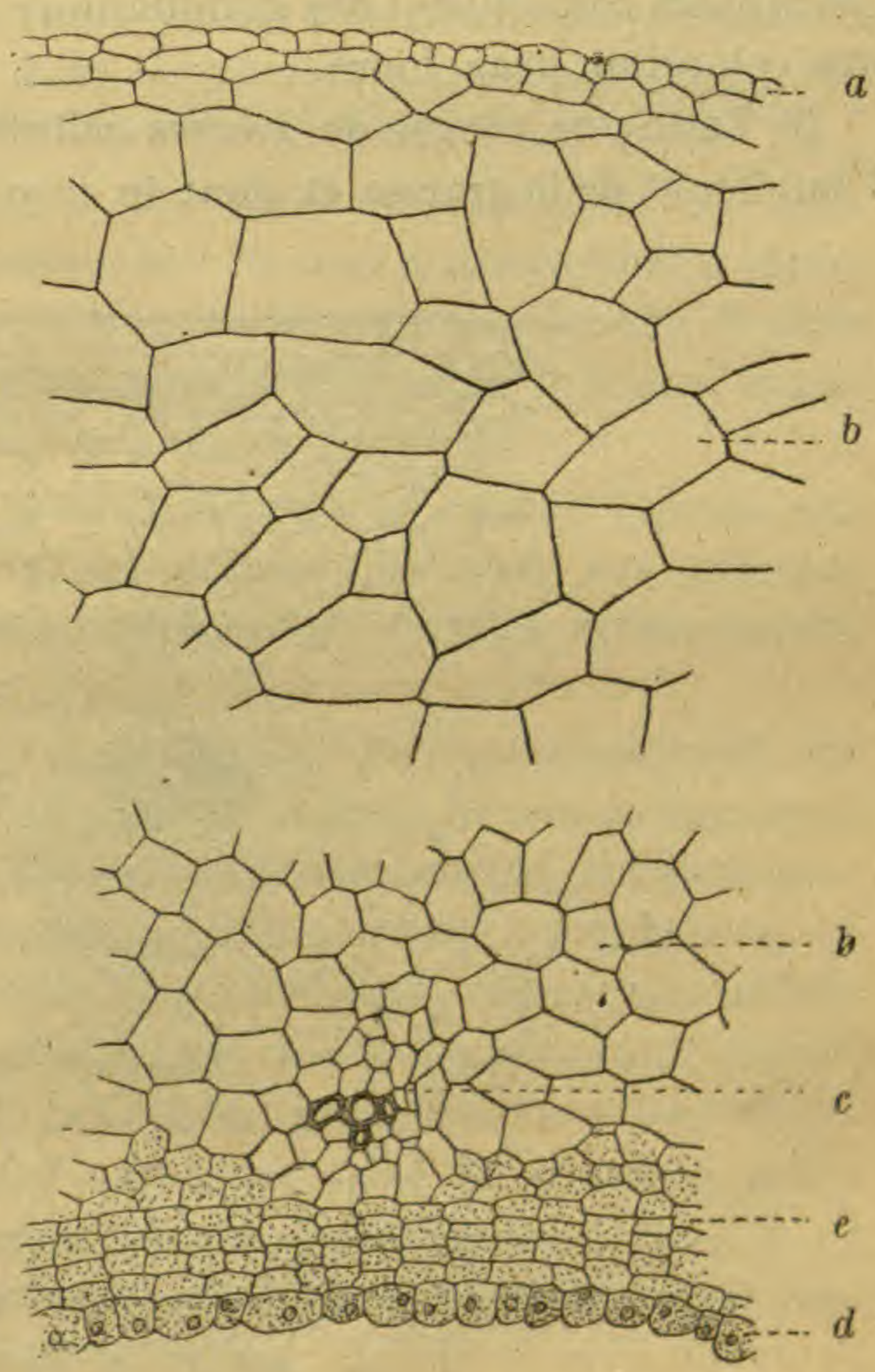


Fig. 37. — Coupe transversale de la galle déterminée sur le *Populus Tremula* par le *Diplosis tremulæ*. — *a*, épiderme ; *b*, parenchyme. (Il a été nécessaire d'établir une solution de continuité dans le dessin de ce tissu pour restreindre la dimension de la figure) ; *c*, faisceau libéro-ligneux ; *d*, tissu nutritif ; *e*, grosses cellules tapissant la cavité gallaire.

senté par quelques vaisseaux réticulés ou ponctués, le liber lui est superposé, les faisceaux sont beaucoup plus proches de la cavité gallaire que de l'épiderme.

4° Un tissu nutritif formé par des cellules rectangulaires à cloisonnement très régulier et disposées en série rayonnantes. Ces cellules contiennent des granulations amylacées et présentent une coloration brun foncé.

5° Enfin une rangée de grosses cellules cubiques contenant de l'amidon et de la graisse et dont le noyau est assez volumineux.

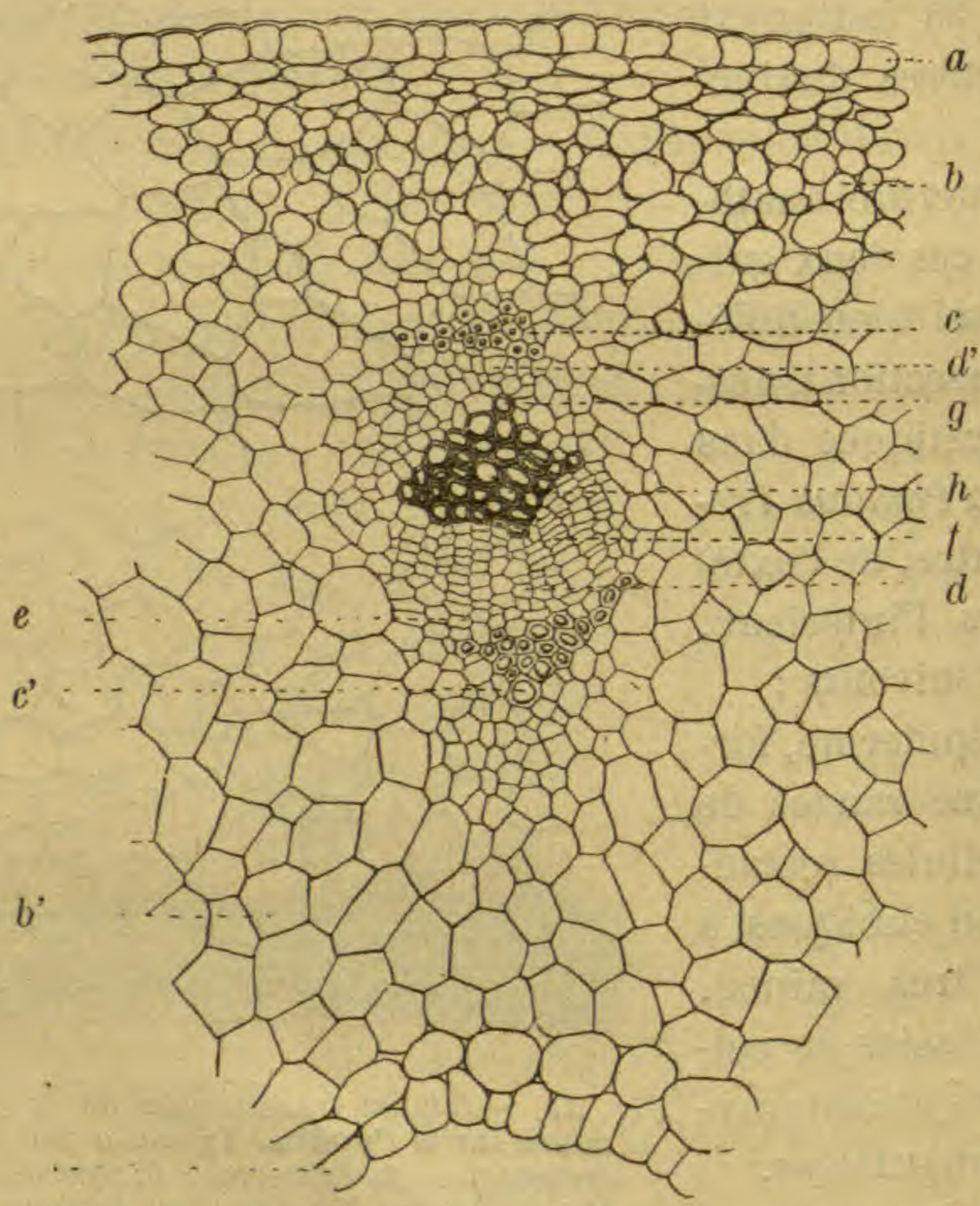


Fig. 38. — Coupe transversale de la galle du *Populus euphratica*. — *a*, épiderme; *b*, parenchyme cortical; *b'*, parenchyme central; *c*, *c'*, sclérenchyme; *d*, liber primaire interne; *d'*, liber primaire externe; *e*, liber secondaire; *f*, zone génératrice; *g*, bois primaire; *h*, bois secondaire.

Cette rangée de cellules qui tapisse la cavité gallaire peut être considérée comme la dernière assise interne du tissu nutritif.

Dans une section analogue de la galle du *Populus euphratica*, on distingue les tissus suivants :

1° Un épiderme, formé par une rangée de cellules cuboïdales à cuticule épaisse.

2° Un parenchyme cortical, dont les cellules composantes sont elliptiques dans la zone externe, avec leur grand axe parallèle à l'épiderme, et dont les plus internes sont sphériques.

3° Un parenchyme central, formé d'éléments polyédriques à cloisonnement régulier et dans lequel circulent les faisceaux.

4° Des faisceaux libéro-ligneux orientés d'une façon assez régulière. Ces faisceaux sont très épais et présentent un développement secondaire considérable. Ils sont disposés dans la région moyenne de la paroi. On y remarque de plus une couche de liber primaire externe (par rapport à la cavité gallaire) et une masse de cellules sclérenchymateuses à chaque extrémité.

5° On passe presque sans transition à la couche interne des cellules qui tapissent la cavité gallaire. Ce sont des éléments cubiques qui ressemblent beaucoup aux cellules épidermiques externes.

D'après cette description et les dessins qui l'accompagnent, on peut voir que les deux galles diffèrent, au point de vue anatomique, surtout par la présence ou l'absence du tissu nutritif, le développement et la différenciation plus ou moins grande des faisceaux, la position de ces faisceaux dans le parenchyme, enfin par la nature et l'aspect des tissus épidermiques. Ces caractères, joints aux dimensions respectives de la cavité gallaire sur laquelle nous avons insisté plus haut, différencient bien nettement l'une de l'autre la galle du *Populus Tremula* et celle du *Populus euphratica* (1).

La larve unique que j'ai trouvée dans la cavité gallaire était très peu développée au moment de la récolte.

(1) Les dessins qui accompagnent ce travail montrent que les faisceaux sont orientés d'une façon différente dans l'une ou dans l'autre galle. Dans la galle du *Populus Tremula*, les faisceaux ont une orientation externe (par rapport à la cavité gallaire); dans celle du *Populus euphratica*, ils ont une orientation interne. Ce fait ne constitue pas un caractère distinctif de ces deux espèces. On peut dire, en effet, d'une façon générale, que, dans beaucoup de cécidies, l'orientation des faisceaux est en rapport avec l'insertion de la galle à la face supérieure ou à la face inférieure de la feuille, et que les faisceaux conservent dans la tumeur leur orientation normale, c'est-à-dire la pointe tournée vers la face supérieure de la feuille qui les supporte. Les figures 35 et 36 correspondent à une galle de *Populus euphratica* insérée à la face supérieure de la feuille et les figures 36 et 37 à une galle de *Populus Tremula* insérée à la face inférieure de la feuille.

Cette galle a été signalée par Karsch (1) dans le Kurdistan, elle n'avait pas encore été observée dans le Levant.

M. Barrois l'a recueillie en abondance sur les *Populus euphratica* qui ombragent les bords du Jourdain au lieu dit *Gué des Pèlerins*, en face de Jéricho (20 avril).

V. GALLES DES CHÊNES

Galle du Quercus Ilex. — Galle pluriloculaire, ovoïde, faisant saillie sur les deux faces de la feuille du *Quercus Ilex* et englobant presque complètement tout le limbe, qui n'apparaît plus, de chaque côté de la tumeur, que sous la forme de minces denticules. Les insectes gallicoles piquent parfois toutes les feuilles d'une même branche, de sorte que les galles qui en résultent sont groupées en grappes assez régulières (Pl. 7, fig. 4, 5, 6).

Cette cécidie débute par une petite élévation sur la surface de la feuille, puis elle s'étend dans tous les sens et finit par englober tout le parenchyme en même temps qu'elle se renfle, devient globuleuse et se colore en rouge.

Ces galles ont été recueillies, par M. le Professeur Barrois, au mont Thabor, le 28 avril 1890. Les insectes qu'elles contenaient n'étaient pas assez développés pour me permettre d'en faire une détermination sérieuse, mais l'aspect extérieur de la galle correspond assez bien à la description que donne Karsch (2) de galles provenant de Lusitanie, portées par le *Quercus coccifera* et qu'il a figurées dans les planches qui accompagnent son travail. L'insecte gallicole producteur de cette cécidie serait, d'après Fabricius (3), le *Cynips quercus ilicis* Fabr. Cependant nos échantillons sont pluriloculaires. Peut-être pourrait-on aussi les identifier à une Hyménoptérocécidie décrite par Lichtenstein (4), sur les *Quercus coccifera* et *Q. Ilex* sous le nom de *Andricus cocciferæ* et *ilicis*.

Galle des Quercus ithaburencis. — Galle uniloculaire, sphé-

(1) Karsch : *Neue Zoocecidien und Cecidozoen*, Zeitschrift für die Gesammten Naturwissenschaften, Berlin, 1880.

(2) Karsch : *Ibid*, p. 286.

(3) Fabricius : *Supplementum Entomologiæ systematicæ Hafniæ*. 1798, p. 213, 10-11.

(4) Lichtenstein : (*Bul. Soc. entomol. Fr.* 1877, p. CII).

rique, de la grosseur d'un pois, à surface rugueuse, à paroi dure et ligneuse, située sur les bourgeons axillaires des *Quercus ithaburensis* (Pl. 7, fig. 3).

Cette galle résulte de l'hypertrophie et de la lignification des bourgeons.

Une section transversale montre une zone corticale brune et une zone interne blanchâtre, radiée, de même épaisseur; l'épaisseur totale de la paroi est de 2 millimètres environ.

La cavité gallaire spacieuse a des parois irrégulières. Ces galles, récoltées par M. le Professeur Barrois au Mont Thabor le 28 avril 1890, étaient toutes perforées; il m'a donc été impossible de retrouver aucune trace de l'habitant. Cependant l'aspect de la galle et la localisation de la tumeur sur un bourgeon me permettent de croire que le parasite devait être un Hyménoptère. Elle ressemble beaucoup, à première vue, à la galle déterminée sur les *Quercus pedunculata* et *sessiliflora* par l'*Aphilotrix globuli*, mais sa structure est absolument différente.

Sur une coupe transversale on remarque les tissus suivants :

1° Un épiderme, formé par une seule rangée de cellules à parois minces, à cuticule fine et dont quelques-unes sont prolongées en poils monocellulaires épais, courts, tordus sur eux-mêmes ;

2° Un tissu sous-épidermique, constitué par 4 à 5 rangées de cellules rectangulaires à parois fines, à cloisonnement régulier, d'aspect subériforme, contenant quelques grains d'amidon;

3° Quelques rangées de cellules hexagonales aplaties radialement, à parois épaissies et brunâtres, constituant une sorte de gaîne protectrice destinée à consolider les tissus épidermiques dont la résistance est relativement faible;

4° Un parenchyme cortical, dont les cellules à angles mousses et à parois fines ne contiennent pas d'amidon ;

5° Disséminés au milieu du parenchyme, des paquets de fibres à paroi épaisse, réfringente, et à cloisonnement très irrégulier. Ces fibres rappellent en tous points les éléments désignés, dans certains organes, sous le nom de cellules pierreuses. Ce sont elles qui donnent à la couche corticale sa grande dureté et qui résistent au rasoir quand on fait une coupe, à tel point qu'on est obligé de ramollir la tumeur dans l'eau chaude, avant de pouvoir l'étudier.

De plus ces fibres, qui représentent les éléments libériens, ont leurs parois perforées d'une infinité de petits pores et méritent bien le nom de *fibres criblées*.

Ces paquets isolés de *fibres criblées* diminuent de taille au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la surface ; l'épaisseur de leurs cellules diminue également et, en contact avec le cambium, on trouve :

6° Les éléments secondaires du liber, qui sont représentés par des cellules sensiblement rectangulaires, mais à parois fines ;

7° Un tissu cambial assez épais, constitué par plusieurs assises de cellules rectangulaires à parois fines ;

8° Une zone centrale radiée, qui commence immédiatement sous le cambium par des fibres ligneuses, disposées sous forme de bandes radiales séparées par des cellules à parois fines rectangulaires, en séries linéaires également radiales, et qui constituent la plus grande partie de la zone centrale ;

9° De grandes cellules à cloisonnement irrégulier, à paroi épaisse, réfringente, traversée par des minces canalicules, et rappelant beaucoup les éléments décrits plus haut. Ce tissu peut être considéré comme un tissu protecteur interne. Il ne forme pas une zone continue, mais de distance en distance ce tissu protecteur est remplacé par des éléments à parois fines dont nous verrons le rôle plus loin ;

10° Le tissu nutritif, constituant les parois de la cavité gallaire et formé par de grandes cellules à angles émoussés, contenant de l'amidon.

En résumé, on remarque dans cette galle des tissus externes tendres facilement perméables, deux tissus protecteurs, l'un extérieur, l'autre intérieur, entre lesquels se trouve une zone ligneuse à structure radiée et enfin un tissu nutritif.

La cavité gallaire a des parois rugueuses.

Pour sortir de la galle, l'insecte, étant encore à l'état larvaire, prépare un conduit qu'il pratique en profitant des tissus les plus tendres. Il détruit d'abord les cellules fines que nous avons signalées dans la zone 9, suit le trajet de la zone radiée en détruisant les cellules minces qui séparent les bandes ligneuses (véritables rayons médullaires) et arrive ainsi dans la zone protectrice externe qu'il attaque dans ses cellules les plus tendres situées entre les îlots de fibres.

Galles des Quecus Ilex et ithaburensis. — Petites galles pustuleuses, uniloculaires, faisant saillie à la face supérieure des feuilles de Chênes *(Quercus Ilex* et *Q. ithaburensis)* sous la forme d'une éminence discoïde de 2 millimètres 1/2 de diamètre, à surface lisse, et présentant un petit mucron en son centre. Leur présence est également indiquée, à la face inférieure des feuilles, par une légère éminence duveteuse, déprimée au centre (Pl. 7, fig. 1, 2).

Ces galles ont été récoltées par M. le Professeur Barrois sur les Chênes du Mont-Thabor le 28 avril 1890 ; elles contiennent chacune une très petite larve de Diptère.

Je crois pouvoir homologuer cette galle à celle qui a été sommairement décrite par Karsch et qui a été trouvée en Grèce sur les feuilles du *Quercus macrolepis*.

La structure de cette galle est très curieuse. Les tissus qui la constituent sont remarquables par l'épaisseur de leurs cellules et la localisation des éléments protecteurs.

On sait que, d'une façon générale, l'insecte gallicole se trouve ordinairement entouré par un tissu nutritif, limité de toutes parts par une zone protectrice que recouvrent des tissus tendres formant la masse de la tumeur.

Dans le cas particulier de la diptérocécidie qui nous occupe, les tissus ont la disposition suivante :

1° Un épiderme supérieur dont les cellules ont des parois épaisses ;

2° Un tissu sous-épidermique résultant de la transformation du parenchyme en palissade de la feuille et formé par des cellules rectangulaires plus ou moins allongées, à parois très épaisses et dures ;

3° Le tissu nutritif qui n'entoure que la partie supérieure de la loge gallaire ;

4° Un tissu protecteur englobant, comme une sorte de cloche, la base de la loge dont il constitue la paroi et se prolongeant sur les bords du pertuis qui s'ouvre à la face inférieure de la feuille ;

5° Un tissu subéreux constitué par des cellules rectangulaires à parois fines, disposées en colonnes irrégulières ; ce tissu forme la plus grande partie de la portion inférieure de la galle ;

6° L'épiderme qui recouvre la face inférieure présente des poils disposés en touffes.

VI. GALLES DIVERSES

Galles de Cratægus orientalis. — Galles globuleuses, pluriloculaires, plus ou moins régulières, de la grosseur d'un pois, souvent accolées les unes aux autres et insérées sur le limbe ou sur le pétiole des feuilles du *Cratægus orientalis* (Pl. 7, fig. 14).

Ces galles sont groupées à la partie terminale des jeunes rameaux, ce qui donne à l'ensemble l'aspect d'une grappe.

Galles d'Ephedra. — Elles ont été récoltées par M. le Professeur Barrois, dans les bois qui bordent le lac de Yamouneh (Liban) le 2 juin 1890.

Ces galles proviennent de la mer Morte et du désert de Palmyre (14-21 avril et 20-27 mai 1890).

Galles globuleuses en rosette situées à l'extrémité des rameaux principaux ou le long de la tige des *Ephedra*. Elles semblent résulter de l'hypertrophie d'un bourgeon terminal ou axillaire. Il y a épaississement des tissus de toutes les folioles qui composent le bourgeon et augmentation du nombre de ces folioles. Lorsqu'on dissocie la galle, on constate que les folioles composantes sont groupées par séries autour d'un point central et qu'elles entourent une enveloppe mince, une sorte de coque d'origine végétale qui protège l'insecte. Cette enveloppe, qui constitue en somme la loge gallaire proprement dite, est excessivement mince, transparente et prend naissance sur une sorte de *torus* de tissu scléreux qui forme le noyau central de la rosette. Il en résulte que la galle d'*Ephedra* est en réalité formée par la réunion d'un certain nombre de loges gallaires, protégées chacune par une série de petites écailles foliacées. Les différentes loges gallaires sont insérées toutes sur un réceptacle scléreux convexe et creux (Pl. 7, fig. 10, 11 et 12).

Lorsqu'on pratique une coupe transversale de cette cécidie on trouve :

1° Au centre une cavité spacieuse à parois irrégulières dans laquelle n'existe aucun habitant. Je crois cette cavité produite

par la dissociation des tissus de l'extrémité des rameaux. Un phénomène du même genre se produit sur les diptérocécidies de certaines Composées; dans ce cas c'est le réceptacle de la fleur qui se creuse ;

2° A la périphérie une série de loges à parois minces contenant chacune une larve et protégées par des folioles.

Au moment de la récolte (avril-mai) ces larves étaient très jeunes, et comme les galles avaient été plongées momentanément dans l'alcool, je n'ai pu songer à les cultiver. Il m'a donc été impossible de déterminer à quel groupe appartenait l'insecte producteur de cette galle.

J'ai trouvé en outre sur cette cécidie :

1° Des Acariens disséminés au milieu des poils ;

2° Deux espèces de Thrips vivant entre les folioles ;

3° Des Hémiptères adultes du groupe des Aphis collés à la surface de la galle. Je me suis demandé si ces Hémiptères n'étaient pas les adultes des insectes gallicoles vivant libres en dehors des loges comme cela se voit assez fréquemment dans les hémiptérocécidies. C'est une question que je n'ai pu trancher, pour la raison indiquée plus haut.

Galles de Tamarix. — Les *Tamarix* des Indes et notamment le *Tamarix orientalis* L., présentent souvent des excroissances noueuses, arrondies, d'un rouge vif, de la grosseur d'un pois, que les Turcs nomment *Bazgendge* et les Égyptiens *Chersamel*. D'après Belon (1) elles servaient autrefois en médecine comme succédanés des noix de galles. La *Pharmacopœia of India* de 1867 ne les indique pas comme officinales (2). Vogl en a fait l'étude micrographique en 1877.

D'autre part, Frauenfeld a observé, depuis Alexandrie jusqu'au bout de la presqu'île de Sinaï, de nombreuses galles de *Tamarix* correspondant aux deux types suivants :

1° Un renflement irrégulier, long de 2 centimètres 1/2, produit par une chenille de *Grapholita* aux extrémités des branches du *Tamarix articulata* ;

(1) Belon : *Singularités*, 1554.
(2) G. Planchon : *Dict. des Sc. méd.*, art. *Galles*.

2° Une hypertrophie des branches ligneuses du *Tamarix gallica* localisée dans l'écorce et produite par la chenille de *Gelechia sinaica*.

Les galles de *Tamarix* recueillies par M. le professeur Barrois à Palmyre, sur les bords de la mer Morte et du Jourdain (14-24 avril 1890), ne semblent pas se rapporter à aucune des espèces décrites jusqu'ici (Pl. 7, fig. 7 et 8).

Ce sont des renflements fusiformes, longs de 2 à 3 centimètres, larges au milieu de 1 centimètre, et localisés sur les rameaux des *Tamarix jordanis*. Leur couleur d'un brun roussâtre ne se différencie pas de la teinte normale de l'écorce de l'arbre. La surface est lisse et présente des dépressions longitudinales, visibles surtout sur les plus grosses galles et qui correspondent à des lignes de maximum d'accroissement dans les tissus constituant la paroi gallaire. A la surface de tous les échantillons se remarquent en outre de petites empreintes correspondant à l'insertion de feuilles avortées. J'ai trouvé à l'intérieur de ces galles de *Tamarix* des Hyménoptères parasites que je n'ai pas encore pu déterminer.

Galle de Rosa canina L. — Galles ovoïdes ou sphériques, dures, à surface lisse, insérées sur le limbe ou le pétiole des feuilles de *Rosa canina* et souvent réunies à plusieurs sur les différentes folioles composant une même feuille ; elles forment ainsi des masses plurilobées comme celles que nous avons figurées planche 8, fig. 1 et 2.

Ces galles sont creusées d'une cavité très petite comparativement à leur taille. Elles contiennent chacune une larve d'Hyménoptère. Récoltées le 30 mai 1890, à Kossair, près de Homs, elles n'étaient pas encore très développées.

Galles de l'Artemisia herba-alba Asso. — Elle a été signalée en Syrie par Wetztein. Hausknecht la trouva en Mésopotamie.

La galle contient une larve de Diptère ; l'insecte adulte n'est pas encore connu.

Cette galle est très commune dans le désert de Palmyre (20-27 mai 1890) ; elle attire facilement l'œil du voyageur.

On trouve un dessin très imparfait de cette galle dans le travail de Karsch que j'ai cité plus haut. Ce dessin a dû être fait d'après un échantillon sec du musée de Berlin. Nous avons pu reconstituer

l'aspect exact de la galle, grâce à la parfaite conservation des échantillons et aux renseignements personnels que nous a fournis M. le Professeur Barrois (Pl. 7, fig. 9).

Dans certaines régions on s'en sert, paraît-il, comme boute-feu, en raison de sa teneur en nitrate qui favorise la combustion et de l'odeur aromatique qu'elle répand en brûlant.

Galles de l'Atriplex halimus L. — Galle pluri-loculaire en forme de rosette (comparable à la rose du Saule) située à l'extrémité des rameaux de l'*Atriplex Halimus* et constituée par une série de folioles serrées les unes contre les autres et se recouvrant partiellement. Au centre, existe un noyau dur où sont réunies les loges gallaires. Quand on enlève toutes les folioles, on trouve une hypertrophie corticale du rameau sur lequel est insérée la tumeur. Cette hypertrophie porte une série de petites cupules dont les parois donnent insertion aux feuilles et qui abritent chacune une larve d'Hémiptère.

Cette galle a été récoltée par M. le Prof. Barrois sur les bords de la mer Morte le 14-21 avril 1890. A cette époque elle n'était pas encore complètement développée.

Galles de Salsola. — Galles sphériques ou ovoïdes, de couleur noire, longues de 1 à 2 centimètres, larges de 1/2 à 1 centimètre, portant à leur surface des feuilles rudimentaires ou des traces de cicatrices foliaires, insérées sur le trajet ou à l'extrémité des rameaux du *Salsola*.

Ces galles sont percées d'une série de trous très petits dans lesquels on peut à peine introduire la pointe d'une fine aiguille. A ces orifices correspondent autant de galeries creusées dans des tissus de la galle et aboutissant toutes à une grande cavité centrale irrégulière qui est la véritable loge. A l'intérieur de cette loge existaient, dans les 5 échantillons mis à ma disposition, des débris de larves de Diptères. Il est probable que les conduits irréguliers qui traversent la paroi de la galle sont les traces laissées par un insecte parasite qui a vécu aux dépens de l'insecte gallicole (Pl. 8, fig. 5, 6, 7 8).

La galle de *Salsola* présente de grandes analogies d'aspect avec certaines diptérocécidies du Saule.

Cette galle provient du désert de Palmyre (20-27 mai 1891).

EXPLICATION DES PLANCHES 7 ET 8

Planche 7

Fig. 1. — Feuille de Chêne avec galles pustuleuses.
Fig. 2. — Section transversale de la galle.
Fig. 3. — Galles du *Quercus ithaburensis* insérées sur des bourgeons axillaires.
Fig. 4. — Branche terminale d'un rameau jeune de *Quercus Ilex* portant une véritable grappe de galles.
Fig. 5-6. — Feuilles de *Quercus Ilex* portant chacune une galle qui englobe la plus grande partie du limbe.
Fig. 7. — Galle de *Tamarix*.
Fig. 8. — Section transversale de la galle de *Tamarix*.
Fig. 9. — Galle d'*Artemisia herba-alba*.
Fig. 10. — Galle d'*Ephedra*.
Fig. 11. — Section axillaire de la galle d'*Ephedra* montrant les différentes parties constituantes de la cécidie.
Fig. 12. — Une petite galle d'*Ephedra* isolée.
Fig. 13. — Feuille de *Populus euphratica* avec galles.
Fig. 14. — Rameau de *Cratœgus orientalis* dont la plupart des feuilles portent une galle.

Planche 8

Fig. 1-2. — Rameaux de *Rosa canina* avec galles.
Fig. 3. — Galle de Sauge.
Fig. 4. — Section transversale et longitudinale de la galle de Sauge.
Fig. 5-6. — Galles de *Salsola*.
Fig. 7-8. — Sections transversale et longitudinale de la galle de *Salsola*.
Fig. 9. — Épi de Plantain avec phytoptocécidie du *Phytoptus Barroisi*.
Fig. 10. — Galle d'Absinthe (1).
Fig. 11. — Feuille de *Berberis* avec galles du *Phytoptus curvatus*.
Fig. 12-13. — Galles de Térébinthe produite par le *Pemphigus* sp. provenant de l'hôpital français de Jérusalem.

(1) Cette galle, qui n'est pas décrite dans le texte, fera l'objet d'un prochain travail.

REVUE DES TRAVAUX
D'ANATOMIE VÉGÉTALE
PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Suite)*

Le rôle physiologique des nucléoles est encore assez mystérieux. M. Strasburger (1) pense qu'ils peuvent contribuer à la croissance des filaments du fuseau et de la plaque cellulaire qui, on le sait, représente l'ébauche de la cloison de cellulose destinée à séparer les deux nouveaux noyaux ; peut-être même leur substance servirait-elle, d'après ce botaniste, à l'édification des membranes des deux nouveaux noyaux. Il faut bien dire que ce sont là autant d'hypothèses et que les raisons invoquées par M. Strasbürger ont besoin d'être fortifiées.

Pour M. Flemming (2) et d'autres auteurs, les nucléoles serviraient à la croissance des chromosomes qui s'observe toujours au début de la karyokinèse. M. Flemming en voit une preuve dans ce fait que les chromosomes tout d'abord cyanophiles deviennent érytrophiles à mesure qu'ils s'accroissent et que ce passage du bleu au rouge est parallèle à la résorption des nucléoles, qui, nous l'avons vu, sont constamment érytrophiles.

Enfin pour MM. O. Hertwig (3), Karsten (4), etc., les nucléoles ou tout au moins certains d'entre eux, constitueraient après la dissolution de la membrane nucléaire, les sphères directrices.

Divers observateurs avaient signalé dans les cellules animales l'existence de deux corpuscules qui, au moment de la division du noyau, servent de point de départ à la formation des asters : on les désigne sous des noms assez variés : *sphères attractives*, *centrosphères*, *astrosphères*, *corpuscules polaires*, *corpuscules centraux* ou encore *centrosomes*.

Nous avons déjà fait connaître (5) que M. Guignard a retrouvé

(1) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme*, etc. et travaux antérieurs.

(2) W. Flemming : *Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle* (Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 27, p. 685, 1891).

(3) O. Herwig : *Die Zelle und die Gewebe, Jena*, 1892.

(4) G. Karsten : *Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 11, p. 555-562, 1 pl. 1893).

(5) Revue générale de Botanique, t. IV, 1892, p. 45.

ces formations dans les cellules végétales, aussi bien pendant la division du noyau que pendant l'état de repos et leur a donné le nom de *sphères directrices*. Nous rappellerons que, d'après M. Guignard, les sphères directrices apparaissent dans toute cellule végétale au repos comme deux petites masses sphériques rapprochées côte à côte sur le flanc du noyau; chacune d'elles étant formée d'un noyau central ou *centrosome* entouré d'une aréole limitée elle-même au dehors par une membrane granuleuse. Au moment où le noyau va entrer en bipartition, les sphères attractives s'écartent progressivement et vont se fixer en deux points diamétralement opposés ; elles prennent alors des stries radiaires et c'est d'elles que partent en rayonnant les filets protoplasmiques qui se rejoignent à travers le noyau, après la dissolution de sa membrane, pour former le fuseau nucléaire. La bipartition longitudinale des chromosomes étant opérée, avant même que les deux nouveaux noyaux se soient complétés par la formation d'une membrane propre, chaque sphère attractive se divise en deux et deux nouvelles sphères accompagnent ainsi le flanc externe de chacun des nouveaux noyaux. Dès lors, les sphères directrices représenteraient un organe permanent de la cellule végétale et se transmettraient sans discontinuité d'une cellule à l'autre pendant toute la durée de la vie de la plante. Au point de vue morphologique (1) elles se distingueraient nettement des autres corpuscules comme les granulations protoplasmiques et les nucléoles, par la constance de leurs dimensions qui ne varient que dans de faibles limites, par la présence d'un corpuscule central plus colorable que la zone qui l'entoure, par leur position fixe aux deux pôles du fuseau nucléaire pendant la karyokinèse.

Quoique le nombre des sphères directrices soit normalement de deux par noyau, il peut être par exception (2) plus considérable ; on observe alors des figures multipolaires dont chaque pôle est occupé par une des sphères directrices.

M. Henneguy (3), qui a vu de telles figures chez la Truite, admet que de chacune d'elles résulte autant de noyaux-filles qu'il y a de sphères directrices ; il admet d'autre part qu'une même sphère directrice peut agir sur plusieurs noyaux à la fois et servir ainsi de point de départ à la formation de plusieurs fuseaux. Bien que M. Guignard n'ait pas observé dans leurs détails, des phénomènes identiques à ceux que signale M. Henneguy relativement à l'action exercée par une même sphère sur plusieurs noyaux, il n'est pas douteux pour lui qu'on doive aussi les rencontrer chez les plantes. Dans les préparations de *Leucoium* qu'il a eues sous les yeux, les noyaux se trouvaient trop éloignés

(1) L. Guignard : *Sur l'origine des sphères directrices* (Journal de Botanique, nos 14 et 15, 1894, 1 pl.).

(2) L. Guignard : *Nouvelles études*, etc.

(3) F. Henneguy : *Sur le rôle des sphères attractives dans la division indirecte des noyaux* (Comptes-Rendus de la Société de Biologie, 13 juin 1891).

les uns des autres pour qu'une seule sphère pût agir à la fois sur plusieurs d'entre eux comme dans les cas décrits par M. Henneguy.

M. Strasburger (1) a trouvé des sphères directrices dans le *Sphacelaria scoparia*. Dans cette plante la division des sphères est tardive et ne se produit qu'à la fin de la karyokinèse.

M. Schottlander (2) constate aussi l'existence de sphères directrices dans les jeunes organes sexuels de diverses Cryptogames, mais, comme M. Heidenhain dans les cellules animales, il leur a trouvé des dimensions variables.

D'après MM. Farmer et Reeves (3), dans le *Pellia epiphylla*, les sphères directrices ne sont pas visibles quand le noyau est au repos. Elles se montrent au début de la division du noyau pour disparaître d'ordinaire quand le fuseau est terminé. Pendant les derniers stades de la division, elles deviennent encore distinctes et semblent manquer complètement pendant toute la durée du repos du noyau.

M. Strasburger (4), qui a eu sous les yeux les préparations de MM. Farmer et Reeves, ne peut que confirmer leurs assertions. L'exemple du *Pellia epiphylla*, ajoute M. Strasbürger, montre avec quelle réserve on doit conclure à la non existence complète des sphères directrices dans tel ou tel organe, telle ou telle plante.

M. Farmer (5) a en outre constaté l'existence des sphères directrices dans les anthères du Lis. Il est porté à admettre par l'ensemble de ses observations sur ces corpuscules que ce sont non des organes actifs et permanents, mais de simples masses de condensation passives dont l'importance physiologique peut être grande, mais dont l'existence est incertaine et passagère.

M. Karsten (6) attribue aux sphères directrices une origine nucléaire. Ce ne sont pas d'après ce botaniste des éléments figurés du protoplasma cellulaire, mais du noyau ; les sphères directrices ne sont d'ailleurs pas des éléments spéciaux : ce sont simplement des nucléoles. Dans le

(1) E. Strasbürger : *Scwärmsporen, Gameten, planzischen Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung* (Histologische Beiträge, Heft 4, 1892).

(2) P. Schottländer : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzelle bei Kryptogamen* (Cohn 's Beiträge zur Biologie des Pflanzen, Bd. VI. p. 267-304, mit Tafeln IV, V, 1892).

(3) J. Bretland Farmer et Jesse Reeves : *On the Occurence of Centrospheres in Pellia epiphylla Nees.* (Annals of Botany, p. 219-224, with pl. XIV, Bd. VIII, 1894).

(4) E. Strasbürger : *Karyokinetische Probleme* (Jahrbücher fur wissenschaftliche Botanik, Bd. 28, p. 151-204, mit Tafeln II, III, 1895)

(5) J. Bretland Farmer : *Ueber Kerntheilung in Lilium-Antheren besonders in Bezug auf die Centrosomen-Frage* (Flora : Bd. 80, p. 56-57, mit Tafeln II, III, 1895).

(6) G. Karsten : *Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 11, p. 555-562, 1 pl., 1893).

tissu sporogène du *Psilotum triquetrum*, quand les noyaux sont sur le point d'entrer en division, les nucléoles se rapprochent de la membrane nucléaire et lorsque celle-ci se dissout, ils passent dans le cytoplasme. Lorsque le nombre des nucléoles dépasse deux, il se réduit sans doute à deux par fusion ou dissolution de certains d'entre eux. Quoi qu'il en soit, au stade de division longitudinale des chromosomes, on aperçoit à chaque pôle deux corpuscules arrondis qui se formeraient aux dépens du nucléole primitif qui a dû se rendre en ce point. Il n'est pas douteux pour M. Karsten que ces corpuscules ne dérivent des nucléoles qui, après être devenus libres dans le cytoplasme se seraient placés aux pôles du fuseau nucléaire ; il n'est pas non plus douteux pour lui que ces corpuscules ne soient identiques aux sphères directrices de M. Guignard. Quand les éléments chromatiques de la plaque étant arrivés aux pôles, les jeunes noyaux s'organisent, les corpuscules en question rentreraient dans ces noyaux où ils formeraient de nouveaux nucléoles.

M. Farmer (1), à la suite de recherches sur les cellules-mères polliniques du *Lilium Martagon* se montre disposé à croire qu'il y aurait en effet quelque relation entre les nucléoles et les sphères directrices.

M. Humphrey (2) considère comme anormaux les faits signalés par M. Farmer dans le *Lilium Martagon*. Reprenant les observations de M. Karsten sur le tissu sporogène du *Psilotum triquetrum*, il conclut à l'existence de sphères directrices indépendantes des nucléoles et présentant bien avec le noyau les rapports décrits par M. Guignard. Il déclare d'ailleurs que pas plus dans cette espèce que dans toutes celles qu'il a étudiées, les sphères directrices ne se sont montrées d'ordinaire bien visibles, quelles que fussent les méthodes de fixation ou de coloration utilisées.

De ce côté, M. Zimmermann (3) émet des doutes sur les relations que MM. Karsten et Farmer croient exister entre les sphères directrices et les nucléoles.

En présence des contradictions auxquelles avaient donné lieu, au point de vue des sphères directrices, l'étude du tissu sporogène du *Psilotum triquetrum*, M. Guignard (4) a entrepris des recherches sur le même objet.

Les sphères sont difficiles à voir dans les cellules au repos de ce tissu à cause de l'abondance d'un protoplasma à granulations volumi-

(1) J. Bretland Farmer : *On nuclear division in the Pollen-mother-cells of Lilium Martagon* (Annals of Botany, vol. 7, p. 392–396, 2 fig., 1893).

(2) J. E. Humphrey : *Nucleolen und Centrosomen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 12, Heft 5, p. 108-117, 1 pl., 1894).

(3) A. Zimmermann : *Sammel-Referate aus dem Gesamtgebiete der Zellenlehre* (Beihefte zum botanischen Centralblatt, Jahrgang, III, p. 206, 321, 401, 1893).

(4) L. Guignard : *Sur l'origine des sphères directrices* (Journal de Botanique, n°s 14 et 15, 1394, 1 pl.).

neuses. Cependant M. Guignard les a aperçues plusieurs fois au contact ou très près de la membrane nucléaire; leur taille est moindre que celle des nucléoles. Pendant la karyokinèse, alors que les chromosomes épaissis et contractés se rassemblent pour former la plaque nucléaire, a membrane du noyau se dissout et les nucléoles sont refoulés dans le cytoplasme en dehors des chromosomes. Lorsque le fuseau est constitué, on aperçoit à ses pôles les sphères directrices avec leur corpuscule central. Les nucléoles, partiellement résorbés, occupent des positions variables par rapport au fuseau, en dehors duquel ils restent d'ailleurs toujours, se tenant au voisinage des pôles près des filaments nucléaires; ils sont mélangés à des granulations protoplasmiques. Il se peut qu'alors plusieurs nucléoles se placent plus ou moins près de chaque pôle, mais on ne saurait les confondre avec les sphères directrices. Ils sont homogènes tandis que les sphères présentent un corpuscule central entouré d'une aréole peu colorable. Au moment de la constitution des deux nouveaux noyaux, l'observation des sphères est rendue très difficile par la présence fréquente dans la région où elles doivent se trouver d'un ou deux nucléoles et de granulations protoplasmiques. L'interprétation de M. Karsten reposerait donc sur une erreur d'observation qu'explique la persistance des nucléoles pendant toute la durée de la karyokinèse et la présence de grosses granulations protoplasmiques; elle s'explique aussi par la difficulté que présente au point de vue technique la fixation et la coloration des sphères directrices des cellules végétales, lesquelles sont moins colorables que dans les cellules animales et sont détruites ou rendues méconnaissables par beaucoup de liquides fixateurs, même par quelques-uns de ceux qui donnent chez les animaux les meilleurs résultats.

M. Lavdowsky (1) distingue les centrosomes des sphères directrices, les premiers seuls seraient des organes permanents lesquels d'ailleurs d'après lui, appartiendraient non au cytoplasme mais au noyau lui-même qu'ils abandonneraient au moment de la dissolution de la membrane. Les centrosomes serviraient de point de départ à la formation des astrosphères (sphères directrices) pendant les processus de la division nucléaire et feraient ensuite retour au noyau. Quant aux astrosphères elles représenteraient des formations inconstantes et en tout cas transitoires qui n'apparaîtraient que pendant la durée du séjour des centrosomes dans le cytoplasme.

M. Belajeff (2) n'a pu observer les sphères directrices d'une façon suffisamment nette. Seulement dans quelques préparations, il a pu voir 1-2 corpuscules entourés d'une aréole à la place que doivent précisé-

(1) Lavdowsky : *Von der Entstehung der chromatischen Sulstanzen in den thierischen und pflanzischen Zellen* (Anatomische Hefte von Merkel und Bonnet, 1894, p. 380).

(2) Wl. Belajeff : *Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen* (Flora, Egränzungsband, 1894, p. 430-442, mit Tafeln XII, XIII).

ment occuper les centrosomes ; toutefois il a vu aussi, souvent, des corpuscules analogues disséminés en des points divers du protoplasma.

Les recherches de M. Rosen (1) sur les sphères directrices lui ont présenté des résultats peu constants ; bien que les méthodes employées fussent identiques. Dans le méristème terminal de la racine de la Jacinthe il n'a jamais vu ces formations ; à la place qu'elles doivent occuper d'ordinaire, c'est-à-dire aux pôles du fuseau, se trouvait un protoplasma granuleux ou plus rarement une grosse vacuole. Dans le tissu sporogène du *Polypodium aureum*. il a vu 12 corpuscules aréolés disséminés dans le protoplasma et présentant tous les caractères des sphères directrices ; les jeunes spores n'ont plus que 2-4 sphères et les cellules de la paroi du sporange ainsi que les « Tapetenzellen » en sont toujours dépourvues.

M. Heidenhain a signalé dans les cellules animales des sphères directrices complexes dont les centrosomes, au lieu d'être uniques, sont formés de corpuscules très petits disposés côte à côte en couronne qu'il avait appelés *microcentres*. D'après M. Rosen, les cellules-mères polliniques de *Convallaria maialis* renferment des sphères directrices dont les centrosomes ont une constitution analogue ; ils sont formés de 5-7 granulations de grosseur inégale disposées en anneau ouvert d'un côté. Ces sphères sont d'abord au nombre de 2 dans les cellules-mères, et se montrent plus rapprochées de la paroi de la cellule que de celle du noyau ; plus tard leur nombre s'élève à 3 ou 4.

M. Rosen conclut de ses observations que si l'existence de sphères directrices chez les végétaux n'est pas douteuse et si d'autre part leur importance physiologique est incontestable, cette question est toutefois beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait à l'origine.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas sans doute qui divise davantage les cytologues soit botanistes, soit zoologistes. Les uns en effet, avec M. Flemming, Guignard, etc., admettent que les sphères attractives sont des organes permanents du protoplasma cellulaire. Les autres, avec MM. Hertwig, Zacharias, Brauer, etc., les considèrent comme d'origine nucléaire ; mais tandis que pour MM. Hertwig et Zacharias, ils correspondent morphologiquement aux nucléoles, ils représentent pour M. Brauer des corpuscules nucléaires spéciaux distincts des nucléoles. M. Lavdowsky regarde le centrosome comme un corpuscule nucléaire, l'aréole et les radiations divergentes qui en partent étant d'origine protoplasmique. M. Farmer, sans préjuger de leur origine, incline à penser que ce sont seulement des corpuscules transitoires et dont la présence est incertaine. Le nombre des sphères directrices ou même leur existence dans tel ou tel cas particulier sont en outre

(1) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn 's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7, p. 221-313, mit Tafeln II, III, IV et 8 fig. dans le texte, 1895).

controversés. Les difficultés techniques que présente l'étude de ces formations explique la diversité de ces opinions.

On sait que d'ordinaire la membrane nucléaire se dissout au moment où les chromosomes épaissis commencent à se rapprocher pour former la plaque nucléaire. MM. Farmer et Reeves (1) ont constaté que dans le *Pellia epiphylla* la résorption de la membrane est beaucoup plus tardive : elle persiste encore en effet pendant la constitution du fuseau nucléaire.

M. Strasbürger avait observé précédemment un cas analogue dans les cellules-mères des spores d'*Equisetum*.

M. Auerbach avait constaté que dans les cellules animales, pendant la karyokinèse, les éléments chromatiques de noyau sont cyanophiles tandis que les éléments achromatiques sont érythrophiles. M. Rosen (2) a pu faire dans les noyaux à l'état de division d'un certain nombre de plantes, des constatations analogues. Les filaments conducteurs se sont montrés constamment érytrophiles et comme les nucléoles à ce moment-là disparus présentent la même réaction, l'auteur en conclut que les nucléoles pourraient fournir la matière de ces filaments.

Le protoplasma cellulaire était lui-même érythrophile, on conçoit qu'on pourrait tout aussi logiquement attribuer aux filaments nucléaires une origine plasmique. Il semble qu'en réalité, nous l'avons vu, ces filaments soient d'origine nucléo-plasmique.

Les chromosomes, nettement cyanophiles au début de la karyokinèse, prennent ensuite une teinte violet rouge comme s'ils avaient absorbé une matière érythrophile. Nous avons vu précédemment que M. Flemming, qui avait observé dans les cellules animales ce changement de coloration, pensait qu'il était dû à l'absorption de la matière des nucléoles par les chromosomes. A la fin, les chromosomes des noyaux secondaires reprennent une teinte bleue très nette.

M. Rosen (3) a étudié les phénomènes de la division du noyau dans les groupes les plus divers de Champignons. Nulle part il n'a vu ces phénomènes se succéder exactement suivant le type connu de la division indirecte. Les modifications au type paraissent d'ailleurs en général résulter uniquement d'une simplification : certains stades sont supprimés. L'auteur n'a observé de figures achromatiques nettes que dans le *Trichia fallax* et dans deux Exoascées : les filaments du fuseau et les filaments d'union ont été aperçus, mais par contre ces mêmes espèces lui ont paru dépourvues de stade *aster* et de stade *spirem*.

(1) J. B. Farner et J. Reeves : *On the Occurrence of Centrospheres in Pellia epiphylla.*

(2) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen.*

(3) F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen. II. — Studien über die Kerne und Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen* (Cohn 's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. V, p. 237-266, Taf. II-III, 1892).

Chez les Basidiomycètes qui montrent ces deux derniers stades, l'auteur n'a pas vu de figure achromatique. Jamais la division des chromosomes ne lui a paru se produire par dédoublement longitudinal. Ce dernier point devait être mis en évidence, car on a attribué à la division longitudinale des chromosomes une haute importance.

Cette simplification ne doit pas être considérée comme étant la seule conséquence de la faible taille des noyaux, car les déviations au type les plus marquées, s'observent même dans les plus gros noyaux des Champignons, par exemple dans ceux du *Synchytrium Taraxaci* qui sont plus volumineux que ceux de la plupart des Phanérogames. D'une façon générale, toutefois, plus petits sont les noyaux et plus simple est le processus de leur division. De telle sorte que chez les plus petits on voit seulement les granulations chromatiques se séparer en deux amas qui représentent les deux nouveaux noyaux.

Après MM. Berthold et Schmitz, M. D. J. Fairchild (1) a constaté que parmi les noyaux que contient dans sa cavité le *Valonia utricularis*, il en est qui présentent la division directe et d'autres la division indirecte ou karyokinétique. Contrairement à M. Schmitz, l'auteur pense qu'il n'existe pas de caractère permettant de distinguer ces deux sortes de noyaux lorsqu'ils sont au repos.

Nous avons déjà signalé cette observation de M. J. Gerassimoff (2) que les filaments de *Spirogyra* et de *Sirogonium* peuvent présenter des cellules sans noyau à côté d'autres à deux noyaux, ce qui permet de croire que ces derniers proviennent d'une cellule unique à un seul noyau, les deux noyaux issus de celui-ci étant restés dans l'une des cellules sœurs. Les cellules sans noyau présentent des courants protoplasmiques, peuvent fabriquer de l'amidon et même s'accroître. Toutefois leur croissance est en général limitée ; elles se montrent plus sensibles que les autres aux influences défavorables et sont plus fréquemment attaquées par les parasites.

M. Gerassimoff (3) est parvenu à provoquer expérimentalement chez diverses Algues filamenteuses la division d'une cellule en deux cellules dont l'une sans noyau. Pour cela, il lui a suffi d'exposer ces Algues pendant quelque temps à une température voisine de 0°. Il a vu que dans ces conditions les cellules en voie de division karyokinétique donnaient naissance lorsque la température était redevenue normale à une cellule sans noyau et à une cellule présentant suivant les cas : 1° un seul gros noyau ; 2° un noyau composé, formé de deux noyaux

(1) D. J. Fairchild : *Ein Beitrag zur Kenntniss der Kerntheilung bei Valonia utricularis* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII, Heft 9, p. 331-338, 1 pl., 1894).

(2) Revue générale de Botanique, T. IV, p. 80, 1892.

(3) J. Gerassimoff : *Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten* (28 p., Moscou. — Extrait du Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou n° 1, 1892).

incomplètement séparés ; 3° deux noyaux distincts. Chose curieuse, le noyau-mère sur lequel le froid avait agi en pleine division karyokinétique, reprenait une structure homogène quelque avancé que fût le stade où le froid l'avait surpris, et lorsqu'il fournissait ensuite deux noyaux, c'était par division directe. L'auteur en conclut que contrairement à l'opinion de Berthold, la division directe et la division indirecte ne sont pas deux phénomènes fondamentalement différents. Il pense que la division directe se produit dans ses expériences parce que la cellule dispose d'une quantité moindre d'énergie et il rappelle à l'appui de cette hypothèse ce fait connu que lorsque la division directe s'observe chez les plantes supérieures, c'est toujours dans les cellules vieillies et en quelque sorte usées (1).

Les cellules filles qui sont nucléées peuvent se multiplier mais on observe toujours un retard dans leur bipartition. Les cellules qui en proviennent conservent leurs caractères et peuvent à leur tour donner naissance à des cellules analogues. Toutes ces cellules présentent d'ailleurs en général, soit en longueur, soit en épaisseur des dimensions plus grandes que les cellules normales. Les cellules sans noyau ne se multiplient pas.

M. Gerassimoff décrit en outre divers cas intéressants de division cellulaire dans ces mêmes Algues. Il a vu par exemple une cellule ordinaire donner naissance suivant les cas à 3 cellules dont une ou deux sans noyau, à 4 cellules dont deux seulement pourvues de noyaux, etc.

2° Eléments figurés.

M E. Crato (2) décrit sous le nom de *physode* un élément figuré de la cellule qu'il a d'abord trouvé dans les Algues brunes et ensuite dans un certain nombre de plantes appartenant à des groupes très divers. Les physodes auraient déjà été aperçus par un certain nombre d'observateurs qui en auraient méconnu la vraie nature ; c'est ainsi que M. Berthold les auraient à tort considérés comme des gouttelettes de matière tannique (Gerbstofftropfen). Ce sont, d'après M. Crato, des corpuscules très petits plus ou moins irrégulièrement arrondis qui apparaissent dans les tractus protoplasmiques comme des gouttelettes brillantes que leur réfringence supérieure à celle des vacuoles et des granulations protoplasmiques permet de distinguer facilement. Il sont généralement pourvus, lorsqu'ils sont développés, de prolongements de longueur et de direction variable et paraissent constitués par un noyau

(1) Quelques cas de cette nature sont signalés *in* F. Rosen : *Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen* (Cohn 's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. 7, p. 225-313, Taf. III-V, 1895).

(2) E. Crato : *Die Physode, ein Organ des Zellenleibes* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. X, p. 295-302, Taf. XVIII, 1892).

liquide entouré d'une fine membrane. Ils ne se multiplient pas par division mais prennent naissance dans le protoplasma. Les physodes présentent des changements de forme de nature amiboïde et peuvent se déplacer assez rapidement dans l'intérieur de la cellule. Cette dernière circonstance détermine l'auteur à considérer ces formations comme représentant des réservoirs facilement transportables d'importantes matières plastiques (Baustoffen) du corps cellulaire.

D'après M. A. Dodel (1), dans le *Pellionia Daveauana* les grains d'amidon produits par les chloroleucites se formeraient indiscutablement par apposition et conformément à la théorie de M. Schimper. Les chloroleucites s'appliqueraient sur les grains d'amidon et seraient susceptibles de se déplacer à leur surface. La dissolution de l'amidon serait due à une diastase produite sur place par le protoplasma de la cellule même où s'observe cette dissolution.

M. A. Binz (2) a étudié le développement des chloroleucites dans le sommet végétatif du *Pellionia Daveauana*. Dans les plus jeunes cellules, on trouve seulement des leucites incolores. Déjà à 150-200 μ du sommet ils verdissent graduellement et se transforment en chloroleucites qui se multiplient par division. L'amidon commence à apparaître dans les chloroleucites à 300-400 μ du sommet, toujours un peu plus tôt dans la moelle que dans l'écorce. Examinant ensuite le mode de formation des grains d'amidon, soit dans cette plante, soit dans d'autres espèces, l'auteur n'a pu que confirmer à ce point de vue les recherches de M. Schimper.

(1) A. Dodel : *Beitrag zur Morphologie und Entwickelungs-geschichte der Stärkekörner von Pellionia Daveauana* (Flora, Bd. 75, p. 267-280, mit Taf. V-VII, 1892).

(2) A. Binz : *Beiträge zur Morphologie und Entstehungsgeschichte der Stärkekörner* (Flora, 1892. Ergänzungsband, p. 34-91, Taf. V-VII).

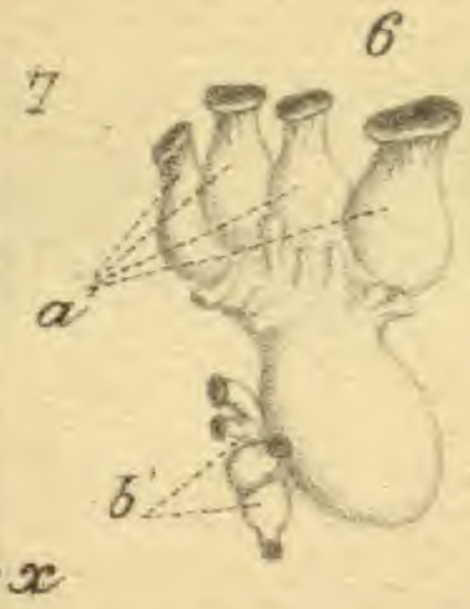
(A suivre)

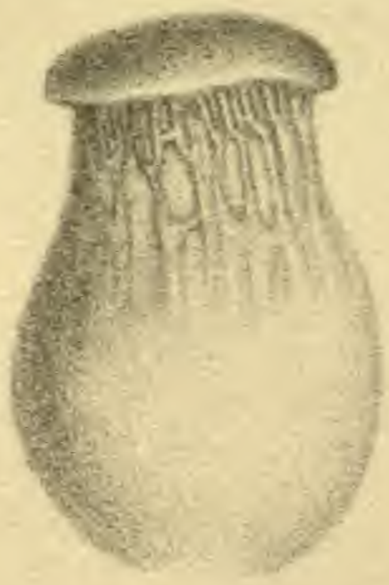
A. Prunet.

Lille. Imp. Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.



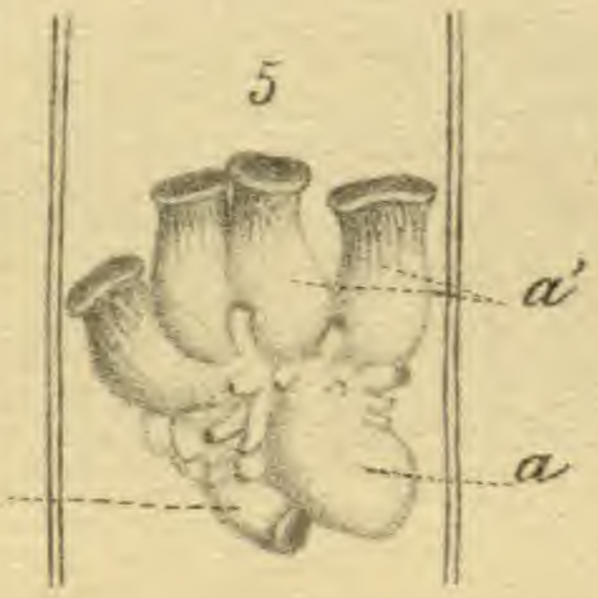






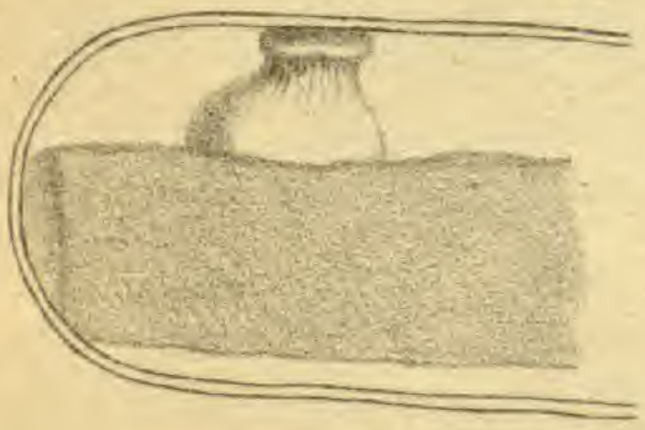




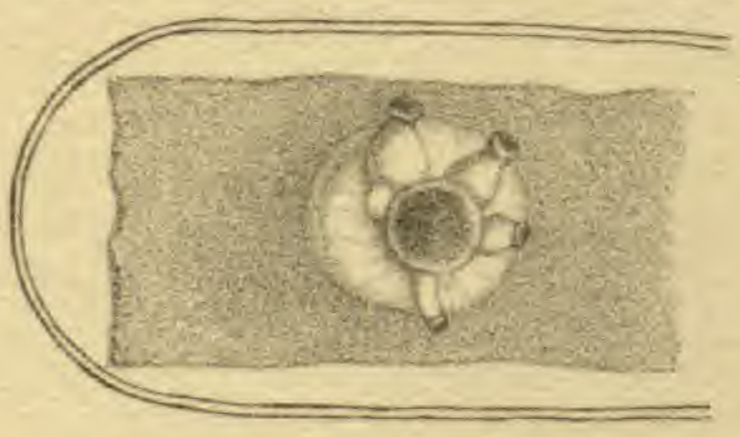


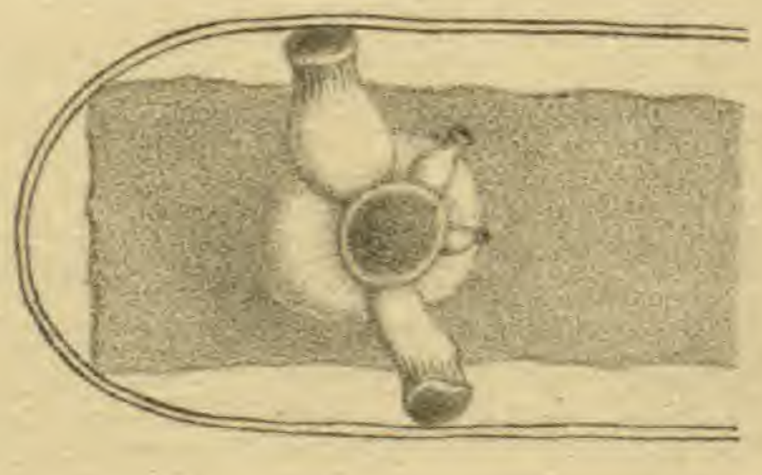






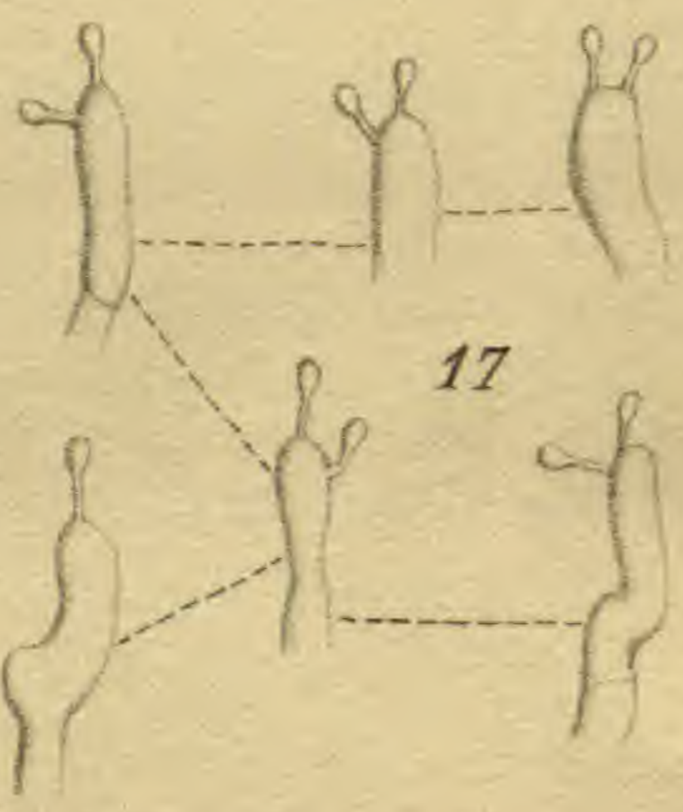




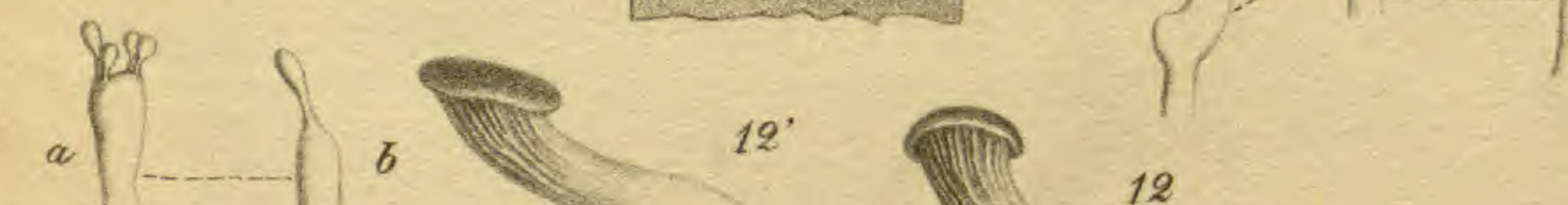












L.Matruchot del. B.Heringq lith.

Pleurotus ostreatus.

Imp. LEMERCIER, Paris.

Fig. 1.

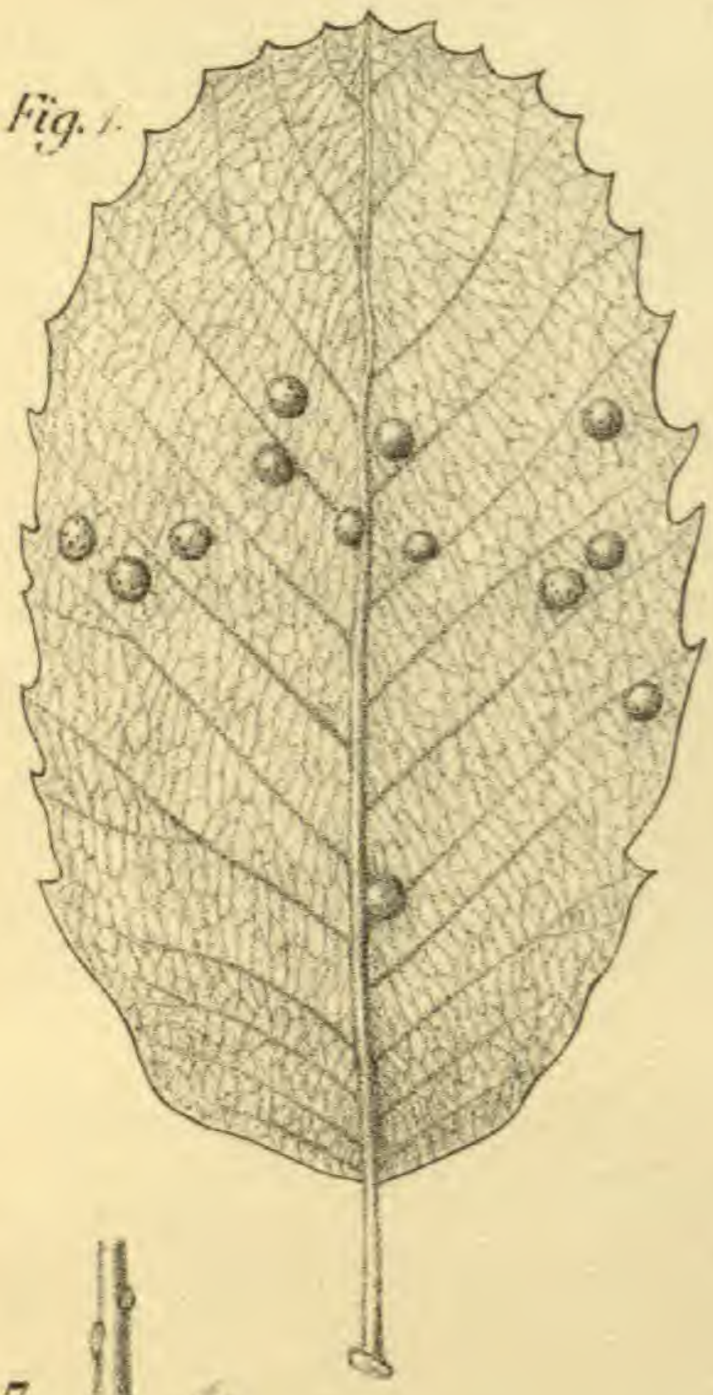


Fig. 3.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 4.



Fig. 2.

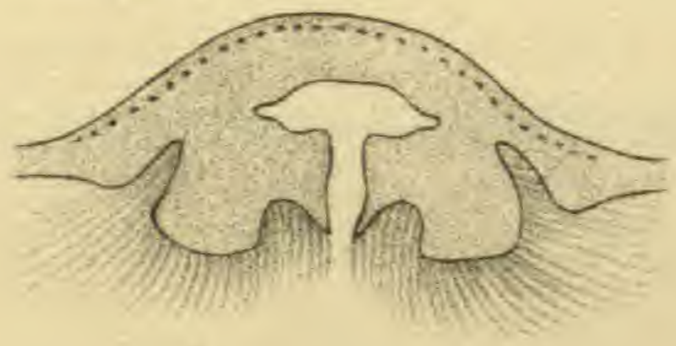


Fig. 9.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 10.



Fig. 14.



Fig. 13.

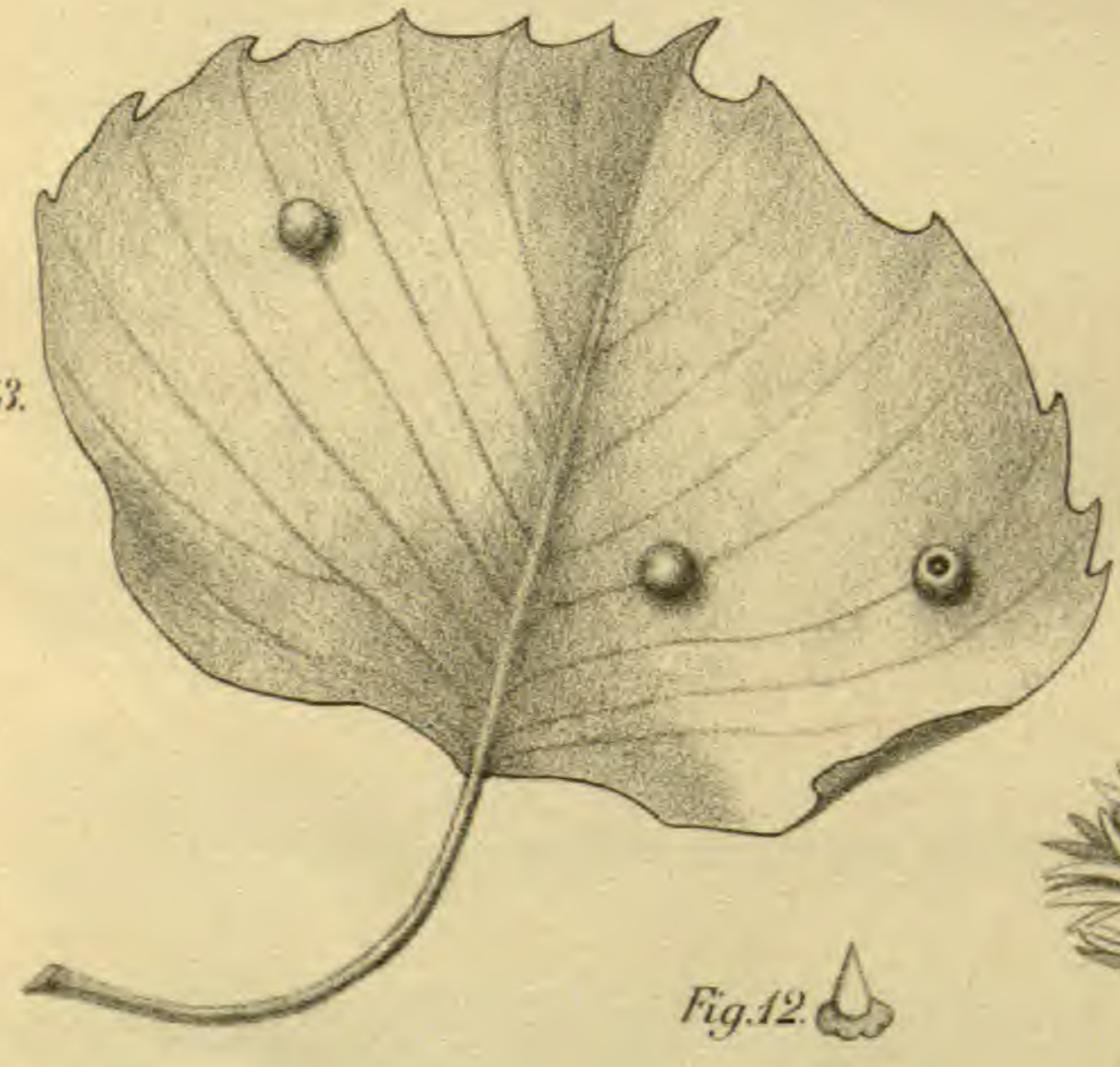


Fig. 12.



Fig. 11.



H. Fockeu del.

B. Herincq sc.

Galles d'Orient.

Imp.ies Lemercier, Paris.

Fig.1.



Fig.6.



Fig.2.

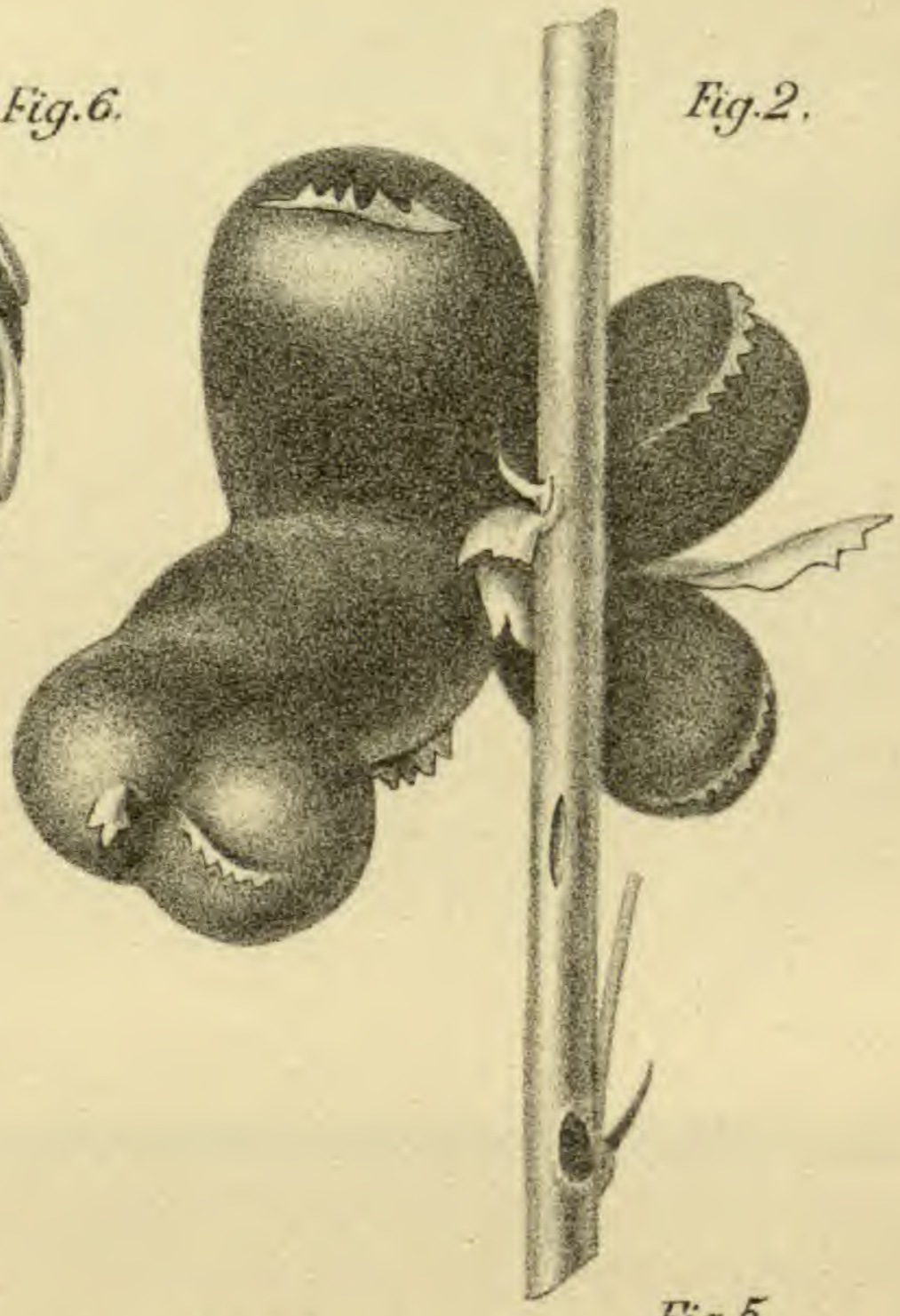


Fig.9.



Fig.3.

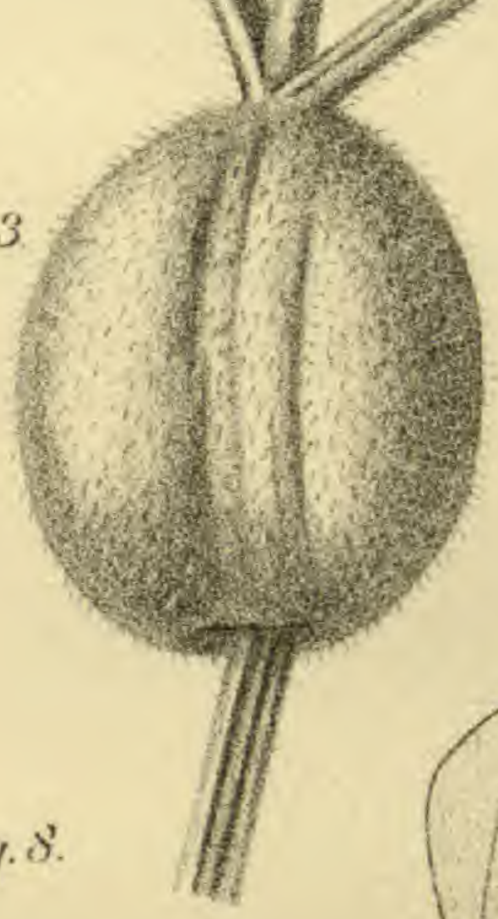


Fig.4.

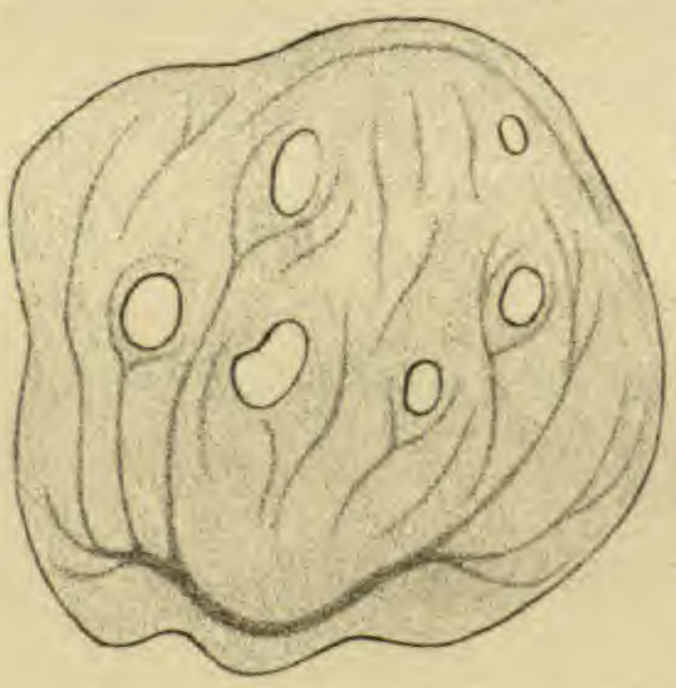


Fig.5.



Fig.8.



Fig.7.



Fig.11.



Fig.10.



Fig.12.



H. Fockeu del.

B. Herincq sc.

Galles d'Orient

Imp.ies Lemercier, Paris.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES

PUBLICATIONS BOTANIQUES

FRANZ LAFAR : *Technische Mykologie : I. Schizomyceten-Gärungen*, 9 mk.

M. W. BEIJERINCK : *Uber Gallbildung und Generations-Wechsel bei Cynips calicis.* — 1 mk 20.

Dr G. HABERLANDT : *Physiologische Pflanzenanatomie* — 2me édit. — 16 mk.

FRANZ SCHINDLER : *Die Lehre vom Pflanzenbau auf physiologisches Grundlage.* Allgemeiner Teil. 8 mk.

D. H. SCOTT : *An Introduction to Structural Botany.* Part. II : *Flowerless Plants.* — £ » — 3 — 6.

MÖBIUS : *Beiträge zur Lehre v. der Fortpflanzung der Gewächses*, 212 p., 36 fig. Iena. — 4 mk 50.

STRASBURGER : *Das botanische Practicum. Anleitung zum Selbststudium der mikroskop. Botanik*, 3e édit., 739 p., 221 fig. Iena, 20 mk.

VERHANDLUNGEN DES BOTANISCHEN VEREINS DER PROV. BRANDENBURG. 38e année, 1896. 220 p. Berlin. 7 mk.

POSPICHAL : *Flora des œsterreichischen Küstenlandes*, 1er vol. Vienne. 8 mk.

SCHIPTA BOTANICA UNIVERSITATIS IMPERIALIS PETROPOLITANÆ. Ab incepta serie. Fasc. XII, XIII. 9 mk.

DR. E. BRYK : *Kurzes Repetitorium der Botanik.* Vienne. 1 mk 60.

E. ROTH : *Die Unkräuter Deutschlands.* Hamburg.

A. BOISTEL : *Nouvelle Flore des Lichens pour la détermination facile des espèces, sans microscope et sans réactifs*, avec 1178 figures inédites représentant toutes les espèces de France et les espèces communes d'Europe. — Broché, 5 fr. 50 ; relié, 6 fr.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Avril 1897

N° 100

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 AVRIL 1897

I. — ÉTUDE ANATOMIQUE DU *CISSUS GONGYLODES* (avec figures dans le texte), par **M. Henri Jumelle** 129

II. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 150

III. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES MUSCINÉES, depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895, par **M. L. Géneau de Lamarlière** *(suite)*. 153

Cette livraison renferme dix gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

ÉTUDE ANATOMIQUE

DU *CISSUS GONGYLODES*

par M. Henri JUMELLE.

Le *Cissus gongylodes* Burch. (*Vitis gongylodes* Baker) est une Ampélidée des forêts du Brésil. Elle a été, croyons-nous, cultivée pour la première fois en Europe dans le jardin de Kew, où elle a fleuri ; et nous trouvons, à ce sujet, dans la *Gardeners' Chronicle* de 1883, les lignes suivantes :

« Toutes les personnes qui ont, cet été, visité les serres de Kew, » ont pu admirer cette magnifique plante grimpante. Sa tige » carrée, munie, aux quatre angles, de larges ailes foliacées et » ondulées, ses feuilles trifoliolées, et surtout les longues racines » rouges filiformes qu'elle émet à chaque nœud et qui, partant du » haut de la serre, viennent atteindre le sol, suffiraient déjà pour » attirer l'attention. Mais ce n'est pas tout encore. Les extrémités » de presque toutes les branches, à un moment donné, se renflent » en tubercules qui rappellent ceux de la pomme de terre, mais » qui sont produits par des rameaux aériens. Ces tubercules mûrs » se désarticulent et tombent, fournissant ainsi à la plante un » moyen rapide de propagation.... »

Un pied de cette vigne ayant été cultivé l'année dernière dans les serres du Jardin botanique de Marseille, nous avons songé à en faire une rapide étude anatomique, moins dans le but de donner une description complète de sa structure interne que pour comparer les modifications que cette structure subit dans les diverses régions d'un même organe développées différemment.

A ce point de vue, en effet, le *Cissus gongylodes*, en raison des caractères qui viennent d'être signalés, semble particulièrement intéressant.

D'une part, ses racines adventives s'enfonçant dans le sol dès que leur longueur leur permet de l'atteindre, il y a lieu de com-

parer la partie aérienne à la partie enterrée, ainsi que, dans leur ensemble les racines adventives aux racines ordinaires.

D'autre part, la tige se tubérisant dans l'air, nous allons pouvoir par la comparaison du tubercule avec les entre-nœuds non épaissis, nous rendre compte des caractères qui sont dus à la tubérisation même, en dehors de toute influence du milieu.

C'est surtout avec cette double préoccupation que nous avons examiné le *Cissus gongylodes*, et c'est à peu près exclusivement sur ces deux points que nous avons l'intention d'insister, après avoir indiqué quelques détails de morphologie externe, nécessaires pour compléter la courte description citée plus haut et donner une idée générale de la plante.

I. — Morphologie externe

La tige qui, ainsi que nous l'avons déjà vu, est carrée, avec, aux quatre angles, de larges ailes ondulées, est couverte de longs poils raides. De chaque nœud part, sur la face opposée à celle où s'insère la feuille, une vrille ramifiée également poilue. Cette vrille est donc oppositifoliée, comme chez les Ampélidées; et, physiologiquement, elle peut être comparée à celle de la Vigne-vierge. Ou elle s'enroule autour du support, ou, plus souvent, elle se fixe contre ce support à l'aide de disques adhésifs terminaux. M. Lynch dit même avoir vu, chez le *Cissus gongylodes*, des vrilles former leurs pelotes adhésives sans avoir aucun contact avec un corps quelconque. C'est un fait que nous n'avons pu observer sur le pied que nous avons examiné; souvent les vrilles qui n'ont pas rencontré de support sont restées droites, et, en tout cas, aucune de leurs ramifications n'a présenté la moindre dilatation à son extrémité.

Les racines aériennes qui partent de chaque nœud, entre la vrille et la feuille, sont en nombre variable, rarement cependant supérieur à cinq: la plupart du temps on n'en compte que deux ou trois. Elles s'allongent jusqu'à ce qu'elles rencontrent le sol, mais sans s'épaissir ni se ramifier. Sur notre exemplaire, beaucoup de ces racines avaient une longueur dépassant deux mètres, et leur diamètre, même à la base, était à peine de trois millimètres. Elles ne se ramifient, avant d'atteindre la terre, que dans un cas : lorsque leur pointe, par une cause quelconque, a été brisée.

Alors, un peu en deça de l'extrémité altérée, il naît soit une, soit le plus ordinairement deux racines secondaires opposées, en même temps que la partie terminale vivante, au-delà de leur insertion, se renfle légèrement.

Mais, en dehors de cette circonstance pathologique, la racine aérienne ne commence à se ramifier que lorsqu'elle touche la terre, la ramification ne s'opérant du reste, il est à peine besoin de le dire, que dans la région enterrée.

A partir de cet instant aussi, la racine, sur toute son étendue, s'épaissit. Une de ces racines aériennes, qui avait pénétré dans la terre depuis plusieurs mois, et qui partait du deuxième nœud basilaire de la tige, avait, au voisinage de son insertion, un diamètre de sept millimètres. L'aspect de sa surface s'était d'autre part modifié : la coloration rouge des racines non enterrées avait fait place à une coloration brune indiquant une forte subérification.

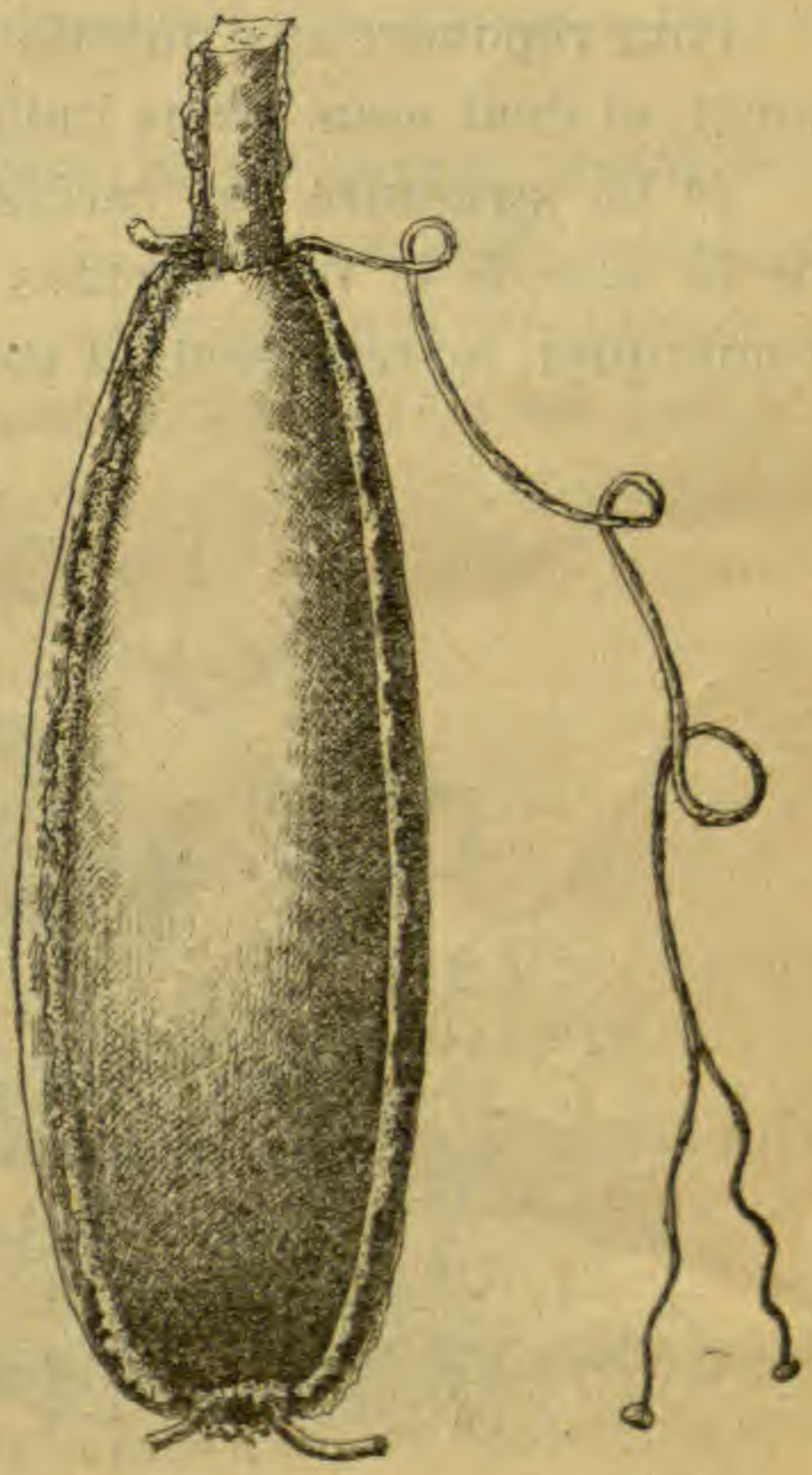


Fig. 39. — Tubercule du *Cissus gongylodes*.

Les tubercules qui terminent les rameaux, et qui pendent dans l'air, ont une forme ovoïde (fig. 39); ils correspondent au dernier entre-nœud, qui s'est considérablement renflé. Comme les entre-nœuds ordinaires, ils portent, à leur sommet, au-dessous du bourgeon terminal, une vrille et une feuille de dimensions normales. Leur surface est brun foncé, brillante, tachetée de quelques grosses lenticelles. Ils diffèrent donc très nettement, par leur coloration, du reste du rameau, qui est vert. Quant aux ailes que la tige porte aux angles, elles se continuent à la surface du renflement; elles se flétrissent et brunissent peu à peu, mais elles restent cependant toujours bien

visibles, formant quatre crêtes longitudinales qui donnent au tubercule un aspect caractéristique (fig. 39).

Sur des branches où l'avant-dernier entre-nœud avait une largeur de quatre millimètres, les tubercules, dont la longueur était de six centimètres, avaient, dans leur région médiane, un diamètre de deux centimètres et demi.

II. — Anatomie des racines

Pour répondre aux questions que nous avons posées précédemment, et dont nous avons indiqué le but, il nous faut examiner.

1° La structure des *racines complètement souterraines*, partant de la base de la tige, racines qui, toutefois, nous devons le faire remarquer, ne représentent pas la racine terminale, mais sont des

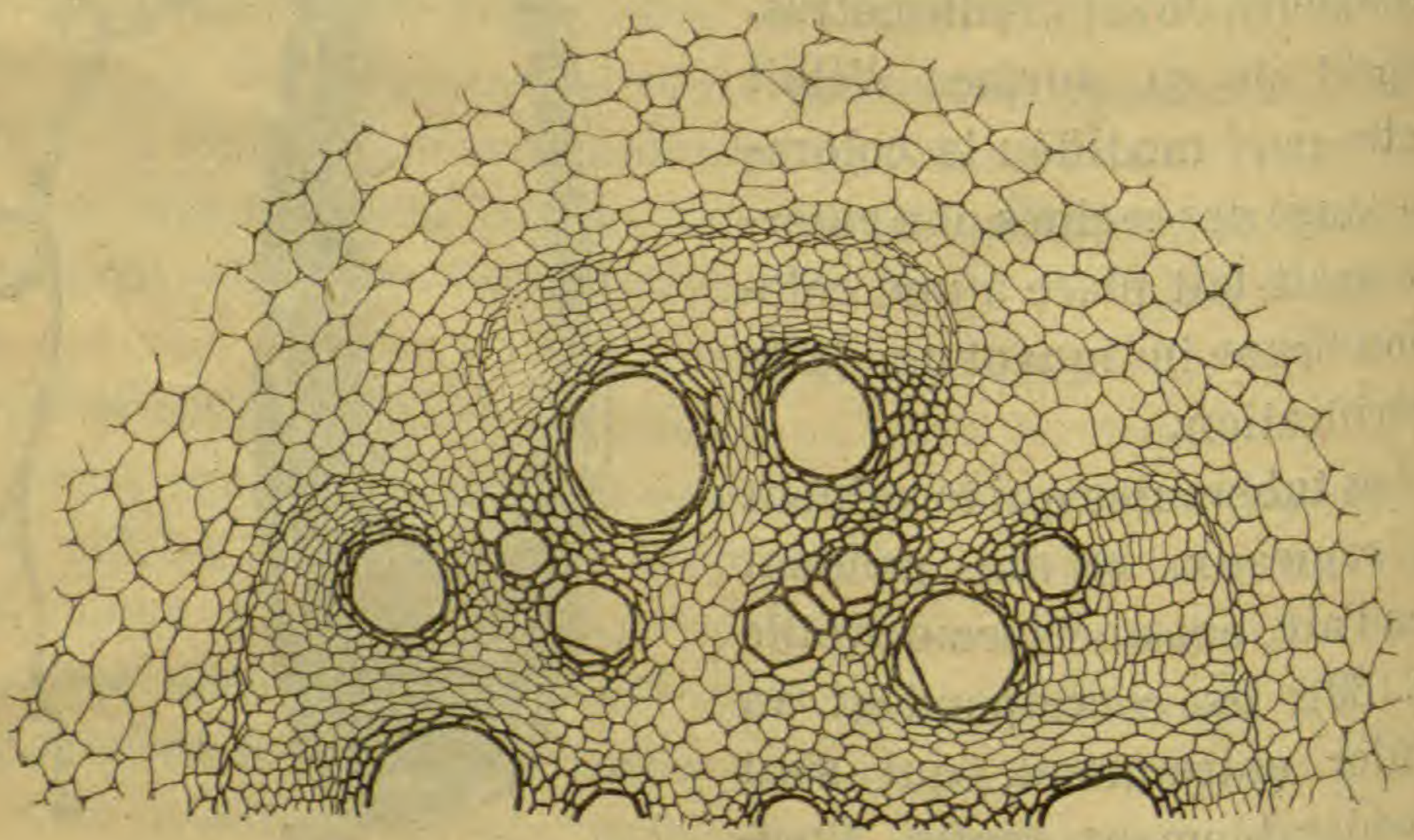


Fig. 40. — Coupe transversale d'une racine souterraine jeune.

racines latérales, la plante que nous avons eue à notre disposition provenant de bouture ;

2° La structure de la région *non enterrée* des racines aériennes;

3° La structure de la région *enterrée* des mêmes racines.

Racines souterraines. — Ces racines, en général, sont grêles: leur diamètre moyen est de quinze millimètres.

Sur une section transversale faite à quelque distance de la pointe, en une région où déjà sont ébauchées les formations secon-

daires, nous trouvons à signaler, de la périphérie vers le centre, les principaux caractères suivants.

La couche subéreuse, mince, est formée de trois à quatre assises cellulaires. L'écorce, dont l'épaisseur correspond à peu près à la moitié du diamètre du cylindre central, comprend dix à douze rangées de cellules. Parmi ces cellules, quelques-unes, çà et là, se distinguent de celles qui les entourent par leurs plus grandes dimensions : chacune contient une raphide enveloppée par une substance mucilagineuse. D'autres cellules, conservant sensiblement les dimensions ordinaires, contiennent des mâcles d'oxalate de chaux.

Le cylindre central (fig. 40) présente tantôt quatre, tantôt cinq faisceaux ligneux primaires. Entre ces faisceaux sont autant de groupements libéro-ligneux secondaires larges, qui constituent la région la plus caractéristique de la racine. Chacun de ces groupe-



Fig. 41. — Coupe transversale schématique d'une racine âgée : *s*, suber ; *l*, liber ; *b.s*, bois secondaire ; *v.p*, vaisseaux primaires.

ments, en effet, à ce moment, possède trois ou quatre très gros vaisseaux disposés suivant deux lignes radiales ; et comme, dans l'intervalle laissé entre ces deux lignes, le tissu reste parenchymateux, aussi bien au niveau du liber qu'au niveau du bois, il y a nettement tendance à une séparation en faisceaux libéro-ligneux.

Et, en fait, si nous considérons une région plus âgée de la même racine, nous voyons que, dans le cylindre central, il n'y a jamais d'anneau continu (fig. 41), mais huit à dix faisceaux libéro-ligneux, bien séparés par des rayons médullaires, dans lesquels, de deux en deux, vers la moelle, sont les faisceaux ligneux primaires.

Dans chacun des faisceaux secondaires, le bois représente environ les 5/6es de l'épaisseur totale. Sur les racines les plus âgées

que nous ayons pu examiner, les vaisseaux, à très gros calibre, sont surtout disposés suivant deux lignes radiales, comme ils l'étaient déjà dans les groupements de la racine plus jeune ; au voisinage seulement de la moelle, c'est-à-dire dans la région qui correspond à l'époque où ces premiers îlots interfasciculaires se sont dédoublés, ils sont sur un rang. Par contre, à l'extrémité opposée, dans la partie la plus large qui confine au liber, on en trouve quelquefois quatre juxtaposées.

Quant au liber, sa section transversale est triangulaire ; et il n'y a pas, en général, de fibres péricycliques superposées.

Racines aériennes examinées dans leur région enterrée. — Afin d'établir une comparaison rigoureuse entre la partie souterraine et la partie non enterrée des racines aériennes, en éliminant les différences anatomiques qui pourraient tenir aux différences d'âge, nous avons fait, sur une même racine, des coupes transversales à quelques millimètres au-dessus de la surface du sol et à quelques millimètres au-dessous, c'est-à-dire en des régions très voisines, pouvant être considérées comme de même âge. Les différences, s'il y en a, ne pourront donc avoir pour cause que le milieu.

Voici la structure observée sur des coupes faites au-dessous du sol, dans une racine ayant environ 25 millimètres de diamètre.

A la périphérie, la couche subéreuse est formée de 7 à 8 assises cellulaires, au-dessus desquelles persiste encore l'assise la plus externe de la racine jeune.

L'écorce, qui comprend 10 à 12 rangées de cellules, parmi lesquelles, ici encore, sont des cellules plus grosses, à raphides et à mucilage, a, en valeur absolue, à peu près la même épaisseur que dans les racines complètement souterraines. Aussi la différence de diamètre entre les deux doit-elle être attribuée surtout à la moelle, beaucoup plus large et bien mieux délimitée que dans le cas précédent, où les faisceaux secondaires atteignaient presque le centre.

Mais c'est surtout dans ces faisceaux secondaires que nous trouvons, en les comparant à ceux des racines complètement enterrées, les modifications les mieux caractérisées. Comme précédemment, entre les faisceaux primaires, qui ici sont généralement au nombre de cinq, s'organisent des îlots libéro-ligneux secondaires. Mais la division, en deux faisceaux, de chacun de ces îlots, est,

dès ce moment, rendue déjà très nette par la largeur beaucoup plus grande du parenchyme qui les sépare.

Par contre ces îlots, bien plus que tout à l'heure, relient leur bois, en dehors, aux faisceaux ligneux primaires ; et, comme les fibres qui forment cette union sont surtout nombreuses à la limite de la moelle, les faisceaux ligneux primaires constituent ainsi la pointe de V dont les branches sont représentées repectivement par les moitiés des îlots secondaires voisins. Chaque branche est composée de quelques gros vaisseaux entourés de nombreuses fibres.

Racines aériennes examinées dans la région non enterrée. — Les coupes, ainsi que nous l'avons dit plus haut, ont été faites sur la

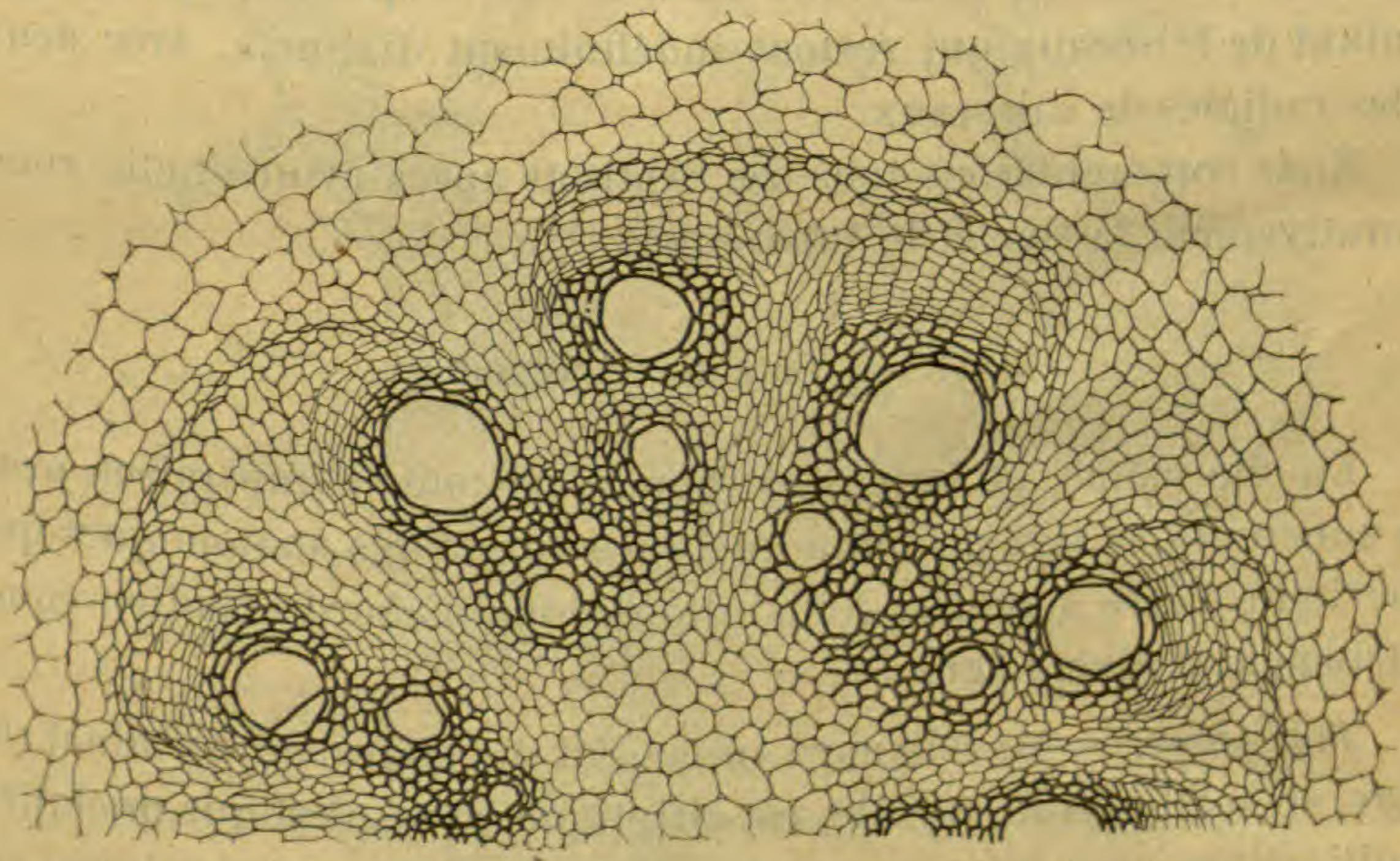


Fig. 42. — Section transversale d'une racine aérienne.

même racine dont nous venons de décrire la partie enterrée, mais à un centimètre environ au-dessus du sol.

Leur diamètre est le même que celle des précédentes, et écorce, faisceaux libéro-ligneux et moelle ont le même développement relatif. Mais c'est dans la constitution de ces diverses zones qu'il y a des différences à signaler (fig. 42).

La couche subéreuse, bien que la région soit plus âgée, a quelques assises de moins qu'au-dessous du niveau du sol, et la subérification des membranes est moins avancée.

L'écorce renferme, en grande quantité. à côté des cellules à raphides, des cellules contenant des mâcles d'oxalate de chaux.

Dans le péricycle en face des faisceaux secondaires, sont quelques fibres que nous n'avons pas eu l'occasion de mentionner jusqu'alors.

Enfin les faisceaux secondaires ont encore leur bois disposé en V, les rayons même entre ces V étant plus larges que tout à l'heure, mais la forme du V est moins nette à cause du plus grand nombre de fibres qui, à la pointe, relient les vaisseaux secondaires au bois primaire (fig. 42).

Dans l'un et l'autre cas, d'ailleurs, comme chez les racines entièrement souterraines, toutes ces branches de V en s'accroissant, si la racine, pénétrant dans le sol, s'épaissit, deviennent autant de faisceaux qui restent indéfiniment distincts, avec deux files radiales de vaisseaux.

Nous commenterons tous ces résultats après avoir étudié comparativement la tige et le tubercule.

III. — Tige et Tubercule

En elle-même, et indépendamment de toute comparaison avec le tubercule, la tige présente quelques caractères anatomiques qui méritent d'être signalés. Nous allons donc d'abord l'étudier complètement à divers âges.

Tige jeune. — Au voisinage immédiat du bourgeon terminal, la tige, en section transversale, est elliptique, et ce n'est que quelques millimètres plus bas que cette section devient rectangulaire. en même temps que les ailes apparaissent.

Faisons une première coupe à ce niveau, où la forme caractéristique (fig. 43) commence à s'accuser.

La moelle, dont quelques cellules, à peine plus grandes que les autres, sont à mucilage et à raphides, est excessivement développée. Sur une coupe dont les dimensions respectives, en longueur et en largeur, sont 1^{mm} et $1^{mm}30$, la moelle occupe : $1^{mm}10$ en longueur et $0^{mm}85$ en largeur.

Les formations libéro-ligneuses sont constituées essentiellement par quatre groupes de faisceaux correspondant aux quatre angles. Chacun de ces groupes comprend quatre à six faisceaux ligneux,

bien séparés les uns des autres, et dans lesquels le bois est représenté par une file radiale de trois ou quatre vaisseaux, et le liber par un amas de tubes criblés. Mais, de plus, exactement à chaque extrémité des deux principaux axes de l'ellipse qu'on peut se repré-

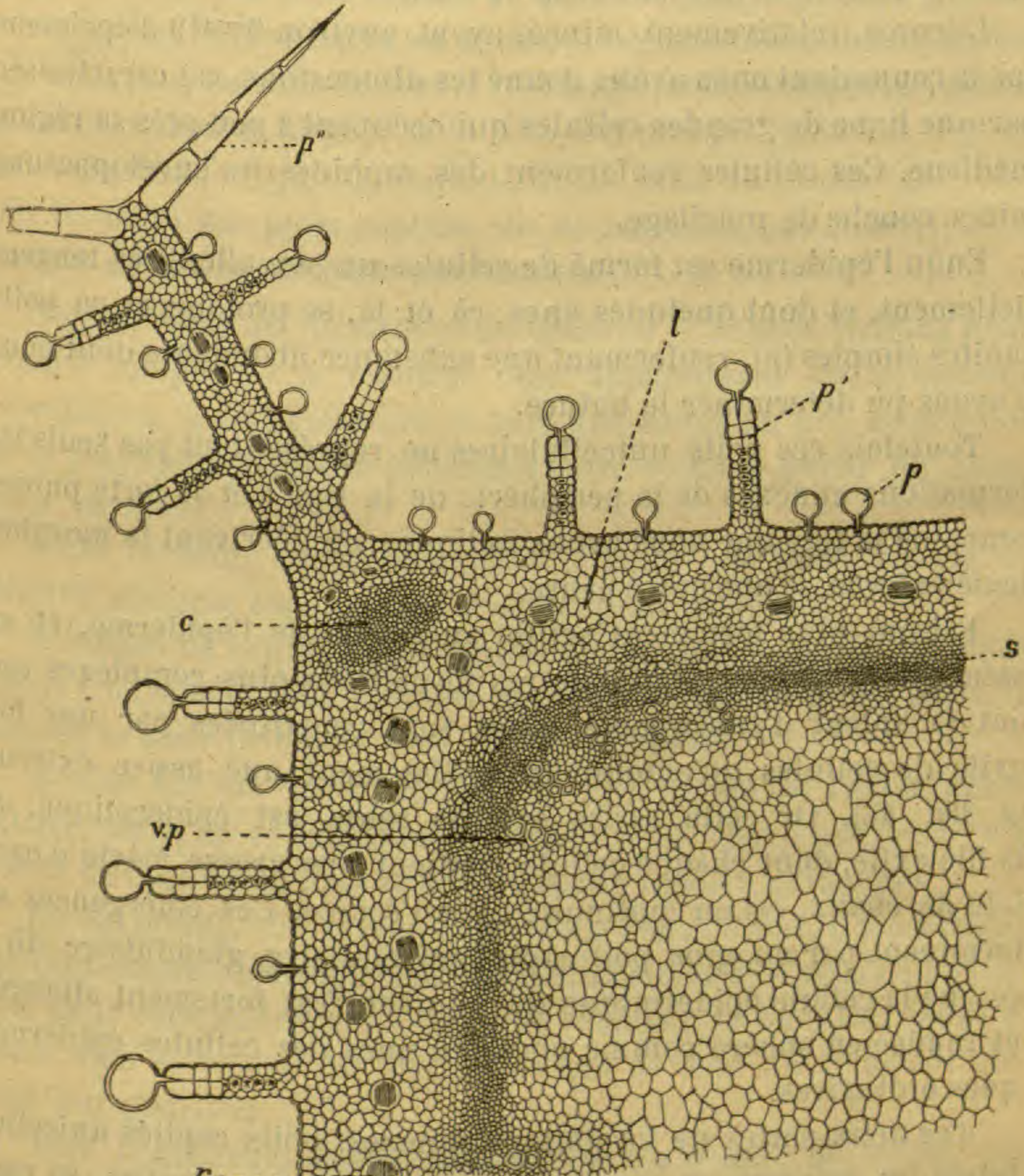


Fig. 43. — Coupe transversale d'un fragment de tige n'ayant que des formations primaires : *p*, poil capité unicellulaire; *p'*, émergence avec poil capité; *p''*, poil conique pluricellulaire : *c*, collenchyme; *r*, cellule à raphides; *s*, anneau fibreux ; *l*, liber ; *v.p*, vaisseaux primaires.

senter par la pensée, en supposant menée une ligne qui passerait par tous ces faisceaux, on voit poindre un faisceau libéro-ligneux, mieux accentué dans une coupe faite un peu plus bas.

Et en réalité, du reste, la ligne que nous supposons menée est figurée par une zone de cellules petites (*s.* fig. 43), serrées, à parois un peu épaisses, qui forme un ovale complet, bordant en dehors les vaisseaux les plus externes et séparant, par suite, ces vaisseaux des îlots libériens superposés.

L'écorce, relativement mince, ayant environ 0mm19 d'épaisseur sur la coupe dont nous avons donné les dimensions, est caractérisée par une ligne de grandes cellules qui occupent à peu près sa région médiane. Ces cellules renferment des raphides qu'enveloppe une mince couche de mucilage.

Enfin l'épiderme est formé de cellules un peu allongées tangentiellement, et dont quelques-unes, çà et là, se prolongent en poils capités simples (*p*), renfermant une substance abondante dont nous n'avons pu déterminer la nature.

Toutefois ces poils unicellulaires ne représentent pas seuls les formations annexes de la périphérie de la tige ; et la forte pubescence de la tige que nous avons indiquée, en décrivant la morphologie externe, a une autre cause.

Faisant plus fortement saillie au-dessus de l'épiderme, et en assez grand nombre, sont d'autres formations plus complexes qui ont la valeur d'émergences. Elles sont constituées par une file axile de cellules qu'entoure immédiatement une assise externe (*p'* fig. 43). Or cette assise externe seule est épidermique, et la file axile, dont chaque cellule contient une grosse mâcle d'oxalate de chaux, est en continuité avec l'écorce. Ces émergences se terminent par un gros poil capité unicellulaire, glandulaire, dû à ce que la cellule épidermique du sommet s'est fortement allongée et renflée en sphère comme quelques-unes des cellules épidermiques ordinaires.

Ces deux sortes de formations annexes, poils capités unicellulaires, et émergences terminées par des poils analogues, se rencontrent, du reste, non seulement à la surface de la tige, mais encore sur les ailes des angles, qu'il nous reste à examiner.

Ces ailes, nous l'avons dit, sont très développées. Leur largeur peut en effet à peu près égaler l'épaisseur de l'axe.

Elles sont d'origine exclusivement corticale, tout leur tissu interne, recouvert de l'épiderme, n'étant que la continuation de l'écorce de la tige.

Leur région médiane est occupée par une rangée de grandes cellules à raphides et à mucilage; à leur base, et dans la tige même, est un faisceau collenchymateux (*c*).

Mais leur caractère le plus important à mentionner est le suivant : en plus des poils capités et des émergences qu'elles portent latéralement, leur sommet est surmonté de poils tout autres, réunis par bouquets. Ce sont de gros et très longs poils coniques (*p''*) pluricellulaires, dont la largeur, à la base, est presque égale à la largeur totale de l'aile, et qui ne renferment pas cette substance qui remplit la cavité des poils capités. On ne retrouve pas ailleurs, à la surface de la tige, de poils semblables.

Tige au début des formations secondaires. — Si nous voulons nous rendre compte de la manière dont apparaissent les formations secondaires, il est nécessaire de faire une coupe un peu au-dessous de la précédente, dans le troisième entre-nœud à partir du bourgeon terminal.

Cette seconde coupe, comparée à celle que nous venons de décrire, présente les quelques modifications suivantes :

L'anneau de cellules plus petites et à parois épaisses, que nous avons trouvé déjà tout à l'heure en dehors des vaisseaux, entre le bois et le liber primaire, s'est fortement lignifié.

Et c'est sur son bord externe que s'est organisée l'assise génératrice. Mais, en se cloisonnant, cette assise, vers l'intérieur, n'a donné de bois qu'au-dessus des faisceaux ligneux primaires.

En ces points, sur la coupe que nous considérons, il y a exactement au-dessus du dernier gros vaisseau primaire — mais de l'autre côté de la zone scléreuse — un gros vaisseau secondaire, réuni à cette zone scléreuse par des fibres qui se sont différenciées sur tout son pourtour.

Vers l'extérieur, l'assise génératrice n'a donné, de même, du liber secondaire qu'au niveau des îlots de liber primaire. Ce liber secondaire, bordé maintenant, en dehors, par un petit massif de fibres péricycliques, est toutefois peu abondant.

De telle sorte que, malgré la présence de formations secondaires, le cylindre central de la coupe, dans son ensemble, n'a pas un aspect très différent de celui d'une tige qui n'a encore que des formations primaires.

Nous trouvons toujours le même nombre de faisceaux, placés de même : quatre groupes de 4 à 6 faisceaux aux angles ; et, aux extrémités des deux axes principaux de l'ellipse, un ou deux faisceaux plus petits. Tout le changement consiste, en somme, dans la lignification de l'anneau interne (*s.*), dans l'épaississement des faisceaux préexistants, et dans la lignification du péricycle, au niveau de ces faisceaux.

Il importe cependant encore d'ajouter, au point de vue du contenu cellulaire, que la quantité d'oxalate de chaux a augmenté. Le liber, les rayons médullaires, et les assises qui sont contiguës, en dehors, à l'anneau lignifié, présentent de nombreuses cellules à mâcles. Toute l'assise même qui touche au bord externe de l'anneau est oxaligène. Dans les rayons médullaires, outre les cellules à mâcles, sont quelques grandes cellules à raphides.

Si nous examinons maintenant l'écorce, c'est cette abondance d'oxalate de chaux qui est le seul fait à signaler. Nous savons déjà qu'il s'y présente, à l'état de cristaux groupés, sous les deux formes raphide et mâcle. Les raphides sont toujours dans les grandes cellules déjà citées, qui sur deux ou trois rangs, occupent la région médiane. Les cellules à mâcles, qui conservent comme plus haut, sensiblement leurs dimensions ordinaires, sont réparties dans tout le reste de l'écorce. On en observe en grand nombre aussi bien dans la zone interne que dans les assises sous-épidermiques.

Quant à l'épiderme, qui jamais n'est oxaligène, il diffère, à ce niveau, de celui de l'entre-nœud terminal par la disparition complète des poils capités unicellulaires sessiles. Il ne reste donc, proéminant à la surface de la tige, que les émergences. Et, puisque les poils capités qui ne sont plus sur ces émergences sont rapidement caducs, on voit que les poils qui hérissent toute la surface de la tige du *Cissus gongylodes* sont à peu près exclusivement les gros poils capités portés sur des prolongements corticaux.

Base de la tige. — Nous aurons une idée complète de la structure de la tige lorsque nous aurons examiné encore une coupe (fig. 44) faite à la base d'une tige qui a atteint plusieurs mètres de longueur.

Cette tige, à ce niveau, a perdu sa forme rectangulaire, ses ailes ont disparu, elle est devenue presque cylindrique.

La coupe nous montre que ces changements sont dus à l'apparition d'une couche (*s*) subéreuse qui s'est organisée à la périphérie de l'écorce primitive en passant, aux angles, au-dessus des faisceaux du collenchyme. Les ailes et les émergences ont donc été tuées et sont tombées.

Il n'y a pas de formation notable d'écorce secondaire. Aussi l'épaississement de la tige est-il dû presque entièrement, comme celui de la racine, à la région ligneuse.

Pendant, en effet, que l'assise génératrice libéro-ligneuse ne

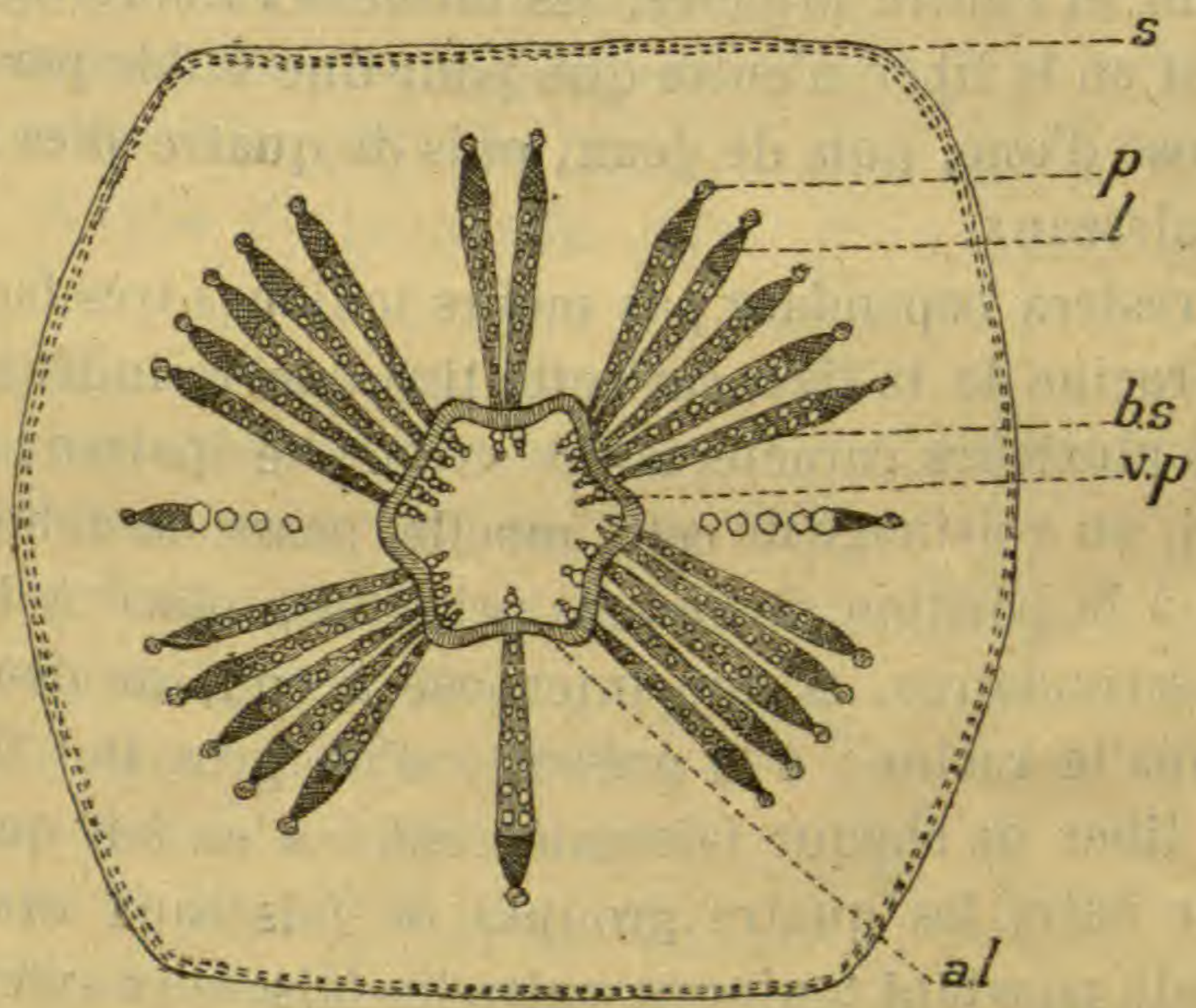


Fig. 44. — Coupe transversale schématique d'une tige âgée : *s*, suber; *p*, fibres péricycliques; *l*, liber; *b.s*, bois secondaire; *v.p*, vaisseaux primaires; *a.l*, anneau lignifié.

donnait, en dehors, que très peu de liber, superposé toujours uniquement aux îlots primaires, elle se multipliait activement vers l'intérieur.

Les tissus nés de ce cloisonnement interne restent toutefois surtout parenchymateux, car indéfiniment les cellules de méristème ne donnent de vaisseaux secondaires qu'au niveau des premiers vaisseaux que nous avons vus apparaître, du côté externe de l'anneau lignifié, en face du bois primaire. Et, en plus de ces vaisseaux, les seuls éléments ligneux sont quelques fibres qui les entourent.

Quel que soit donc l'âge de la plante, on trouve toujours le même nombre de faisceaux libéro-ligneux que dans l'entre-nœud terminal.

Or, comme ces faisceaux restent bien distincts les uns des autres, qu'ils sont surtout composés par le bois, le liber ne formant que de petites pointes au sommet, si l'on ajoute à cela que, assez rapidement, au cours du développement, aux premiers vaisseaux, qui, dans chaque faisceau, se sont superposés sur un seul rang au bois primaire, succèdent de gros vaisseaux disposés sur deux files, puis sur quatre, on voit comment, de plus, à mesure que la tige s'épaissit, l'aspect de sa section transversale se rapproche de celui de la racine.

Dans l'un et l'autre organes, les faisceaux libéro-ligneux, bien distincts, et où le liber n'entre que pour une faible part, ont leur bois composé d'une, puis de deux, puis de quatre files radiales de très gros vaisseaux.

Il n'en restera cependant pas moins toujours très facile de distinguer la racine de la tige, car cette tige pourra indéfiniment être reconnue à plusieurs caractères : à sa moelle épaisse ; à l'anneau lignifié qui, au voisinage de cette moelle, passe en dehors du bois primaire ; à la position de ce bois primaire, placé à la base des faisceaux secondaires, et non interposé à eux, de deux en deux, comme dans la racine ; à la présence d'un gros îlot fibreux à la pointe du liber de chaque faisceau ; enfin à ce fait que, quoique la distance entre les quatre groupes de faisceaux diminue avec l'âge, il reste pourtant toujours, entre les faisceaux extrêmes de ces groupes, une distance plus grande que celle qui sépare les faisceaux d'un même groupe. Et les faisceaux isolés placés entre ces quatre groupements ne peuvent même jamais effacer complètement la disposition primitive, car ils restent toujours beaucoup moins développés que les faisceaux des angles.

Tubercule. — La description détaillée que nous venons de donner pour la tige va nous permettre de saisir rapidement la constitution du tubercule.

Dégageons, en effet, parmi tous les autres, deux des caractères anatomiques que nous venons d'énumérer, à savoir : 1° le grand développement de la région ligneuse; et 2° la faible lignification de cette région. Puis supposons que les derniers entre-nœuds de certains rameaux, par suite d'un accroissement local exagéré, se renflent considérablement en présentant ces deux caractères

caractères à un plus haut degré encore que dans la tige âgée ; nous aurons le tubercule.

Il suffit, pour s'en convaincre de faire une section longitudinale (fig. 45) qui passe à la fois par le tubercule et par l'entre-nœud ordinaire qui le précède.

On voit que l'écorce, le liber et la moelle, en passant de cet entre-nœud dans le renflement, s'épaississent à peine.

Dans l'entre-nœud, dont la largeur est de 2 *millimètres* 700, l'épaisseur de l'écorce est de 0mm300 : celle du liber, de 0mm075 ; et celle de la moelle, de 1mm700.

Dans le tubercule, dont le plus grand diamètre, en sa région médiane, est de 2 *centimètres* 500, l'écorce a une épaisseur de 1mm900 ; le liber, 0mm100 ; et la moelle, 3mm700.

C'est donc bien presque uniquement sur les formations secondaires du bois que porte la tubérisation, ces formations ayant, sur le rayon, une largeur d'environ 9mm dans l'entre-nœud, et de 125mm dans le renflement.

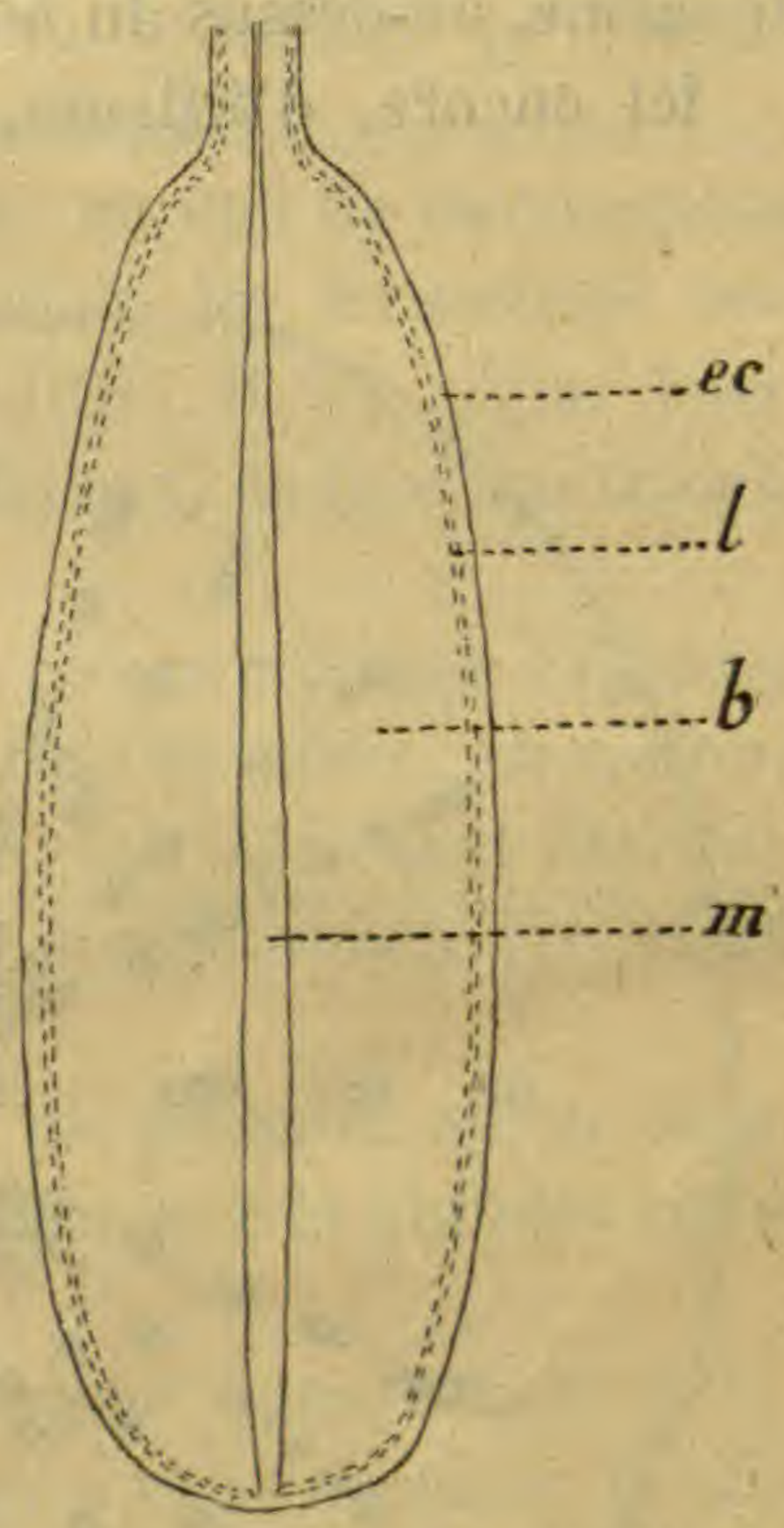


Fig. 45. – Coupe longitudinale schématique du tubercule et d'une partie de l'entre-nœud qui le porte : *éc*, écorce ; *l*, liber ; *b*, bois ; *m*, moelle.

Et déjà la même section longitudinale peut nous montrer aussi que, malgré ce grand développement du bois, il n'y a que très peu d'éléments lignifiés. Mais une coupe transversale du tubercule comparée à celle de la base de la tige le fait mieux voir encore.

On se rappelle que dans la tige âgée, chaque faisceau ligneux était représenté par deux files continues de gros vaisseaux que séparaient seulement quelques assises de tissu cellulosique. Dans le tubercule, le nombre et la disposition générale des faisceaux restent les mêmes, mais, outre que les vaisseaux sont beaucoup plus petits, et aussi moins nombreux, réduits à une rangée par faisceau, un parenchyme beaucoup plus abondant les isole les uns des autres.

Le bois est, en somme, surtout formé d'un épais parenchyme dans lequel sont noyées des séries de deux à trois petits vaisseaux entourés de quelques fibres; et seule une vue d'ensemble de la coupe (fig. 46) permet de s'assurer que tous ces vaisseaux sont disposés en autant de faisceaux que dans la tige ordinaire, et placés de même, au-dessus du bois primaire.

Ici encore, d'ailleurs, entre ces faisceaux primaires et secon-

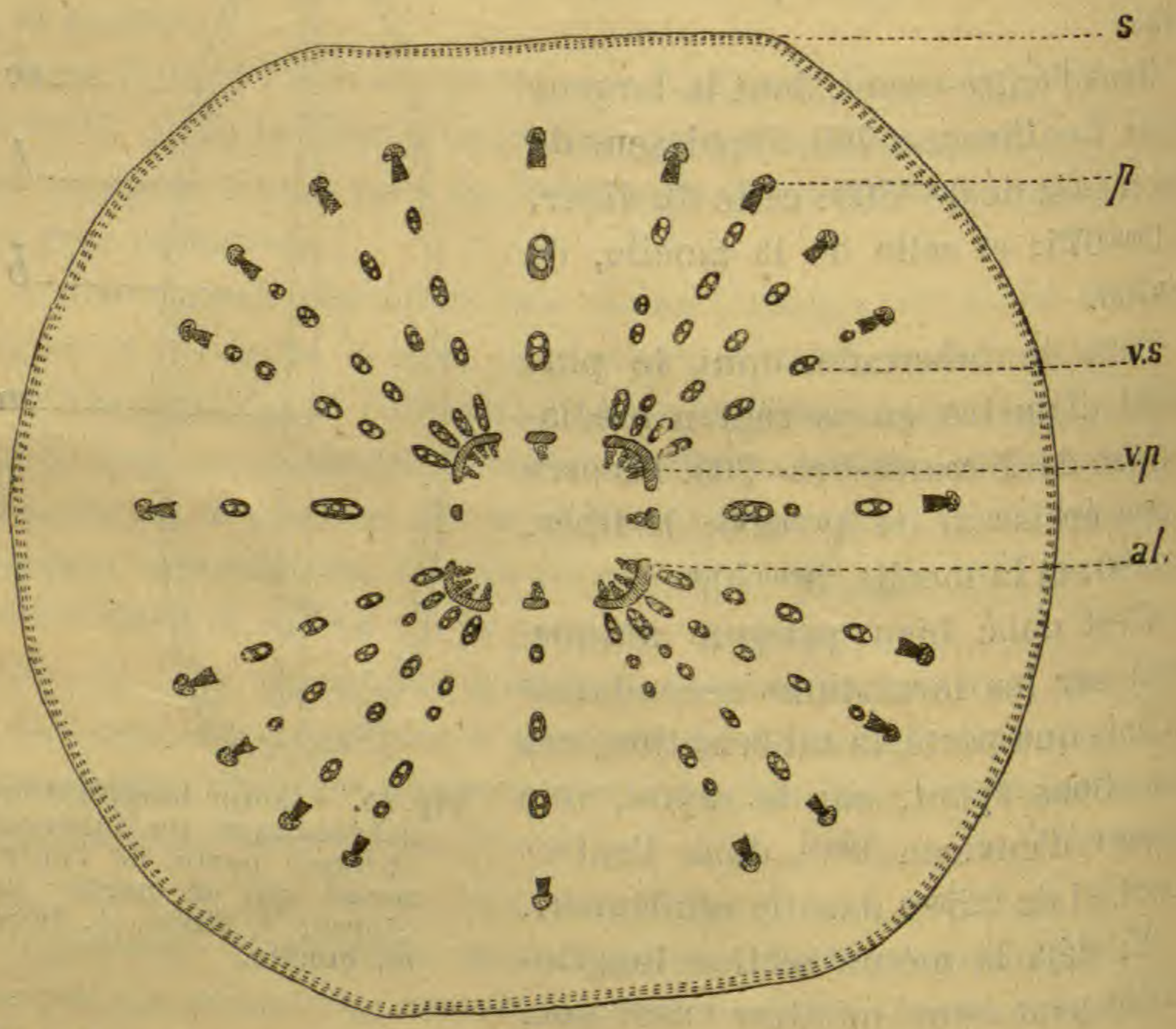


Fig. 46. — Coupe transversale schématique du tubercule : *s*, suber ; *p*, fibres péricycliques ; *v.s*, vaisseaux secondaires ; *v.p*, vaisseaux primaires ; *a.l*, anneau lignifié.

daires est un anneau lignifié. Mais, alors que cet anneau était continu dans la tige, il est interrompu (*al.*) dans le tubercule ; c'est plutôt un cercle de bandes lignifiées alternant avec du parenchyme ordinaire, ces bandes se trouvant au-dessus des faisceaux primaires et aussi, çà et là, entre ces faisceaux.

La lignification est donc bien, à tous égards — et par ces interruptions de la zone fibreuse interne, et par l'isolement, le petit

nombre et les petites dimensions des vaisseaux — moindre que dans la tige âgée.

Et, cependant, si l'on veut établir une comparaison entre l'anatomie du tubercule et celle d'une autre région de l'axe aérien, c'est surtout avec cette base de la tige qu'il est possible de le faire. Car, comparé à l'entre-nœud qui le précède sur le rameau qu'il termine, le tubercule offre de plus grandes différences.

Il représente, d'abord, tout de suite, un état de développement beaucoup plus avancé. Dans l'entre-nœud, les formations secondaires commencent seulement d'apparaître ; il n'y a que deux ou trois vaisseaux extérieurs à l'anneau fibreux, en face des faisceaux ligneux primaires.

En second lieu, l'écorce est encore recouverte par l'épiderme, et il n'y a pas encore la moindre formation de suber. Au contraire, dans le tubercule, l'épiderme a disparu, les ailes sont flétries, et, à la périphérie de l'écorce, est une couche subéreuse de 10 à 12 rangées de cellules.

Enfin, dans l'entre-nœud, l'écorce ne présente qu'un rang de cellules à mucilage ; il y a plusieurs rangs de très grandes cellules dans le tubercule.

Mais, tous ces caractères du renflement apparaissant dans la tige âgée ordinaire, on voit que, comparé à cette dernière, le tubercule ne présente bien que les deux différences que nous avons annoncées : développement plus grand encore du bois, et moindre lignification, néanmoins, de ce bois, soit dans son anneau fibreux, soit dans ses faisceaux secondaires.

Peut-être n'est-il pas inutile d'ajouter qu'une autre différence qu'on pourrait s'attendre à trouver, n'existe pas : au sommet de chaque faisceau libérien, il y a, dans le tubercule comme dans la tige, un îlot de fibres péricycliques.

Quelques mots, à présent, sur le contenu cellulaire de ce tubercule. Comme les autres entre-nœuds, le renflement renferme des cellules à mâcles. Ces cellules sont surtout nombreuses dans la zone externe du parenchyme cortical, au-dessous de la zone subéreuse ; elles forment, d'autre part, une assise continue, à la périphérie du cylindre central, ainsi qu'autour des faisceaux libériens et des îlots ligneux du bois secondaire.

Les cellules à raphides et à mucilage sont plus abondantes

encore ; il y en a dans toute l'étendue du tubercule : dans la moelle, dans le bois secondaire et dans l'écorce.

Celles de la moelle sont petites, ne dépassant guère les dimensions des cellules ordinaires ; elles contiennent des raphides qui occupent presque toute leur cavité, ne présentant qu'une mince enveloppe de mucilage.

Dans le bois, leur volume varie : les unes, petites, ressemblent à celles de la moelle ; les autres, plus grandes, ou ne contiennent que du mucilage ou renferment, plongée dans ce mucilage, une raphide.

Il en est de même dans l'écorce, mais les unes et les autres sont encore plus nombreuses. Les grandes ont des dimensions quatre ou cinq fois supérieures à celles des cellules correspondantes du bois. Ce sont ces cellules que nous avons décrites plus haut, disposées sur trois ou quatre rangs ; leur diamètre peut atteindre 200 μ. La raphide n'y occupe, en général, qu'une très petite place ; elle forme comme une petite tache sombre au sein de la masse abondante du mucilage. Sa longueur ne dépasse pas celle des raphides qui sont iucluses dans les petites cellules, et qui, celles-là, remplissent presque toute la cavité cellulaire, le mucilage ne formant autour d'elles qu'une simple enveloppe.

Il est certain que le mucilage de toutes ces cellules, qui, dans le tubercule, est en assez grande quantité pour rendre la section glaireuse au toucher, et qui présente les réactions colorées propres aux mucilages pectosiques, constitue déjà un des corps de réserve de ce tubercule. Il ne vient cependant qu'en seconde ligne.

A côté, en effet, de ces cellules à mucilage, moelle, bois et écorce ont tout le reste de leur parenchyme bourré de grains d'amidon.

Ces grains sont simples, ovoïdes-allongés. Leurs dimensions les plus fréquentes sont 95 μ environ de longueur sur 30 μ de largeur. On voit qu'ils atteignent la grosseur des grains d'amidon de la pomme de terre, bien que les tubercules soient aériens.

Conclusions

M. d'Arbaumont, qui a déjà fait autrefois l'étude anatomique d'un certain nombre d'Ampélidées (1), divise d'après la structure interne de la tige, cette famille en deux groupes, dont l'un est composé d'une section unique (celle des *Vites veræ*) et dont l'autre se subdivise en quatre sections. Or, dans le premier groupe et dans trois sections du second, le cylindre central est entièrement lignifié ; la lignification n'est au contraire, jamais complète dans la quatrième section. C'est donc dans celle-ci que doit rentrer notre *Cissus gongylodes* et il vient s'y placer très nettement à côté des *Cissus discolor*, *serpens*, *pergamacea*, etc., où, de même, les rayons médullaires ne sont lignifiés que suivant une zone interne, et où les faisceaux sont entremêlés de tissu parenchymateux. La figure que donne M. d'Arbaumont pour le *Cissus discolor* est exactement celle d'une coupe transversale de la tige du *Cissus gongylodes*.

En ce qui concerne ce *Cissus*, nous croyons avoir démontré comment ce grand développement du bois et, cependant d'autre part, sa faible lignification le rendent, en quelque sorte, tout prêt à se tubériser.

Il est certain qu'il faudrait des modifications anatomiques plus profondes pour amener le même résultat dans les autres sections d'Ampélidées où la lignification atteint tout le cylindre central. Dans le *Cissus gongylodes*, il suffit, en somme, que le tissu parenchymateux du bois se développe un peu plus encore, accumulant des substances de réserve, dont les deux plus importantes sont l'amidon et un mucilage, pour que l'entre-nœud se transforme en tubercule. C'est ce qui a lieu : la région ligneuse s'épaissit exagérément, le tissu mou devient plus abondant, isolant les vaisseaux des faisceaux et brisant l'anneau ligneux interne continu, et ce sont là les deux seules différences anatomiques que présente le tubercule par rapport à la tige âgée.

Les autres caractères du renflement qu'on n'observe pas dans l'entre-nœud qui le précède, se retrouvent, en effet, dans cette tige, si on l'examine à sa base. C'est le cas, par exemple, pour la

(1) D'Arbaumont : *La tige d'Ampélidées* (Ann. des Sc. nat., 1881).

couche subéreuse qui enveloppe le tubercule et qui manque cependant dans les entre-nœuds situés immédiatement au-dessous; elle est présente dans les parties plus âgées de l'axe.

A un autre point de vue, la présence de ce liège, apparaissant brusquement, sur l'entre-nœud qui se renfle pour former un tubercule *aérien*, est une nouvelle preuve que comme l'avait déjà indiqué M. Costantin, la subérification des tubercules souterrains a moins pour cause le milieu que l'épaississement de l'axe.

Non pas que l'habitat souterrain soit sans influence sur la formation du suber; si, au contraire, nous comparons les deux coupes faites, à des niveaux rapprochés, dans une même racine latérale, l'une au-dessus du sol et l'autre au-dessous, nous voyons que, dans la partie enterrée, la couche subéreuse est tout de suite plus épaisse que dans la partie aérienne. Mais, en dehors de cette action du milieu, le fait seul qu'il y a épaississement anormal d'une région suffirait pour provoquer, à la périphérie, une production de liège.

Et nous pourrons répéter pour la lignification ce que nous venons de dire de la subérification.

Ici encore l'influence du milieu n'est pas douteuse. La différence, à dire vrai, n'est pas très grande entre la région souterraine et la région aérienne de la racine latérale, mais on comprend qu'en pénétrant dans le sol après s'être allongée longtemps dans l'air, la racine ne peut subir des modifications si rapides qu'il y ait des caractères différentiels nettement tranchés à des niveaux voisins. Ce n'est donc qu'en comparant la racine aérienne à la racine complètement souterraine qu'on peut trouver ces caractères bien accentués; et nous avons vu que, chez les racines de la base de la tige, les fibres qui unissent les vaisseaux sont bien moindres que dans les racines pendantes, et le péricycle ne présente pas trace de lignification.

Toutefois, la diminution du nombre des fibres et des dimensions des vaisseaux, dans le tubercule resté aérien, prouve aussi qu'il ne faut pas trop s'empresser de rapporter toujours à l'action du milieu des caractères qui peuvent bien se manifester sans que les conditions externes varient. Ils sont, chez notre *Cissus gongylodes*, le résultat de la tubérisation même, en dehors de toute influence extérieure.

A ces faits principaux qui découlent de l'étude anatomique que

nous venons de faire, nous pouvons ajouter accessoirement les suivants, qui concordent avec les anciennes observations de M. Costantin.

La vie dans le sol accroît les ramifications des racines. Les racines latérales du *Cissus gongylodes* s'allongent dans l'air, où elles peuvent avoir plusieurs mètres, sans se ramifier, si la pointe n'est pas altérée ; mais elles donnent de nombreuses radicelles dès qu'elles pénètrent dans la terre.

La vie aérienne, chez les racines, a surtout pour résultat général, au point de vue anatomique, d'augmenter l'épaisseur du cylindre central, en amenant un développement plus grand de la moelle et des rayons médullaires. Nous avons vu que les deux faisceaux de chacun des îlots secondaires interposés aux faisceaux ligneux primaires sont bien mieux distincts et séparés par une plus large bande de parenchyme chez les racines pendant dans l'air que chez celles qui sont entièrement souterraines.

Enfin, à la lumière, il y a une plus grande formation d'oxalate de chaux.

REVUE DES TRAVAUX
D'ANATOMIE VÉGÉTALE
PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Suite)*

3° Membrane.

M. H. Walliczek (1) a recherché l'origine des mucilages de la membrane des organes végétatifs, soit dans l'épiderme, soit dans l'intérieur des tissus. Dans les cellules épidermiques des feuilles, le mucilage au lieu de se former dans la paroi externe des cellules comme cela a lieu d'ordinaire pour les graines, provient de la paroi interne. Ce mucilage doit être considéré comme représentant une couche secondaire d'épaississement de la paroi ; il se forme directement et ne résulte pas de la transformation d'une autre substance préalablement formée. Parfois le mucilage est limité en dedans par une lamelle de cellulose qui n'est elle-même qu'une couche tertiaire d'épaississement. Le plasma, refoulé vers la partie externe de la cellule, est toujours plus ou moins résorbé (fig. 47). L'auteur n'a jamais trouvé dans les feuilles, de mucilage d'origine sous-épidermique.

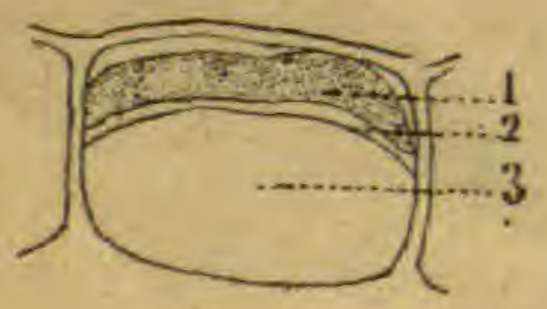


Fig. 47. — Une cellule épidermique à paroi interne partiellement gélifiée : 3, couche mucilagineuse ; 2, lamelle cellulosique interne ; 1, protoplasma cellulaire. D'après Walliczek.

Le mucilage des cellules internes des organes végétatifs dans les Malvacées, Tiliacées, Sterculiacées, Rhamnacées et Cactées est une couche secondaire d'épaississement de la paroi cellulaire primaire.

Les mucilages étudiés par M. Walliczek ne sont ni des excrétats ni des réserves ; leur rôle physiologique serait d'emmagasiner de l'eau qu'ils céderaient ensuite aux tissus voisins, au fur et à mesure de leurs besoins.

Des recherches de M. A. J. Schilling (2) il résulte que les divers organes des plantes aquatiques présentent en général à leur surface, pendant leur jeune âge, des enduits mucilagineux produits par des organes de structure variée, mais qui sont toujours des trichomes (poils, écailles, etc.). Ce mucilage se formerait aux dépens de la partie moyenne des membranes cellulaires externes, et s'emmagasinerait entre la cuticule et la partie interne non gélifiée de ces membranes. Avant son complet gonflement par l'eau il se montre imperméable à diverses

(1) H. Walliczek : *Studien über die Membranschleime vegetativer Organe* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 25, p. 209-277, pl. XI-XIII, 1893).

(2) A. J. Schilling : *Anatomisch-biologische Untersuchungen über die Schleimbildung der Wasserpflanzen* (Flora, Bd. 78, p. 280-360, 1894).

solutions salines ou colorantes. Son rôle serait de protéger les jeunes organes pendant leur développement, contre le contact immédiat de l'eau, jusqu'à ce que la cuticule ait acquis une épaisseur suffisante.

M. F. Noack (1) a constaté l'existence dans les méats de l'écorce de la racine de diverses Orchidées de prolongements de la membrane en forme de filaments plus ou moins tortueux simples ou ramifiés qui lui paraissent être de nature mucilagineuse (fig. 48). Un examen superficiel pourrait les faire prendre pour des filaments mycéliens tels qu'on en observe dans les mycorhyzes.

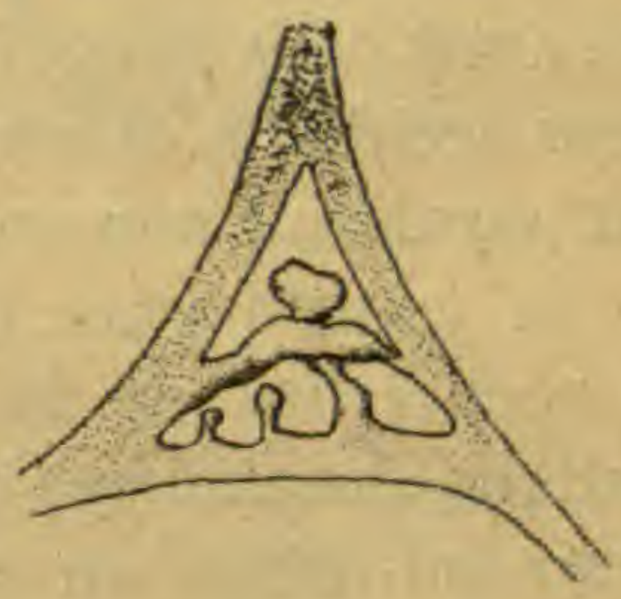


Fig. 48. — Poils mucilagineux dans les méats de l'écorce des racines d'Orchis. D'après Noack.

M. L. Mangin (2) a rencontré la substance qu'il a appelée *callose* dans toutes les membranes ou formations spéciales incrustées de calcaire qu'il a examinées et en particulier dans la trame organique des cystolithes. De nouvelles recherches (3), M. Mangin conclut que cette substance existe d'ailleurs dans un grand nombre de tissus non seulement chez les Phanérogames et lés Cryptogames vasculaires, mais surtout chez les Champignons. Dans certaines membranes, elle constituerait une substance fondamentale au même titre que la cellulose et les composés pectiques.

M. Mikosch et Strasbürger admettent que dans les fibres non lignifiées de l'*Apocynum Venetum* on distingue outre une couche externe formée de lamelles emboîtées une couche interne mince, nettement distincte de la première. M. Hanausek (4), précisant les observations de ces deux botanistes, a trouvé qu'en faisant réagir l'iode et l'acide sulfurique sur de telles fibres, la couche externe lamelleuse se divise en deux régions dont une en dehors d'un bleu foncé et l'autre en dedans d'un bleu clair. Quant à la couche interne elle prend dans ces conditions une coloration jaune et est en réalité de nature protoplasmique. Les deux zones de la couche lamelleuse seraient formées de cellulose mais la réaction de cette substance serait modifiée dans la zone interne par la présence de matières étrangères qui sont peut-être des corpuscules

(1) F. Noack : *Ueber Schleimranken in den Wurzelintercellularen einiger Orchideen* (Berichte der deutschen botanischen Gezellschaft, Bd. X, p 645-652. Taf. 33, 1892).

Nous ne pouvons que signaler le travail suivant : L. Mangin : *Sur un essai de classification des mucilages* (Bulletin de la Société botanique de France, T. 41, p. XL-XLIV, 1894).

(2) L. Mangin : *Sur la constitution des cystolithes et des membranes incrustées de carbonate de chaux* (Comptes-rendus, t. 115, p. 260, 1892).

(3) L. Mangin : *Observations sur la présence de la callose chez les Phanérogames* (Bulletin de la Société botanique de France, t. 39, p. 260-267, 1892).

(4) L. T. F. Hanausek : *Zur Struktur der Zellmembran* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 10, p. 1-4, 1892).

plasmiques et cette dernière circonstance serait favorable à la théorie des dermatosomes de M. Wiesner.

Von Höhnel avait constaté que les fibres péricycliques ou libériennes présentent souvent sur des coupes longitudinales des fentes, des déchirures et même des ruptures avec déplacement latéral des parties rompues. Il pensait que ces phénomènes sont habituels chez les Dicotylédones et qu'ils résultent de la pression de l'écorce sur les tissus plus internes. Cette pression, due à la croissance du cylindre central, présentant des inégalités plus ou moins marquées, déterminerait les divers accidents observés.

Il paraissait peu vraisemblable *a priori* que de telles lésions pussent être la conséquence de phénomènes vitaux s'exerçant normalement. Les recherches de M. Schwendener (1) montrent que ces accidents résultent simplement du fait de la coupe. Ils sont produits par l'observateur lui-même au cours des manipulations et tiennent à ce que les fibres sont d'ordinaire plus ou moins cassantes. Ayant eu l'idée de laisser séjourner dans l'eau des fragments de diverses plantes présentant des fibres lignifiées ou non jusqu'à putréfaction de façon à obtenir un ramollissement des fibres et à diminuer ainsi leur fragilité, M. Schwendener n'a jamais observé de déchirures dans les préparations obtenues avec ces matériaux. Il en a toujours trouvé dans les coupes faites dans des matériaux frais fournis par les mêmes plantes.

M. Erich Amelung (2) a fait de très nombreuses mensurations de cellules desquelles il tire les conclusions suivantes : 1° les organes analogues même de taille différente, mais appartenant au même individu sont formés de cellules de dimensions semblables ou presque semblables ; 2° les cellules des plantes aquatiques sont généralement plus petites que celles des plantes terrestres dans les organes analogues et de même taille. L'auteur a en outre remarqué que les grains de pollen dont le transport sur le stigmate s'effectue d'ordinaire par l'intermédiaire du vent sont plus petits que ceux qui sont transportés par les insectes. Les plus grandes cellules faisant partie de tissus qu'il a examinées sont celles de la tige d'*Impatiens glandulifera* ($0^{mm},79$ sur la coupe transversale, $0^{mm},18$ sur la coupe longitudinale).

(1) S. Schwendener : *Ueber die « Verschiebungen » der Bastfasern im Sinne von Höhnel 's* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII, Heft 8, p. 239-248, 2 fig., 1894).

(2) Erich Amelung : *Ueber mittlere Zellengrössen* (Flora, Bd. 77, p. 176-207, 1893).

Nous signalerons en outre les mémoires suivants :

C. Correns : *Ueber die Querlamellirung der Bastzellenmembranen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XI, p. 410).

O. Warburg : *Ueber den Einfluss der Verholzung auf die Lebensvorgänge des Zellinhaltes* (Ibidem, p. 425).

(*A suivre*)

A. Prunet.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES MUSCINÉES

DEPUIS LE 1er JANVIER 1889 JUSQU'AU 1er JANVIER 1895 (*Suite*)

14° *Ulota*. — M. VENTURI (1) cherche à montrer que l'*U. americana* diffère de l'*U. Hutchinsiæ*, au moins autant que les *U. crispa*, *crispula* et *Bruchii* diffèrent entre eux, et que la première espèce mérite l'autonomie au même titre que la dernière. Quant à la question de savoir si l'*U. americana* est synonyme de l'*Orthotrichum americanum* P. Beauv., on n'en saura rien, tant qu'on n'aura pu le vérifier sur un échantillon authentique de Palisot de Beauvois.

Mme E. BRITTON (2) fait remarquer que le nom d'*O. americanum* (1805) est antérieur à celui d'*O. Hutchinsiæ* (1813).

De même, M. PEARSON (3) fait remarquer que le nom d'*U. calvescens* Wils. est antérieur à celui d'*U. vittata* Mitt., adopté par M. Braithwaite dans sa flore. Ce dernier reconnaît d'ailleurs que M. Pearson a raison.

Citons enfin une note de M. GRÖNVALL (4) sur une forme particulière d'*Ulota*, qui est peut-être une monstruosité.

15° *Grimmia*. — Mme E. BRITTON (5) donne la description du péristome du *G. torquata* dont les capsules, encore inconnues, ont été découvertes récemment en Amérique.

M. N. BRYHN (6) décrit complètement le *G. Ryani* confondu jusqu'ici avec le *G. torquata* Hornsch. et le *G. funalis* Schmp.

M. CORBIÈRE (7) montre qu'une variété nouvelle de *G. orbicularis*, la var. *Therioti*, vient faire disparaître la petite différence qui existait encore entre le *G. orbicularis* et le *G. pulvinata*, et qui résidait simplement dans la forme de la coiffe.

(1) Venturi : *De l'*Ulota americana (Revue bryol., 1892, p. 2).
(2) E. Britton : *loc. cit.*
(3) H. W. Pearson : Ulota calvescens Wils. (The Journal of Botany, 1891. p. 377).
(4) A. Grönvall : *Ueber eine sonderbare vieilleicht monströse* Ulota-*form*. (Bot. Centrbl., 1893, n° 11).
(5) E. Britton : *Peristome* of Grimmia torquata Hornsch. (Revue bryol., 1889, p. 64).
(6) N. Bryhn : *Om* Grimmia Ryani Limpr. *in litt.* (Nyt. Magaz., 1893).
(7) L. Corbière : Grimmia orbicularis *var.* Therioti Corb. (Rev. bryol., 1890, p. 21).

16° *Barbula*. — M. Venturi (1) décrit trois nouvelles variétés de *B. ruralis*, les var. *epilosa densiretis* et *hirsuta*.

17° *Leptobarbula*. — M. Corbière (2) fait remarquer que les *L. berica* Schp., *L. meridionalis* Schp. et *L. Winteri* Schp. ne diffèrent pas spécifiquement.

18° *Campylopus*. — M. Amann (3) assure que Schimper a eu tort de réunir le *C. alpinus* au *Dicranodontium longirostre*. Ces deux Mousses diffèrent par leur structure.

M. Henriques (4) a publié quelques remarques sur les *C. longipilus* Brid. et *C. polytrichoides* de Not., à la suite de son Catalogue des Mousses du Portugal.

M. Dixon (5) a aussi publié des remarques critiques sur les *Campylopus* de la Grande-Bretagne.

19° *Eustichia*. — Dans un travail sur ce Genre, M. Bescherelle (6) montre comment le nom créé d'abord par Bridel pour un sous-genre de *Phyllogonium* est devenu un genre pour C. Müller, et ne doit, en fin de compte contenir qu'une seule espèce, l'*E. longirostris*. L'*E. norvegica* qui est resté à côté de l'espèce précédente tant que l'on n'a pas connu sa fructification, découverte seulement en 1883, ne doit plus être maintenu dans ce genre, mais former le genre *Bryoxiphium* Mitt. avec l'*E. Savatieri* Husn. et une espèce nouvelle du Mexique que M. Bescherelle décrit : *B. mexicanum*. Quelle place faut-il donner dans la classification à ces genres ? Jusque dans ces derniers temps les auteurs ont varié d'avis. M. Bescherelle pense qu'à cause de certaines affinités avec les *Angstromia*, les *Campylopus*, les *Dicranodontium* et les *Leucoloma* ils doivent prendre place dans la tribu des Weisiées, et constituer une famille distincte voisine des Dicranées, sous le nom de Bryoxiphiées. M. Bescherelle termine par la description détaillée des trois espèces qui font le sujet de son travail.

20° *Fissidens*. — M. Bottini (7) a fait l'étude anatomique complète des *F. serrulatus* et *polyphyllus* : il reconnaît quatre formes pour le premier : la forme α est le *F. Langei* de Not.; la forme β, le *F. serrulatus* de Not., la forme γ, le *F. serrulatus* Mitt. ; la forme δ, le *F. serrulatus* var. *africanus* Besch. Dans le *F. polyphyllus* Wils. le même auteur reconnaît trois formes ; la forme α est le *F. serrulatus* forme ζ de

(1) Venturi : *Barbulæ rurales* (Revue bryol., 1890, p. 49)

(2) L. Corbière : Leptobarbula berica Schp. *trouvé en Normandie* (Revue bryol., 1890, p. 22).

(3) J. Amann: *Note sur le* Campylopus alpinus Schp. (Revue bryol., 1889, p. 53).

(4) J. A. Henriques : *Catalogo dos Musgos encontrados em Partugal* (Bol. da Soc. Broteriana, 1889).

(5) H. W. Dixon : *Notes on the british srecies of* Campylopus (The Journal of Botany, 1893, p. 105).

(6) E. Bescherelle : *Étude sur le Genre* Eustichia (Brid.) C. Müll. (Journal de Botanique, 1892, p. 77).

(7) A. Bottini : *Noterelle briologiche* (Malpighia, 1889, p. 101).

Bottini (1) ; la forme β est le *F. serrulatus* forma *pyrenaica* Boul. et la forme ε de Bottini ; la forme γ est le *F. Welwitschii* Schp. et la forme η de Bottini.

21° *Weisia*. — A propos d'une nouvelle espèce du Var qu'il décrit, le W. *Alberti*, M. Corbière (2) fait quelques réflexions intéressantes. Le W. *Alberti* a l'appareil végétatif de l'*Hymenostomum tortile* et le péristome des *Weisia* (par exemple des W. *viridula* et *Wimmeriana*), mais il s'en distingue par l'inflorescence dioïque. M. Corbière est d'ailleurs d'avis que les *Hymenostomum tortile*, *microstomum*, etc., sont voisins du *Weisia viridula* et forment avec cette dernière espèce un même genre naturel auquel il faudrait réunir les *Eucladium*, les *Gymnostomum* et les *Systegium* de Schimper. L'auteur émet aussi l'opinion que le *W. viridula* est une espèce de premier ordre, ou un stirpe, auquel il faudrait rattacher les W. *mucronata*, Br. eur., W. *Ganderi* Jur., *W. Wimmeriana* Br. eur. et *W. Alberti* Corb.

22° *Bruchia*. — M. Eaton (3) décrit une nouvelle espèce de ce genre qui présente ceci de particulier que la capsule offre une ligne de démarcation entre l'opercule et la base ; elle est sous ce rapport intermédiaire entre les Cleistocarpes et les Schistocarpes.

23° *Phascum*.— MM. Clairbois et Mansion (4), en étudiant attentivement le *P. Flærkeanum* qu'ils ont découvert en Belgique, arrivent à cette conclusion que la forme de la coiffe ne présente pas plus de fixité que la longueur et la direction du pédicelle de la capsule et ne peut par conséquent servir de criterium aux genres de la famille des Phascacées ; ces Mousses forment une série d'espèces affines dans laquelle pourraient entrer également les *Pleuridium* et les *Sporledera*.

24° *Nanomitrium*. — M. Philibert (5) ne paraît pas être de cet avis. Dans une étude très détaillée du *N. tenerum* Lindb. (*Phascum tenerum* Bruch.) l'auteur fait ressortir les caractères qui séparent les *Nanomitrium* des *Ephemerum*. Il y joint l'étude de quatre espèces américaines, *E. synoicum* James, *E. Austini* Sull., *E. megalosporum* Austin, *E. æquinoctiale* Spr. qui sont à ranger parmi les *Nanomitrium*.

Hybrides.

Une question intéressante qui vient se placer tout naturellement à la suite des travaux sur les Mousses est celle de l'hybridité dans ce

(1) Cf. les travaux précédents du même auteur que le présent travail rectifie : *Nota sul* F. serrulatus Brid. (Atti della Soc. Tosc. di Sc. Nat., 1886), et (Ricerche e lavori eseguiti nell' Istituto bot. della R. Univ. di Pisa, 1888).

(2) L. Corbière : Weisia Alberti n. sp. (Revue bryol., 1880, n° 3).

(3) C. Eaton : *A new Moss of the genus* Bruchia (Bull. of the Torrey bot. Club, 1890, p. 100 et pl. 101).

(4) P. Clairbois et A. Mansion : *Découcerte du* Phascum Flœrkeanum *en Belgique* (Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belgique, 1893, p. 44).

(5) Philibert : *Sur le genre* Nanomitrium (Revue bryol., 1893, p. 49).

groupe. Peut-il exister des hybrides chez les Mousses ? Comment peut-on reconnaître qu'une Mousse est hybride ? et a-t-on déjà trouvé des Mousses hybrides ? Ces trois questions préalables, M. H. von Klinggraeff (1) se les est posées. A la première on peut répondre affirmativement. A la seconde l'observation peut donner une solution. Mais à la troisième l'auteur, après avoir examiné les caractères des formes que l'on a données comme hybrides, répond que jusqu'aujourd'hui l'hybridité d'une Mousse n'a jamais été démontrée avec certitude.

Ce n'est pas l'avis de plusieurs bryologues ainsi que je vais le montrer.

M. Cardot (2) cite un *Grimmia*, découvert en 1888 par le Frère Gasilien, au Pont de Longue, dans le Puy-de-Dôme, qui présente les caractères extérieurs du *G. leucophæa*. Toutefois il tient du *G. crinita* qui serait le père par la forme de la capsule et le mode d'insertion sur le pédicelle ; le péristome est intermédiaire entre celui des parents supposés ; la plante paraît dioique. Dans l'appareil végétatif, l'action du père se fait sentir dans le tissu de la base des feuilles ; la plante entière serait donc hybride et non pas seulement la capsule.

M. Philibert (3), d'après des faits observés dans le Valais, conclut que le *Bryum pallens*, se trouvant en contact avec le *B. pendulum*, bien différent de lui, s'hybride. On trouve tous les passages entre les deux péristomes dans les capsules situées au point de contact des deux espèces. Seules les capsules du *B. pallens* sont modifiées, de sorte que le *B. pendulum* est le père. La capsule seule est hybride et les spores paraissent en grande partie avortées.

M. Grönvall (4) a cité aussi des hybrides dans le genre *Orthotrichum*.

Anomalies

Des anomalies ont été rencontrées maintes fois chez les Mousses. Quelques notes ont trait à ces anomalies. M. Hagen (5) a observé sur les anthéridies d'un pied de *Webera gracilis* recueilli en Norwège des épaississements circulaires assez semblables à ceux des feuilles de Sphaignes. Une anthéridie en présentait jusqu'à 20 côte à côte. L'auteur se demande s'il ne faut pas attribuer ces productions à des micro-organismes, nématodes ou autres.

M. Max Fleischer (6) a observé un certain nombre d'anomalies en étudiant les Mousses de la Sardaigne ; par exemple : une capsule

(1) H. von Klinggraeff : *Ueber die Bastarde bei Farnen und Moosen* (Schrift. der Naturf. Gesellsch. in Danzig, 1889, p 172).

(2) J. Cardot : *Un* Grimmia *hybride* (Revue bryol., 1890, p. 18).

(3) H. Philibert : *Un nouveau* Bryum *hybride* (Revue bryol., 1891, p. 9).

(4) A. Grönvall : *Ueber einem vermentlichen Hybrid innerhalb des Moosgattung* Orthotrichum (Bot. Centralblatt, 1893, n° 11).

(5) J. Hagen : Un cas tératologique. (Revue bryol., 1891, p. 8).

(6) Max Fleischer : *Contribuzioni alla Briologia della Sardegna* (Malpighia. 1893, p. 313).

d'*Ephemerum serratum* était munie d'un péristome double. Le même auteur a observé deux capsules sur un même pédicelle chez l'*Aschisma carniolica*, et trois chez les *Ephemerum serratum*, *E. sessile*, *Weisia viridula*, *Pottia minutula*, *Grimmia sardoa*, *Orthotrichum rupestre*, *Funaria mediterranea* et *Bryum murale*.

M. Ugo Brizi (1) donne une bibliographie des auteurs qui se sont occupés du sujet. Les cas les plus intéressants qu'il cite sont les suivants : 1° Atrophie du sporogone, du système chlorophyllien, des spores, etc. ; 2° une capsule de *Funaria* au contact de la terre donnant un protonema avec des gemmules ; 3° des arrêts de développement des rameaux latéraux (piqûres d'insectes ?) ou limbe des feuilles réduit à la nervure ; 4° atrophie des archégones, cas dans lequel il faudrait peut-être faire rentrer la stérilité constante de certaines Mousses dont les archégones sont bien développés ; l'atrophie des anthéridies est plus rare ; 5° les hypertrophies sont rares, etc.

2° Sphaignes

L'étude de ce groupe difficile et sujet à beaucoup de contestations est le domaine particulier de quelques spécialistes. C. Warnstorf, E. Russow, Röll, qui, outre des travaux spéciaux sur ces végétaux, ont aussi publié quelques idées générales sur la notion d'espèce dans les Sphaignes. Je commencerai par citer les idées générales avant d'en arriver aux travaux spéciaux.

M. Russow (2) a exposé ses vues sur l'espèce dans les Sphaignes dans un article important, paru en 1888, et que M. Gravet (3) a traduit en français.

L'auteur fait remarquer d'abord l'abondance plus ou moins grande dans certaines années de certaines formes, et cette variation est selon lui sous la dépendance immédiate des conditions météorologiques. Aussi quand on étudie les Sphaignes d'une localité pendant une année ou deux seulement, on est tenté de multiplier beaucoup le nombre des formes. Mais quand on a pu consacrer à cette étude un laps de temps plus considérable, on se montre plus réducteur ; car l'on voit, selon les diverses conditions de développement, les formes passer de l'une à l'autre. M. Russow fait aussi remarquer que par suite des progrès de l'agriculture, les marais tendent à disparaître et avec eux les Sphaignes.

Les caractères des Sphaignes « ne sont donc pas constants, mais ils oscillent, les uns plus, les autres moins, entre des limites tantôt plus restreintes, tantôt plus larges ». Parmi les premiers il faut citer les

(1) U. Brizi : *Appunti di teratologia briologica* (Ann. del R. Istituto bot. di Roma, 1893).

(2) E. Russow : *Uber den Begriff Art bei den Torfmoosen* (Sitzb. der Dorpater Naturforsch. Gesellschaft. Jahr., 1888).

(3) F. Gravet : *Sur l'idée d'espèce dans les Sphaignes* (Revue bryol., 1891, p. 65).

feuilles caulinaires et les couches corticales de la tige, parmi les seconds moins variables il faut citer la position des cellules à chlorophylle qui varie peu et contribue à la formation de groupes d'espèces. Mais, si les caractères sont variables, y a-t-il encore des espèces ? Oui, répond M. Russow ; l'espèce « est un groupe de formes se composant de chaînons reliés entre eux dans toutes les directions et nettement séparé d'un deuxième groupe de formes, même par un seul caractère ». Cette définition peut paraître contraire à la théorie de la descendance, mais en réalité elle ne l'est pas.

Voici en effet comment M. Russow entend l'espèce. Un certain nombre d'individus que l'on ne peut distinguer les uns des autres par aucun caractère constituent un premier groupe, qui est qualifié de sous-forme. A côté de cette sous-forme, peut se placer un second groupe d'individus, composant une seconde sous-forme, qui présente encore quelques transitions à la première sous-forme, et ainsi de suite d'autres groupes. L'ensemble de ces sous-formes constitue un groupe d'un ordre supérieur, la forme. Les différentes formes ont entre elles encore des transitions mais leur ensemble constitue ce que M. Russow nomme la variété. L'ensemble de plusieurs variétés voisines forme un complexe, l'espèce, complètement séparée de l'espèce voisine. D'ailleurs les espèces peuvent former elles-mêmes par leur réunion un complexe d'un ordre plus élevé, un groupe d'espèces.

Cet ensemble de formes hiérarchisées constitue un système à peu près semblable à celui que M. Cardot a appliqué aux *Fontinalis*, mais il y a quelques différences. Je crois que le dernier système est préférable car il descend moins dans l'infiniment petit des caractères. Puisqu'en effet M. Russow avoue lui-même que les formes sont sous la dépendance de la météorologie, il devient inutile au point de vue de la classification de les étudier et de leur donner un nom, d'autant plus que les différentes parties d'un même individu pourront se montrer différentes si elles se sont développées dans des conditions physiques différentes. Dès lors ces formes ne présentent pas plus d'intérêt, au point de vue de la classification, que les cas d'albinisme, de variations de coloris, de port, etc., qui se rencontrent à chaque pas dans la nature.

M. Röll (1) d'ailleurs attaque les caractères dont se sont servis les Sphagnologues pour étayer leurs espèces. Dans un premier travail cet auteur avait montré la variabilité des feuilles caulinaires dans leurs formes, leurs pores, etc. Dans un second travail il élargit le cercle de ses observations et s'attache en particulier aux caractères de la tige. Tout son mémoire n'est qu'un réquisitoire contre la fixité des caractères.

Je vais maintenant passer en revue les principaux travaux descriptifs publiés sur les Sphaignes dans les dernières années.

(1) J. Röll: *Ueber die Veranderlichkeit der Artmerkmale bei den Torfmoosen* (Flora, 1885, p. 32 et 33). — *Ueber die Veranderlichkeit der Stengelblaster bei den Torfmoosen* (Bot. Centralbl., 1890, p. 241).

Le groupe des *Sphagna cuspidata* a été étudié successivement par M. Russow et M. Warnstorf.

M. Russow (1) base la délimitation de ses espèces sur des caractères tirés des pores des feuilles raméales, qui généralement peu visibles sont mis en évidence au moyen du violet de méthyle et de l'hématoxyline de Böhmer. Voici à quel résultat arrive l'auteur pour les espèces et les sous-espèces :

Espèces : 1° *S. cuspidatum* (Ehrh. ex parte) Russ. et Warnst.
2° *S. Dusenii* (Jens.) Russ. et Warnst.
3° *S. obtusum* Warnst., 1889 non 1877.
4° *S. recurvum* (P. Beauv.) Russ. et Warnst. ; Sous-espèces : 1° *balticum* Russ., 2° *mucronatum* Russ., 3° *amblyphyllum* Russ., 4° *angustifolium* (Jens.) Russ.
5° *S. Lindbergii* Schp.
6° *S. riparium* Angst.
7° *S. molluscum* Bruch.

M. Warnstorf (2) a publié aussi un travail sur les *Sphagna cuspidata* d'Europe. Laissant de côté les *S. molluscum* Bruch, *S. Lindbergii* Schp. et *S. riparium* Angstr. qui sont peu sujets à discussion, l'auteur s'occupe plus particulièrement des formes rapportées au *S. cuspidatum* Ehrh. et au *S. recurvum* P. Beauv. Il est d'accord avec M. Russow pour la délimitation des complexes de formes, et prend comme caractère principal la forme et la position des pores sur les cellules des feuilles raméales. Il admet de plus l'existence d'hybrides. Voici comment il distribue les types.

A. *Lanceolata.*
  a. Fimbriata : *S. Lindbergii* Schp.
  b. Erosa : *S. riparium* Ångstr.
  c. Triangularia :
    α. *S. cuspidatum* (Ehrh.) Russ. et Warnst.
    β. *S. mendocinum* Lull. et Lesq.
    γ. *S. recurvum* (P. Beauv.) Russ. et Warnst.
    δ. *obtusum* Warnst.

B. *Ovalia : S. molluscum* Bruch.

M. Venturi (3) a résumé dans un travail sur les Sphaignes d'Europe les résultats des travaux de MM. Russow et Warnstorf. Lindberg avait réduit de beaucoup le nombre des espèces en se servant comme caractères de la forme des cellules à chlorophylle et des couches corticales de la tige. Le même auteur avait créé un genre *Hemitheca*, basé sur la forme de la capsule et un genre *Isocladus*, basé sur l'absence de fibrilles

(1) E. Russow : *Sphagnologische Studien* (Sitz. des Dorpater Naturf. Gesells. Jahrg., 1889).
(2) C. Warnstorf : *Die Cuspidatum-gruppe der Europaischen* Sphagna (Bot. Ver. der Prov. Brandenburg, 1890).
(3) Venturi : *Les Sphaignes européennes d'après Warnstorf et Russow* (Revue bryol., p. 20, 60 et 77, 1891).

aux feuilles. Ce dernier caractère que Lindberg a jugé suffisant pour délimiter un genre, il l'a négligé pour la distinction des espèces. Ce sont précisément ces mêmes caractères délaissés par Lindberg que MM. Russow et Warnstorf ont remis en honneur pour multiplier les espèces. L'expérience seule montrera s'ils ont eu raison. Vient ensuite le tableau abrégé des principaux types européens.

M. Warnstorf (1) publie la description et des remarques sur le *Sphagnum crassicladum*.

M. Röll (2) reprend l'étude des Sphaignes du groupes des *Acutifolia*, tel que l'entend M. Warnstorf, avec des remarques critiques.

M. Warnstorf (3) étudie aussi les Sphaignes exotiques. Dans un travail d'une certaine étendue, il fait remarquer combien est difficile l'étude de ces végétaux en raison de la modicité des matériaux dont on dispose et de l'imperfection des échantillons. D'autre part une bonne partie des espèces connues jusqu'à ce jour sont mal ou incomplètement décrites, de sorte qu'il faudrait avoir en mains les échantillons originaux des auteurs. L'auteur a réuni deux cents formes de Sphaignes qu'il étudie en détail : il y a là 10 *S. acutifolia*, 1 *S. truncatum*, 2. *S. squarrosa*, 1 *S. polycladum*, 7 *S. cuspidata*, 1 *S. rigidum*, 7 *S. subsecunda*, 4 *S. cymbifolia*. Onze planches très claires accompagnent ce travail consciencieux et la distribution géographique de chaque espèce est également donnée.

De petites notes de M. Warnstorf (4) fixent des points de moindre importance : l'auteur montre par exemple que les *S. imbricatum* Russ., *S. portoricense* Hampe et *S. Herminieri* Schp. ne diffèrent pas spécifiquement. Quant au *S. affine* il pouvait rester quelques doutes sur sa véritable position. MM. Renauld et Cardot l'avaient placé entre le *S. imbricatum* et le *S. cymbifolium*. M. Warnstorf confirme cette manière de voir par l'étude d'un grand nombre d'échantillons ; il y distingue trois variétés : 1° *cristatum*, 2° *sublæve*, 3° *affine* Ren. et Card. M. Warnstorf décrit encore une nouvelle variété, le *S. degenerans*, var. *immersum*, découverte en Angleterre dans le Cheshire par M. Holt.

(1) C. Warnstorf : Sphagnum crassicladum (Bot. Centr., 1889).

(2) J. Röll : *Ueber die* Warnstorf*-sche* Acutifolium *Gruppe* (Bot. Centrbl., 1890).

(3) C. Warnstorf : *Beiträge zur Kenntniss exotischer* Sphagna (Hedwigia. p. 179, 1890).

(4) C. Warnstorf : *Ueber das Verhaltniss zwischen* Sphagnum imbricatum Russ., S. portoricense Hampe *und* S. Herminieri Schp. (Hedwigia, 1889, 2 pl.). — *Welche Stellung in der* Cymbifolium. — *Gruppe nimmt das* Sphagnum affine Ren. et Card. (Hedwigia, 1889, p. 362). — Sphagnum degenerans *var.* immersum, *ein neue Europaisches Torfmoos*. (Bot. Centralblatt, 1890, II, p. 102).

(A suivre).

L. Géneau de Lamarlière.

Lille. Imp Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les **revues spéciales** ***des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.***

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Nancy.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Mai 1897

N° 101

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 MAI 1897

I. — NOMENCLATURE BINAIRE. — LA RÈGLE DE PRIORITÉ DEVANT L'USAGE, par **M. Ant. Le Grand** 181

II. — SUR LA STRUCTURE DU MICROPYLE DES GRAINES DES LÉGUMINEUSES (avec une planche), par **M. Henri Coupin** 175

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 181

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 10. — *Micropyle des graines des Légumineuses.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

NOMENCLATURE BINAIRE

LA RÈGLE DE PRIORITÉ DEVANT L'USAGE

par M. Ant. LE GRAND.

Depuis environ un demi-siècle, l'étude de la délimitation de l'espèce a été la préoccupation dominante du floriste : elle a pour ainsi dire absorbé ses facultés. Bien rare est celui qui ne s'est pas cru obligé de présenter en tête d'un travail l'exposé de sa doctrine. Que de conflits et de disputes soulevés par ce problême ! Grâce à la multiplicité des sujets d'études, les esprits sont arrivés à une plus saine appréciation des faits : si l'on considère que les petites espèces sont maintenant, en général, reléguées au plan qui convient à leur importance relative, on sera tenté d'admettre qu'il y a pour ainsi dire unité de vues parmi les botanistes ; on constatera d'ailleurs que les exagérés se raréfient considérablement : leur œuvre a vécu.

A l'étude des micromorphes, qui perd visiblement de son intérêt, se juxtaposent aujourd'hui des recherches qui, au lieu de toucher à l'essence des êtres, visent leur histoire.

Les recherches de nomenclature, à vrai dire, ne sont pas nouvelles. Depuis longtemps, les auteurs se sont plus ou moins appliqués à reprendre, dans la nomenclature binaire, la seule dont je m'occupe en ce moment, les premiers noms imposés et à restituer à chacun ce qui lui appartient.

Depuis l'apparition du Code des lois de nomenclature en 1867, les botanistes se sont enhardis à appliquer avec plus de précision la règle de priorité.

Toutefois, l'apparence contradictoire ou le manque de précision de quelques-uns des articles de ce Code en rend difficile l'interprétation rigoureuse : d'où des divergences inévitables d'opinion

et des appréciations différentes dans le mode d'application. Par suite, les discusions sur ce sujet, quelque peu platoniques, ne sauraient conduire à une solution pratique. C'est l'usage qui établira la règle, et dès lors il semble intéressant de rechercher dans les travaux mêmes des botanistes les errements suivis.

Certains ont appliqué la loi d'antériorité d'une manière absolue, conservant invariablement le nom de l'espèce, lorsqu'elle passe d'un genre dans un autre et même le nom de la variété, quand celle-ci est élevée au rang d'espèce.

D'autres n'admettent la règle de priorité que sous la réserve de choisir le nom le plus ancien dans la limite du genre. Les uns et les autres invoquent naturellement les lois de la nomenclature de 1867.

Boreau, très modéré en cette matière, d'ailleurs complètement adonné aux petites espèces, disait : « Sans doute la loi d'antériorité » doit être autant que possible observée ; mais dans une juste » mesure, avec les garanties convenables. » (Herborisations de 1865, in Mém. Soc. Acad. de Maine-et-Loire). En fait, l'auteur de la Flore du Centre n'a fait ou accepté que très peu de changements ; il est remarquable de le voir adopter, dès sa première édition (1840) le nom de *Peucedanum gallicum* (1), donné par Latourette, dans le *Chloris Lugdunensis*, à l'espèce encore aujourd'hui fréquemment dénommée *P. parisiense* D. C.

En 1845, Cosson et Germain reprennent, non sans raison, dans la Flore des environs de Paris, les noms linnéens suivants : *Cerastium erectum* (2) (*Sagina erecta* L.), *Arnoseris minima* (3) (*Hyoseris minima* L.), *Mibora minima* (4) (*Agrostis minima* L.) ; et Cosson :

(1) Adopté par MM. Edm. Bonnet, Franchet, Corbière, Lloyd, Héribaud, Le Grand et dans le Flora gallica de Loiseleur ; le nom de *parisiense* se trouve dans les Flores de Balbis. Duby, Cosson et Germain, Grenier et Godron, dans le conspectus de Nyman.

(2) *Cer. erectum* Coss. et G., Crépin, Clavaud, Edm. Bonnet, Loret et Barrandon, Burnat, Héribaud, Martrin-Donos, Le Grand, etc. ; *C. quaternellum* Fenzl, Gremli, Godron, Grenier, Rouy et Foucaud. Les auteurs qui ont conservé le genre *Moenchia* se partagent aussi entre *erecta* et *quaternella*.

(3) *A. minima* Koch, Gremli, Garcke, Crépin, Kirschleger, Edm. Bonnet, Héribaud, Godron, Loret et Barrandon, Martrin-Donos, Le Grand, etc. — *A. pusilla* Gaertn, Arcangeli, Lloyd, Corbière, Boreau, Franchet, Lamotte, Nyman, Willkomm et Lange, Gren. et Godr., etc.

(4) *M. minima* Desv., Crépin, Lloyd, Edm. Bonnet, St-Lager, Héribaud, Le Grand. — *M. verna* P. B., Franchet, Grenier et Godron, Nyman, Arcangeli, Martrin-Donos, Willkomm et Lange. Le *M. verna* serait en réalité d'Adanson.

Diotis maritima (*Athanasia maritima* L.), bien qu'il existât auparavant *Cerastium quaternellum* Fenzl, *Arnoseris pusilla* Gaertn, *Mibora verna* P. B. et *Diotis candidissima* Desf.

Duval-Jouve, en 1863 (1), rétablit par droit de priorité *Luzula nutans* Duv. et *Poa Chaixi* Vill. pour *Luzula pediformis* Chaix et *Poa sudetica* Haenke ; puis en 1869, il change *Sporolobus pungens* Kunth en *Sp. arenarius* (*Agrostis arenaria* Gouan) (2). Dans son étude sur les *Agropyrum* de l'Hérault (1870), il reprend les noms princeps de *Triticum intermedium*, *littorale* et *elongatum* de Host (3).

La publication de la Flore de Brandebourg de M. Ascherson, en 1864, jeta quelque trouble dans les usages et les habitudes des botanistes ; cependant, depuis, un certain nombre l'ont suivi dans la voie qu'il avait hardiment ouverte. M. Garcke l'avait précédé : ces deux auteurs appliquent la loi d'antériorité de la façon la plus radicale. Cependant la Flore d'Allemagne de M. Garcke ne renferme guère plus de 60 noms, nouveaux ou peu usités, sur près de 2500 que renferme la 15e édition (1885). Voici la liste de la plupart de ces noms, suivis, quand il y a lieu, de l'indication de quelques auteurs qui les ont adoptés :

Ficaria verna Huds., Burnat, Corbière, Gremli, Nyman. — *Arabis pauciflora* Garcke, Burnat. — *Sisymbrium Sinapistrum* Crz. ; Burnat, Gremli, Rouy et Foucaud. — *Raphanistrum Lampsana* Gaertn. — *Helianthemum Chamœcistus* Mill., Ascherson, Edm. Bonnet, Burnat. — *Silene vulgaris* Garcke, Burnat. — *Melandryum album* Garcke, Edm. Bonnet. — *M. rubrum* Garcke. — *Malva neglecta* Wallr., Burnat. — *Tilia ulmifolia* Scop., Edm. Bonnet, Burnat, Franchet, Le Grand. — *Medicago hispida* Gaertn, Corbière, Franchet. — *M. arabica* All., Corbière, Burnat, Edm. Bonnet, Franchet, Battandier. — *M. rigidula* Desr., Burnat, Franchet. — *Onobrychis viciæfolia* Scop. Burnat. — *Lathyrus pannonicus* Garcke, Loret et Barrandon, Le Grand. — *L. montanus* Bernh., Burnat, Arcangeli. — *Fragaria viridis* Duchesne. — *F. moschata* Duchesne. — *Potentilla sterilis* Garcke, Le Grand. — *P. sylvestris* Neck. — *Cotoneaster integerrima* Medik. — *Trinia glauca* Dumort. — *Falcaria vulgaris* Bernh. — *Œnanthe aquatica* Lamk., Le Grand. — *Fœniculum capillaceum* Gilib.,

(1) Bull. Soc. bot. de France, t. X, p. 77.
(2) Bull. Soc. bot. de France, t. XVI, p. 293.
(3) Mém. de l'Acad. des Sciences et Lettres de Montpellier.

Edm. Bonnet. — *Seseli annuum* L., Edm. Bonnet, Franchet, Le Grand. — *Asperula glauca* Bess., Le Grand. — *Valerianella rimosa* Bast., Edm. Bonnet, Nyman, Franchet. — *Arnoseris minima* K. — *Myosotis arenaria* Schrad., Edm. Bonnet. — *Scrophularia umbrosa* Dumort. — *Veronica Tournefortii* Gmel. — *Orobanche cariophyllacea* Sm., Nyman, F. Schultz. — *Cynoglossum germanicum* Jacq. — *Primula acaulis* Jacq., Koch, Crépin, Le Grand. — *Littorella juncea* Bergius. — *Parietaria ramiflora* Moench, Le Grand. — *Potamogeton alpinus* Balb. — *Polygonatum officinale* All., Richter, Nyman — *Endymion non scriptus* Garcke, Le Grand. — *Luzula silvatica* Gaud., Grenier, Edm. Bonnet, Franchet, Loret et Barr., Le Grand. — *L. angustifolia* Garcke. — *Carex præcox* Schreb. (*C. Schreberi* Schrk.), — *Carex verna* Vill. (*C. præcox* Jacq.). — *C. flacca* Schreb., Franchet. — *C. pendula* Huds., Corbière, Grenier, Franchet, Loret et Barr., Le Grand. — *C. ventricosa* Curt. — *C. rostrata* With., Franchet. — *C. acutiformis* Ehrh., Franchet. — *Eragrostis major* Host, Edm. Bonnet, Franchet, Loret et Barr. — *E. minor* Host, Edm. Bonnet, Franchet, Loret et Barr. — *Poa Chaixi* Vill., Duval-Jouve, Grenier. — *Lolium remotum* Schrk. — *Equisetum maximum* Lamk., Grenier, Corbière, Le Grand, Edm. Bonnet, Loret et Barr. — *Polystichum montanum* Roth., Edm. Bonnet. — *Asplenium fontanum* Bernh., Nyman, Willk. et L., Le Grand.

M. Burnat, dans sa Flore si étudiée et si soignée des Alpes-Maritimes, suit exactement les errements des précédents. En raison de l'importance de cet ouvrage et de la doctrine de l'auteur, j'indique ci-après les noms nouveaux ou peu usités qu'il a employés ainsi que quelques auteurs qui les ont adoptés (pour abréger, je ne répéterai pas les noms des auteurs cités dans la liste précédente) :

Ficaria verna Huds. — *Corydallis intermedia* Gaud. — *Hirschfeldia incana* Burnat. — *Erysimum grandiflorum* Desf., Cosson. — *Arabis pauciflora* Garcke. — *A. nova* Vill. «... dont le nom spécifique, malgré sa naïveté, vaudrait encore mieux qu'une foule d'autres noms adoptés sans trop de scrupules ». (Gras, Bull. Soc. bot. de France, t. VIII, p. 276, 1861). — *A. arcuata* Godet, Grenier, Rouy et Fouc. — *A. glabra* Weinm., Le Grand. — *Roripa palustris* Rchb., Rouy et Fouc. — *Calepina cochlearioides* Dumort. — *Coronopus squamatus* Aschers. — *Helianthemum Chamæcistus* Mill. — *Polygala serpyllacea* Weihe, Gren., Rouy et Fouc., Le Grand, etc. —

Silene vulgaris Garcke. — *Viscaria vulgaris* Rolhl., Kirschleger, Rouy et Fouc. — *Dianthus Balbisii* D. C., Rouy et Fouc. — *D. inodorus* Kerner. — *Sagina repens* Burnat, Rouy et Fouc. — *Alsine liniflora* Hegetschw., Rouy et Fouc., Gremli. — *Spergularia campestis* Aschers., Rouy et Fouc. — *Sp. atheniensis* Ascherson. — *Tilia ulmifolia* Scop. — *Malva neglecta* Walr. — *Geranium rivulare* Vill. — *G. lanuginosum* Lamk. — *Hypericum acutum* Moench, Rouy et Fouc. — *Cytisus monspessulanus* L., Rchb., Briquet, Loret et Barr. — *Medicago rigidula* Desr. — *M. arabica* All. — *M. hispida* Gaertn. — *Melilotus indica* L., Coss. et G. — *Vicia dasycarpa* Ten. — *Astragalus sempervirens* Lamk. — *Lathyrus montanus* Bernh. — *Lath. filiformis* Gay. — *Ornithopus exstipulatus* Thore. — *Onobrychis viciæfolia* Scop. — *Acer opalus* Mill.

Les deux premiers volumes de ce bel ouvrage, énumèrent 700 espèces : en voilà 36 environ, dont les noms sont considérées comme peu usités, y compris 2 noms seulement dus à M. Burnat, *Hirschfeldia incana*, *Sagina repens*, soit à peu près 50 noms nouveaux ou peu connus sur 1000. Remarqué en passant que l'auteur a omis de reprendre pour l'*Alsine Cherleri* G. G. le nom linnéen de *sedoides* donné par Kittel et plus tard par F. Schultz (Herb. norm., nº 833).

M. Clos, le savant professeur de Toulouse, accepte de même toutes les conséquences de la loi de priorité ; je n'en veux pour preuve que ses réflexions sur les *Lotus tenuifolius* (1) et *Torilis arvensis* (2) (Bull. Soc. bot. de France, XXXVIII, p. 423, 1891). Son opinion sur ces noms princeps est bien affirmative. En ce qui concerne le premier, le perspicace botaniste toulousain fait remarquer que, dans les deux éditions du *Species*, le nom de *tenuifolius* est écrit en marge en caractères différents et avec une diagnose ; dès lors les botanistes qui considèrent cette plante comme une espèce, doivent conserver ce dernier nom, bien que la dénomination *Lotus tenuis* Kit. soit antérieure à *Lotus tenuifolius* Rchb.

Plusieurs auteurs s'imposent en effet l'obligation de conserver le nom donné à la variété, quand celle-ci est élevée au rang d'espèce : ainsi, M. Kerner, imité par M. Burnat, a repris pour le

(1) *Lotus tenuifolius* L., adopté par Koch, Boreau, Willkomm et Lange, Lloyd et Fouc., Le Grand, Loret et Barr. Héribaud.

(2) *Torilis arvensis*] Gren., adopté par Caruel, Loret et Barr., Héribaud, Edm. Bonnet, Revel, Le Grand.

Dianthus silvestris Wulf., le nom de *D. inodorus*, parce que cette plante était en effet le *D. Caryophyllus inodorus* de L.

On devra, pour le même motif revenir à *Primula acaulis* Jacq. nom adopté par Koch, Boreau (1re éd.), Crépin, Garcke, Le Grand (Flore du Berry, éd. II) (1).

M. Daveau, dont les recherches sur les plantes du Portugal sont bien connues, applique dans sa rigueur la loi de l'antériorité ; j'en citerai pour preuve ses observations sur quelques *Carex* (Bull. Soc. bot. de France, XXXVIII, p. 220, 1891) où se trouve ressuscité le *C. longiseta* Brot. dont la description « remarquable de clarté ne laisse subsister aucun doute ».

Dans leur importante Flore de France, MM. Rouy et Foucaud, limitant la priorité des noms à celle qu'ils constatent dans le genre, n'appliquent pas la règle dans le cas où les espèces passent d'un genre dans un autre: dès lors, les noms peu usités qu'ils emploient, sont en nombre plus restreint (2) : *Ranunculus diversifolius* Gilib. — *R. fœniculaceus* Gilib. — *R. geraniifolius* Pourr., Timbal-Lagrave, Grenier. — *R. Breyninus* Crz., Kerner, Burnat. — *R. Borœanus* Jord. Les auteurs déclarent que le nom de *napellifolius* Crz. est le plus ancien, sans l'adopter toutefois : ce dernier n'eut pas été plus déplacé que *R. fœniculaceus* ou *Hypecoum æquilobum* Viv. — *Papaver hispidum* Lamk. — *Rœmeria violacea* Medik. — *Hypecoum æquilobum* Viv. — *Arabis arcuata* Godet. — *Sisymbium Sinapistrum* Crz. — *Erysimum longifolium* D. C. ; les auteurs reconnaissent que le nom le plus ancien est *grandiflorum* Desf. adopté par Cosson et Burnat. — *Raphanus silvester* Lamk., St-Lager. — *Roripa palustris* Bess., Rchb., Willk., Burnat. — *Astrocarpus purpurascens* Rafin., Loret et Barr., Boreau, Le Grand. — *Cistus glaucus* Pourr., Timbal-Lagrave. — *Helianthemum vineale* Pers. — *Viola lusitanica* Brot. le nom de *lactea* Sm. plus ancien n'est pas plus impropre que *lusita-*

(1) Pour ce motif encore, divers auteurs récents ont repris les noms de *Medicago arabica* et *rigidula*. On remarque en effet avec étonnement que toutes les variétés du *M. polymorpha* de L. (*orbicularis*, *scutellata*, *tornata*, *turbinata*, *intertexta*, *muricata*, *coronata*, *ciliaris*, *minima*, *laciniata*) élevées au rang d'espèces, avaient conservé le nom linnéen sauf, par une contradiction bizarre, les var. *arabica*, *rigidula* et *hirsuta*. Il n'est que logique de les rétablir.

(2) Ces auteurs, ainsi que plusieurs autres, écrivent *Ranunculus acer* ; le Dr St-Lager, dont l'avis doit inspirer toute confiance, déclare que l'adjectif *acris* peut être légitimement employé (Botanique de Cariot, 8e éd. III, p. 11).

nica. — *Polygala serpyllaceum* Weihe. — *Silene Cucubalus* Wib., Edm. Bonnet, Franchet. — *Cerastium siculum* Guss. — *Stellaria palustris* Ehrh., Nyman, Arcangeli, Gremli, etc. — *Alsine liniflora* Hegetschw. — *Sagina repens* Burnat. — *Hypericum acutum* Mœnch, Burnat.

La Flore de Montpellier de MM. Loret et Barrandon, relate un bon nombre de noms adoptés en vertu du droit de priorité, que les auteurs déclarent accepter sans réserve. A propos du *Pterotheca sancta* Schz., ces consciencieux botanistes s'expriment ainsi : « D'après le Code botanique actuel, on sait qu'une plante, même » en changeant de genre, doit toujours conserver son premier nom » spécifique. Nous nous conformons donc à cette sage loi, généra- » lement acceptée aujourd'hui, en donnant au *Pterotheca nemau-* » *sensis* de Cassini (*Hieracium sanctum* L.) le nom de *Pterotheca* » *sancta.* »

Conformant leurs agissements à leur principe, ils ont établi plusieurs dénominations nouvelles : *Conopodium majus* Loret (*C. denudatum* K.) ; *Ptychotis saxifraga* Loret et Barr. (*P. heterophylla* K.) ; *Lathyrus pannonicus* Loret et Barr. (*Orobus albus* L. fil.), *Psilurus aristatus* Loret et Barr. (*Ps. nardoides* Trin.) et admis sans conteste les combinaisons de noms ci-après :

Cerastium erectum Coss. et G. (et non *C. quaternellum* Fenzl), *Senebiera didyma* Pers. (et non *S. pinnatifida* D. C.), *Sarothamnus scoparius* K. (et non *S. vulgaris* Wimm.), *Cytisus monspessulanus* L., *Lotus tenuifolius* Rchb., *Astrocarpus purpurascens* Walp., *Sedum nicæense* All., *Sedum pruinatum* Brot., *Ruta hortensis* Mill., *Epilobium angustissimum* Webb., *Torilis arvensis* Gren., *Trinia dioica* Gaud., *Cineraria lanceolata* Lam., *Diotis maritima* Coss., *Arnoseris minima* K. (et non *A. pusilla* Gaertn), *Cerinthe major* L., *Luzula silvatica* Gaud., *Cyperus serotinus* Rottb., *Carex pendula* Huds., *Dactylon officinale* Vill., *Eragrostis major* Host, *E. minor* Host, *Bromus Requienii* Lois. (*B. intermedius* Guss.), *Panicum Digitaria* Laterr,, *Sporolobus arenarius* Duv.-Jouve, *Sphenopus divaricatus* Rchb., *Equisetum maximum* Lamk.

Etant donnée leur déclaration de principe, les deux auteurs montpelliérains auraient pu généraliser davantage les applications; s'ils ne l'ont fait, c'est que sans doute ils ont craint de s'aventurer

au-delà des vérifications qu'il leur était possible d'opérer par eux-mêmes : ils ont été prudents.

Cette même critique doit certainement s'appliquer à beaucoup d'autres.

Le Dr F. Schultz tenait absolument au respect du droit de priorité (Archives de Flore, *passim*).

On se rappelle les efforts de Timbal-Lagrave pour ressusciter les noms de Pourret, tels que *Inula dubia*, *Cistus glaucus*, *Lamium longiflorum*, *Ranunculus geraniifolius*, etc.

J'ai eu tout à l'heure l'occasion de citer Grenier pour *Torilis arvensis* ; on trouve encore dans ses travaux *Silene venosa* Asch., *Crepis mollis* Aschers., *Poa Chaixi* Vill., *Festuca pulchella* Schrad., *Luzula silvatica* Gaud., *Carex pendula* Huds, *Equisetum maximum* Lamk., *Senecio lanceolatus* Gren.

Il est à propos de remarquer, au sujet de cette dernière espèce, que c'est Puel qui, le premier, a signalé le nom princeps. Il faudra donc écrire *Senecio lanceolatus* Puel (Bull. Soc. bot., t. VIII, p. 540, 1871).

Cet auteur a également rétabli, après une dissertation longuement développée, *Delphinium verdunense* Balb., nom qu'il a proposé de substituer par priorité à celui de *cardiopetalum* D. C. (Bull. Soc. bot., t. VIII, p. 203) ; il a également essayé de démontrer que l'*Erythræa diffusa* Woods. doit prendre le nom de *scilloides* (Bull. Soc. bot., t. VII, p. 502).

Plusieurs autres Flores récentes témoignent du peu de cas que font leurs auteurs de l'usage et de la tradition.

Voici l'excellente Flore parisienne du Dr Bonnet qui, pour n'avoir pas adopté toutes les réformes radicales indiquées précédemment, n'en a pas moins cependant largement glané dans le champ des innovations, par exemple : *Ranunculuss sardous* Crz. — *Helianthemum Chamœcistus* Mill. — *Polygala serpyllacea* Weihe. — *Silene Cucubalus* Wib. — *Melandryum album* Garcke. — *Cerastium erectum* Coss. et G. — *Medicago arabica* All. — *Sarothamnus scoparius* K. — *Tilia ulmifolia* Scop. — *Astrocarpus purpurascens* Raf. — *Sedum pruinatum* Brot. — *Torilis arvensis* Gren. — *Seseli annuum* L. — *Peucedanum gallicum* Latour. — *Fœniculum capillaceum* Gilib. — *Tragopogon dubius* Scop. — *Arnoseris minima* K. — *Cineraria lanceolata* Lamk. — *Filago apiculata* Sm. — *Valerianella rimosa* Bast.

— *Primula vulgaris* Huds. — *Myosotis arenaria* Schrad. — *Luzula silvatica* Gaud. — *Carex pendula* Huds. — *Mibora minima* Desv. — *Phleum viride* All. — *Eragrostis major* Host. — *Polystichum montanum* Roth. — *Equisetum maximum* Lamk. etc.

On pourra s'étonner que l'honorable auteur ait accepté *Linaria viscida*, *carnosa*, *filiformis*, qui sont de Moench, respectivement pour les *Antirrhinum minus*, *arvense*, *supinum* de Linné que Desfontaines a nommés avec raison *Linaria minor*, *arvensis* et *supina*. Les botanistes qui ne cherchent la priorité que dans l'étendue du genre, prendront les noms de Moench, antérieurs à ceux de Desfontaines. La plupart des auteurs continueront à préférer les noms linnéens remis en honneur par l'auteur du *Flora atlantica*.

En 1885, dans sa Flore de Loir-et-Cher, M. Franchet n'a, guère moins que le précédent, épargné les innovations : *Ranunculus sardous* Cr. — *R. Breyninus* Cr. (ce nom est autrement interprété par MM. Burnat, Kerner, Rouy et Foucaud). — *Polygala serpyllacea* Weihe. — *Silene Cucubalus* Wib. — *Lychnis alba* Mill. — *Tilia ulmifolia* Scop. — *Evonymus vulgaris* Scop. — *Medicago hispida* Gœrtn. — *M. arabica* All. — *M. rigidula* Desr. — *Sedum pruinatum* Brot. — *Seseli annuum* L. — *Peucedanum gallicum* Latour. — *Valerianella rimosa* Bast. — *Carduus pratensis* Huds. — *Primula vulgaris* Huds. — *Parietaria judaica* L. — *Luzula silvatica* Gaud. — *Potamogeton coloratus* Horn. — *Carex diandra* Roth. (*C. teretiuscula* Good). — *C. flacca* Schreb. — *C. pendula* Huds. — *C. rostrata* With. — *C. acutiformis* Ehrh. — *Eragrostis major* Host, etc.

On ne s'explique pas que l'auteur n'ait pas adopté les noms linnéens pour *Erysimum perfoliatum* Cr., *Arnoseris pusilla* Gœrtn, *Mibora verna* Desv., ainsi que pour les *Linaria*, dénommés par Desfontaines, et dont il vient d'être question.

M. Corbière, dans sa récente Flore de Normandie, scrupuleusement élaborée, a recherché les noms princeps et a fréquemment inscrit, à côté des noms, la date de leur création et de leurs synonymes, ce qui permet au lecteur de comparer. Toutefois, on peut relever quelques contradictions ; dans le cas où une espèce change de genre, tantôt le nom primitif est repris, tantôt il ne l'est pas : pourquoi adopter *Arnoseris pusilla* et *Moenchia quaternella* pour des plantes nommées *minima* et *erecta* par L., alors que l'auteur reprend le nom linnéen pour le *Mibora minima* ? Il est logique d'agir

dans un cas comme dans l'autre. Ces contradictions se reproduisent ainsi que je l'ai dit, dans quelques-uns des auteurs précédents. D'ailleurs, M. Corbière, comme MM. Bonnet, Franchet, a souvent rompu avec la tradition, témoin : *Ficaria verna* Huds. — *Ranunculus sardous* Crz. — *Stellaria palustris* Retz. — *Medicago hispida* Gœrtn. — *M. arabica* All. — *Cineraria lanceolata* Lamk. — *Cirsium tuberosum* All. — *Erythræa scilloides* Chaub. — *Primula vulgaris* Huds. *Carex pendula* Huds. — *Deschampsia setacea* Richt. — *Equisetum maximum* Lamk., etc.

On aurait pu espérer trouver dans le répertoire si documenté de M. Nyman, une certaine orientation. On constate avec regret que l'auteur ne s'est tracé aucune règle fixe, tantôt reprenant des noms anciens peu usités : *Evonymus vulgaris* Scop. — *Cineraria lanceolata* Lamk. — *Ficaria verna* Huds. — *Silene Cucubalus* Wib. — *Medicago arabica* All. — *Myosotis collina* Ehrh. — *Scrophularia oblongifolia* Lois. — *Aira setacea* Huds. — *Polygonatum officinale* All. — *Streptopus distortus* Mich. — *Adenostyles viridis* Cass. — *Cirsium tuberosum* All. — *Asplenium fontanum* Bernh., etc., tantôt délaissant sans motif apparent des noms primordiaux. Pourquoi admettre *Poa sylvatica* Chaix (1786), (nom d'ailleurs fort peu usité) avec, à côté, le synonyme de *P. Chaixi* Vill. (1785) et *Phleum asperum* Jacq. (1786) avec synonyme *P. viride* All. (1785). Pourquoi Nyman reprend-il *Orobus pannonicus* Jacq., et délaisse-t il *Peucedanum gallicum* Latour ?

Il est également fâcheux que Richter dans « *Plantæ europæ* » (1890), n'ait pas suivi une règle précise. On peut lui adresser le même reproche qu'à Nyman : ainsi il admet la désignation toute nouvelle de *Psilurus aristatus* Loret. ; pourquoi dès lors préfère-t-il *Carex vulgaris* Fr. (1842) à *C. Goodnowii* Gay (1839) ? Il a pourtant employé quelques noms peu usités comme *Polygonatum officinale* All. — *Cyperus serotinus* Rotth. — *Carex rostrata* With. — *C. acutiformis* Ehrh. — *Luzula angustifolia* Garcke, etc.

Mais, dans cet ouvrage d'un intérêt incontestable, toutes les dénominations sont accompagnées de la date de leur création et, dès lors, le lecteur a de précieux éléments d'information.

Enfin M. Magnin vient de jeter aux oubliettes, imitant M. Garcke, le nom de *rufescens*, quasi traditionnel, pour adopter *Potamogeton alpinus* Balb. (Bull. Soc. Bot., t. XLIII, p. 440, 1896).

Je ne pousserai pas plus loin la revue que j'ai entreprise, qu'il serait facile d'augmenter en puisant dans de nombreux travaux notamment ceux de Dumortier, Reichenbach, Briquet, Freyn, Kerner, etc. Elle démontre assez quelles sont les tendances actuelles : le nombre et l'autorité des citations sont une preuve suffisante.

Le tableau présenté conduit logiquement aux conclusions suivantes :

1° Un courant d'opinion se manifeste nettement et de plus en plus prononcé en faveur de la recherche de la priorité des noms et de la précision dans l'application ;

2° Tous les auteurs cités, sans exception, font, en somme, bon marché de l'usage et de la tradition.

Quelques botanistes proclament que les lois de la nomenclature, que la règle de priorité doivent se concilier avec l'usage, être tempérées par la tradition, d'où un troisième système d'interprétation du Code, que l'on pourrait nommer *éclectique.*

Cependant tous nous avons pour objectif la fixité dans la Nomenclature.

Eh bien ! il semble que le dernier système soit le moins propre à assurer la stabilité désirée. On conçoit mal cette subordination de la loi à des usages mal définis, qui ne peuvent constituer que des exceptions. Les exceptions, surtout quand elles peuvent être évitées, sont regrettables : elles enlèvent à la loi le caractère de généralisation et de coercition qui lui est propre.

L'usage, en matière de nomenclature comme en toute autre, est variable, un usage se substituant à un autre avec une facilité remarquable. En voici des exemples :

Si l'on se reporte aux ouvrages publiés dans la première moitié de ce siècle, on trouve constamment, sous le nom de *Carex gynobasis* Vill., le *Carex* si connu aujourd'hui sous le nom de *Halleriana*. Lamarck, Balbis, Koch, Duby, Loiseleur, Reichenbach, De Candolle et même Boreau, jusque dans sa deuxième édition (1849) ne relatent que le premier. Puis l'emploi alors exclusif de celui-ci, cependant si expressif, disparaît presque tout à coup pour faire place au second, qui, à partir de la période comprise entre 1850 et 1860, est presque unanimement adopté, sauf de très rares excep-

tions, motivées peut-être par l'excellente composition de l'ancien nom *gynobasis*.

Voici des exemples récents et probants. Jusque vers 1861 et 1862,les *Ranunculus Philonotis* (1) et *Primula grandiflora* (2) avaient le privilège de figurer dans toutes les nomenclatures ; il a suffi d'une critique parfaitement écrite et raisonnée de M. Gras pour anéantir *ipso facto* la tradition, si bien qu'aujourd'hui vous pouvez facilement compter les publications qui n'accueillent pas les noms, moins heureux cependant, de *Ranunculus sardous* Crz. et de *Primula vulgaris* Huds. (3).

Un esprit scrutateur peut observer qu'actuellement bien des noms traditionnels sont en passe d'être abandonnés comme les précédents.

Il est à désirer toutefois que l'adoption des noms primordiaux soit entourée de toutes les garanties désirables et n'ait lieu qu'après une critique sévère et approfondie : Duval-Jouve et Gras ont donné d'excellents exemples de ce genre de dissertation. On pourrait, en effet, citer des divergences, des erreurs d'interprétation qui ne font que justifier les exigences que les botanistes sont en droit d'imposer aux auteurs.

La priorité limitée, à la façon de MM. Rouy et Foucaud (4) et instituée par eux ou du moins érigée en principe par ces auteurs, est une interprétation inacceptable du Code de 1867 (5) ; d'autre

(1) Bull. Soc. bot., t. IX, p. 324 (1862).

(2) Bull. Soc. bot., t. VIII, p. 278 (1861).

(3) Le nom de *Primula grandiflora* Lamk. qui est de 1778 (comme celui d'*acaulis* Jacq.) a été pendant longtemps préféré (Loiseleur, De Candolle, Duby, Balbis, Godron, Cosson et Germain, Boreau éd. II et III, Grenier et Godron, St-Lager, etc). Depuis 1862, *vulgaris* a remplacé *grandiflora* (Arcangeli, Gremli, Willkomm et Lange, Lloyd, Edm. Bonnet, Franchet, Corbière, Loret et Barrandon, Nyman, Le Grand, etc.).

(4) Flore de France, t. 1, p. X et t. III, p. 308.

(5) A l'occasion des préceptes du code de 1867, il convient d'en rappeler d'autres qui n'ont rien perdu de leur valeur et dont il faut bien reconnaître l'incontestable importance Le célèbre auteur de la Théorie élémentaire de la botanique, dans le chapitre de la nomenclature (éd. III publiée par Alph. De Candolle, 1844) n'affirme-t-il pas d'une façon éclatante la règle de la priorité quand il proclame (p. 239 et 240) la nécessité d'admettre « le nom donné par l'inventeur, toutes les » fois que ce nom est conforme aux règles..... La priorité en effet, est un terme » fixe, positif, qui n'admet rien, ni d'arbitraire, ni de partial ; on doit donc admettre » toujours le nom le plus ancien, excepté dans les cas suivants.... » Ni l'usage, ni la tradition ne sont visés dans ces exceptions ; mais en voici une précisément qui

part, l'usage constitue un élément trop variable, trop incertain, pour servir de base à une loi de nomenclature. La stabilité désirée devra être assujettie à des règles autrement nettes et précises que celles du Code en question. Je crois que le procédé le plus sûr consistera dans l'application rationnelle des noms primordiaux soumis à une interprétation rigoureuse : dans le cas seul de doute l'usage sera conservé. Et que l'on ne crie pas trop à la confusion des confusions! les prioristes (1) radicaux n'auront peut-être pas à changer 200 noms sur 4000 dans la Flore de Grenier et Godron.

Est-il nécessaire d'établir la contre-partie des tableaux précédents pour rechercher les partisans de la prétendue immutabilité des noms usuels actuels? Je ne le pense pas. Ce n'est, en effet, que postérieurement à 1867 que le conflit a été sérieusemént engagé.

L'examen de Flores régionales ou locales, telles que celles de Grenier et Godron, de Willkomm et Lange, le Prodrome de Lamotte, etc., ne saurait donner de déduction concluante : ces travaux ont précédé le mouvement très accentué qui s'opère depuis un petit nombre d'années ; de sorte que si les novateurs sont actuellement en minorité, ce qui ne semble nullement certain, je ne serais point étonné que la minorité d'aujourd'hui devînt la majorité de demain.

D'autre part, les recherches synonymiques sont souvent difficiles; il n'est donné qu'à un petit nombre de travailleurs de pouvoir s'y livrer, faute de moyens d'études, éloignés qu'ils sont des riches bibliothèques. C'est ce qui explique la réserve de beaucoup d'auteurs et leur défiance manifeste, non sans quelque raison, contre des innovations d'une vérification trop souvent malaisée (2).

prévoit le cas où une espèce change de genre : « on doit conserver le nom spécifique » à moins que dans le nouveau genre où on l'introduit, ce nom ne soit déjà » employé ou si l'on a fait un genre nouveau, que ce nom ait servi à le désigner. »

En parlant des innovations dues à son illustre père, Alph. De Candolle énonce cette appréciation à retenir : « Enfin, il applique rigoureusement la loi de priorité » des noms que Linné avait recommandée sans la suivre toujours et que l'on » négligeait alors communément. » (La Phytographie, p. 347).

(1) Le néologisme *prioritaire* vient de faire son apparition sous la plume déliée de mon ami M. Malinvaud : je préfère l'expression de *prioriste* inaugurée par M. Meyran, de Lyon.

(2) C'est pour ces motifs que je n'ai moi-même admis qu'un petit nombre de noms nouveaux ou peu usités dans ma Flore du Berry (éd. II, 1894). Voici les principaux (j'ai repris constamment tous les noms linnéens d'espèces changées de

En résumé, dans tout ce qui précéde j'ai moins cherché à critiquer soit les théories soit les opinions ; qu'à énumérer des faits, qu'il eut été bien facile de multiplier en consultant de plus nombreux matériaux et particulièrement les monographies récentes.

---

genre) : *Astrocarpus purpurascens* Walp. — *Potygala serpyllacea* W. — *Lychnis alba* Mill. — *Tilia ulmifola* Scop. — *Sarothamnus scoparius* K. — *Lathyrus pannonicus* Lor. et Barr. — *Potentilla sterilis* Garcke. — *Torilis arvensis* Gren. — *Peucedanum gallicum* Latour. — *Seseli annuum* L. — *Œnanthe aquatica* Lamk. — *Asperula glauca* Bess. — *Senecio lanceolatus* Pnel. — *Arnoseris minima* K. — *Pterotheca sancta* F. Schz. — *Primula acaulis* L. (sub variet.). — *Parietaria ramiflora* Mœnch. — *Ophrys myodes* L. — *Endymion non-scriptus* Garcke. — *Luzula sylvatica* Gaud. — *Carex Goodnowii* Gay. — *C. pendula* Huds. — *Mibora minima* Desv. — *Phleum viride* All. — *Avena dubia* Leers. — *Equisetum maximum* Lamk. — *Asplenium fontanum* Bernh., etc.

SUR LA STRUCTURE

DU MICROPYLE DES GRAINES DES LÉGUMINEUSES

par M. Henri **COUPIN**.

Au cours de recherches poursuivies récemment sur différents points de la physiologie des graines (1), j'ai constaté que les détails concernant la structure du tégument et du hile sont relativement abondants, mais le micropyle est généralement laissé de côté, sans doute par suite des difficultés de son étude. Il est cependant important, au point de vue anatomique et physiologique, de savoir ce que devient cet orifice, si large dans l'ovule et si difficile à voir dans la graine adulte. Disparaît-il dans la graine mûre ? S'il subsiste, quelle structure présente-t-il ? Toutes questions auxquelles les ouvrages ne répondent pas.

Pour combler en partie cette lacune, je crois intéressant de faire connaître succinctement le résultat de mes recherches en ce qui concerne les Légumineuses, dont les semences sont si fréquemment employées en physiologie et dont le tégument présente souvent une consistance papyracée favorable aux coupes.

L'étude de la structure du micropyle est, en effet, fort difficile en raison de sa petitesse et il faut une grande attention pour le retrouver dans les coupes. Il n'y a guère qu'une ou deux de ces dernières qui le renferment.

J'ai étudié la structure du micropyle chez un grand nombre de graines de Légumineuses. Les coupes se font facilement en laissant les graines d'abord gonfler dans l'eau pendant vingt-quatre heures. Passé ce temps, on isole la région hilo-micropylaire et, après l'avoir orientée dans de la moelle de sureau gorgée d'alcool, on pratique de nombreuses coupes, assez épaisses, au microtome (2). Ce sont les coupes longitudinales qui rendent le plus de services.

(1) *Sur l'absorption et le rejet de l'eau par les graines*. Thèse de la Fac. des Sc. de Paris, 1896.

(2) La paraffine ne pénètre pas suffisamment dans les téguments pour qu'on puisse l'employer.

Je ne donnerais pas la description du micropyle de toutes les graines que j'ai étudiées. Je me contenterai de dire que la structure de cet orifice se ramène à quatre types principaux :

1er type : Le micropyle est une cupule. Exemple : *Fève*.
2e type : — est un canal. Exemple : *Cytise*.
3e type : — est une cavité close. Exemple : *Lupin*.
4e type : — n'est pas distinct. Exemple : *Arachide*.

Premier type. — Fève.

Le premier type est le plus répandu. On le rencontre par exemple chez le Pois, le Haricot, etc. Nous l'étudierons chez la Fève, où il est très facile à observer.

Comme on le voit par la fig. 1 (Planche 10), qui représente une coupe longitudinale (1) médiane de la région hilo-micropylaire, le micropyle se présente sous la forme d'une cavité ovoïde, mais un peu allongée du côté de la radicule. La cavité est limitée par des cellules étoilées, très irrégulières dans tous les sens, qui, elles-mêmes, sont en relation avec les cellules du parenchyme du tégument, se présentant sous les mêmes formes.

Il en résulte que la cavité micropylaire communique directement avec les méats du parenchyme, ce qui explique la facilité avec laquelle l'eau pénètre par le micropyle dans le tégument.

Le micropyle, on le voit, a une surface très irrégulière et non limitée par un épiderme.

Quant à l'épiderme du tégument, il s'interrompt brusquement au niveau de l'orifice micropylaire : il semble presque percé à l'emporte-pièce. Les cellules épidermiques voisines de l'orifice sont seulement légèrement obliques par rapport à la surface de la graine, tandis qu'ailleurs elles lui sont perpendiculaires.

Le micropyle est séparé des cellules ligneuses ponctuées du hile par une simple couche de cellules à membranes épaissies et cellulosiques, comme le sont toutes celles du parenchyme. Du côté opposé, le micropyle est tapissé à la partie supérieure par de petites cellules arrondies, sans méats, placées sous l'épiderme.

On remarque sur la même coupe longitudinale, que les cellules

(1) Une coupe longitudinale est celle qui passe en même temps par le milieu du hile et le milieu du micropyle.

du parenchyme qui réunissent le micropyle à la cavité radiculaire se distinguent des voisines en ce qu'elles sont allongées dans cette direction.

Sur une coupe transversale, la forme du micropyle (fig. 2) est beaucoup plus régulière : c'est une bouteille dont le goulot, très étroit, est limité par l'épiderme. Celui-ci, à ce niveau, augmente beaucoup d'épaisseur et ses cellules s'incurvent sensiblement. Au même niveau, la partie externe de ces cellules s'imprégne de cutine qui se colore en vert par le vert d'iode.

A droite et à gauche, le parenchyme, sur une épaisseur de trois ou quatre assises, présente des cellules arrondies sans méats. Ces assises diminuent d'ailleurs rapidement d'épaisseur à mesure qu'on s'éloigne du micropyle et se continuent avec des cellules en T à double ligne horizontale qui forment une couche continue sous l'épiderme (1).

Sur la même coupe transversale, on voit que la cavité micropylaire est limitée très irrégulièrement par des cellules étalées et qu'elle communique directement avec les méats du parenchyme. Notons que cette description est relative à des graines gonflées. Chez les graines riches la cavité micropylaire est évidemment plus réduite et parfois même virtuelle.

(1) Notons, en passant, que ces cellules, qu'on peut assez bien comparer à des doubles-boutons, sont extrêmement répandues dans les graines, non seulement chez les Légumineuses, mais encore chez les autres familles, et occupent toujours une situation sous-épidermique. Je voudrais faire ici une remarque intéressant la physiologie. J'ai montré dans un travail antérieur (*loc. cit.*) qu'il y a, pour une même espéce de graine, des variations individuelles considérables au point de vue de l'absorption de l'eau ; pour ne citer qu'un exemple, certains échantillons commencent à se gonfler au bout d'une heure, d'autre au bout de deux heures, trois heures, douze heures, un jour, deux jours, trois jours, etc. Il en est même qui ne gonflent pas du tout. J'ai cherché vainement à quoi pouvaient être dues ces différences. Aprés avoir fait des comparaisons multiples, je crois pouvoir dire qu'elles résident dans la structure de l'épiderme. Si celui-ci est constitué par des cellules étroitement unies les unes aux autres, l'eau *ne peut les traverser* et c'est le cas des graines qui ne se gonflent pas, chez lesquelles, en outre, le micropyle (chez les graines sèches) est oblitéré. L'eau ne peut pénétrer dans les graines que si les cellules épidermiques laissent entre elles un petit espace ; j'ai démontré d'ailleurs, combien ces blessures sont fréquentes chez elles. Et il est à remarquer que cette blessure n'a pas besoin d'être très volumineuse : une simple fente présentant un centiéme de millimètre, ou même moins, permet à l'eau de passer dans la couche sous-épidermique, laquelle est, en somme, formée de canaux vides partant d'un point quelconque à un autre du tégument.

Chez le Haricot, les choses sont identiques avec les deux différences suivantes :

1° Sur la coupe transversale, on ne voit qu'une très mince couche de cellules arrondies, sans méats, à droite et à gauche du micropyle.

2° Les cellules qui, sur la coupe longitudinale, réunissent le micropyle à la cavité radiculaire, ne se distinguent pas de leurs voisines.

Ces dernières sont au contraire très nettes chez le Pois.

Dans tous ces exemples, l'épiderme du tégument s'arrête brusquement au niveau du micropyle, comme s'il avait été enlevé à l'emporte-pièce. Une exception se rencontre cependant chez l'*Abrus precatorius*, cette graine connue en pharmacopée, sous le nom de Jéquirity. Ici, la cavité micropylaire a la forme d'un canal qui traverse presque le tégument de part en part et dont la partie en cul-de-sac n'est séparée de la cavité intérieure du tégument que par une ou deux assises de petites cellules.

Le point à noter dans cette graine, c'est que l'épiderme, du côté du hile (voir la coupe longitudinale, fig. 3), au lieu de s'arrêter sur le bord de l'orifice, plonge à l'intérieur du canal recouvrant la paroi sur une faible longueur : ses cellules diminuent rapidement de longueur jusqu'au point où elles se terminent.

A noter aussi que le parenchyme du tégument, même au niveau du canal micropylaire, est très peu lacuneux.

IIe Type. — Cytise.

Ce type est beaucoup plus rare que le précédent : on peut facilement l'observer chez le *Cytisus Laburnum*, sur des coupes longitudinales (Planche 10, fig. 4). Ici, le micropyle est un canal complet qui traverse le tégument de part en part.

Il ne faudrait pas croire cependant qu'il établisse une communication physiologique entre l'extérieur et l'intérieur de la graine. En effet, à sa partie inférieure, il est oblitéré par l'albumen qui, à ce niveau, s'épaissit sensiblement et, de plus, présente, à sa partie externe des cellules légèrement subérifiées, se colorant en vert par le vert d'iode. L'albumen est manifestement renforcé en ce point pour oblitérer le micropyle, tandis que, dans les autres

graines, c'est le tégument lui-même qui se charge de cette oblitération. Cette disposition explique pourquoi la graine dont il s'agit se gonfle difficilement, malgré son micropyle, relativement bien ouvert.

Comme dans les types précédents, la surface de la cavité n'est pas recouverte d'un épiderme, mais constituée par les cellules irrégulièrement rameuses du parenchyme.

IIIe Type. — Lupin.

Dans ce type, l'oblitération du micropyle est beaucoup plus complète que dans les deux précédents. Chez le Lupin bleu en effet, la cavité micropylaire est fermée à ses deux extrémités (planche 10, fig. 5) : à la partie inférieure, par le parenchyme du tégument ; à la partie supérieure par l'épiderme du tégument et celui du funicule qui s'est étendu jusqu'à ce niveau sous forme de cellules dont quelques-unes se prolongent en poils très courts ou mieux en papilles.

La cavité, toujours bordée d'ailleurs par des cellules irrégulières du parenchyme, est close ; elle est pyriforme et sa pointe dirigée vers l'extérieur indique l'endroit où l'épiderme, se resserrant, l'a oblitérée (1). La partie interne de cette cavité est réunie à la cavité radiculaire par des cellules de parenchyme plus petites que partout ailleurs.

IVe Type. — Arachide.

Dans ce type, le micropyle est oblitéré dans toute sa longueur et n'est pas distinct.

Ce type se rencontre pour ainsi dire chez toutes les graines de Légumineuses où le tégument est très mince. Peut-être les auteurs qui s'occuperont ultérieurement de la question trouveront-ils parmi ces graines des téguments où le micropyle, quoique complètement oblitéré, pourra néanmoins être reconnaissable à la présence de cellules spéciales, se distinguant des autres cellules du tégument.

(1) Il est cependant à noter que, dans certaines préparations, le sommet de la cavité pyriforme se continue à travers l'épiderme par une ligne plus foncée et même un très léger écartement des cellules. Cette ligne indique l'endroit où se trouvait le canal micropylaire, mais sa lumière est devenue virtuelle.

CONCLUSIONS

Le micropyle de la graine adulte des Légumineuses n'a jamais la même structure que celui de l'ovule. Chez ce dernier en effet, il est essentiellement constitué par un canal ouvert à ses deux extrémités et dont les parois sont tapissées par l'épiderme du ou des téguments. Dans la graine adulte, cet épiderme disparaît entièrement (sauf dans le cas de l'*Abrus*, où il y en a encore des traces) et la cavité micropylaire est entourée directement par les cellules irrégulières du parenchyme : elle communique ainsi directement avec les méats intercellulaires de ce dernier. Cette structure explique pourquoi l'eau pénètre plus facilement par le micropyle que par le reste du tégument.

Quant au canal, il ne subsiste que rarement dans toute sa longueur (*Cytisus*). Le plus souvent il est oblitéré à la partie interne (Fève). Quelquefois aussi, il est oblitéré à ses deux extrémités (Lupin) ou disparaît entièrement (Arachide) (1).

EXPLICATION DE LA PLANCHE 10

Fig. 1. — Coupe longitudinale du micropyle de la graine de *Faba vulgaris*. — *a*, épiderme du tégument; *b*, épiderme recouvrant le hile; *c*, cellules sous-épidermiques du tégument; *d*, cavité du micropyle; *e*, cavité où est logée le sommet de la radicule; *f*, cellules allongées réunissant la cavité micropylaire à la cavité radiculaire; *g*, cellules de la face interne du tégument; *h*, parenchyme lacuneux du tégument; *i*, cellules ponctuées du hile.

Fig. 2. — Coupe transversale du micropyle de la graine de *Faba vulgaris*. — *d*, cavité micropylaire.

Fig. 3. — Coupe longitudinale schématique du micropyle de la graine de l'*Abrus precatorius*. — *m*, micropyle; *p*, parenchyme du tégument; *v*, cellules ponctuées du hile; *h*, épiderme recouvrant le hile.

Fig. 4. — Coupe longitudinale schématique du micropyle de la graine du *Cytisus Laburnum*. — *e*, épiderme du tégument; *p*, parenchyme du tégument; *m*, micropyle; *h*, cellules épidermiques recouvrant le hile; *v*, cellules ponctuées du hile; *a*, albumen; *b*, partie de l'albumen où les cellules se colorent en vert par le vert d'iode.

Fig. 5. — Coupe longitudinale schématique du micropyle de la graine du Lupin bleu. — *v*, cellules ponctuées du hile; *h*, cellules épidermiques recouvrant le hile; *q*, papilles; *m*, cavité micropylaire; *e*, épiderme du tégument; *p*, parenchyme du tégument; *r*, cavité radiculaire.

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris, dirigé par M. Gaston Bonnier.

REVUE DES TRAVAUX
D'ANATOMIE VÉGÉTALE
PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Suite)*

4° Tissus

On sait que dans beaucoup de plantes, les cellules stomatiques sont accompagnées de cellules épidermiques spéciales, plus ou moins différenciées des cellules épidermiques normales, qu'on appelle des *cellules annexes*. Le rôle des cellules annexes dans le fonctionnement de l'appareil stomatique est assez obscur et il ne semble pas que M. W. Benecke (1) apporte beaucoup de lumière à cet égard. Son travail toutefois fournit une notable contribution à la connaissance de l'anatomie comparée des appareils stomatiques.

D'après de Bary, les cellules cambiales et les cellules jeunes voisines appartenant soit au bois, soit au liber, ont pendant l'été leurs parois uniformément minces et délicates. En hiver, les parois tangentielles seules conservent cette structure et les parois radiales s'épaississent au contraire considérablement. Les masses d'épaississement sont interrompues par une rangée unique médiane de ponctuations arrondies ; et comme dans deux cellules voisines les ponctuations se superposent il en est de même des épaississements, ceux-ci présentent dès lors sur une coupe tangentielle une forme lenticulaire. Ces épaississements disparaîtraient au printemps par dissolution.

M. Fr. Krüger (2), dont les recherches ont porté sur 31 espèces de plantes ligneuses, herbacées ou succulentes appartenant à des familles très différentes choisies parmi les Dicotylédones, les Monocotylédones et les Gymnospermes, a constaté que les épaississements décrits par de Bary sont constants. Mais d'après lui ils ne dissoudraient pas au printemps et on pourrait les retrouver moins accusés il est vrai pendant tout l'été. Cette atténuation proviendrait d'après l'auteur non d'une dissolution partielle mais de ce que, pendant la période de croissance, les cellules fortement turgescentes ont leurs parois distendues. Quoi qu'il en soit, les parties des parois tangentielles qui sont épaissies marquent l'emplacement des sculptures que présenteront plus tard les

(1) W. Benecke : *Die Nebenzellen der Spaltöffnungen* (Botanische Zeitung, nos 32-37, 1 pl., 1892).

(2) Fr. Krüger : *Ueber die Wandverdickungen der Cambiumzellen* (Botanische Zeitung, nos 39-40, 1892, 1 fig.).

cellules qui les portent lorsqu'elles se seront transformées en éléments ligneux ou libériens. Les parties minces marquent l'emplacement des ponctuations simples ou aréolées des éléments ligneux (cellules ou vaisseaux) ; elles sont le point de départ de la formation des plaques criblées. On voit donc que sur les parois radiales des cellules cambiales, l'emplacement des sculptures en creux ou en relief serait d'après l'auteur indiqué à l'avance tandis que sur les parois tangentielles, rien ne permettrait d'en prévoir à l'avance la position.

M. Krüger a vu des espaces intercellulaires apparaître sous forme de fente, puis de cavité lenticulaire, dans la partie moyenne des épaississements des parois radiales. Deux ou plusieurs de ces espaces peuvent arriver à communiquer par leurs bords, donnant ainsi naissance à des espaces intercellulaires plus grands. Ces grands espaces intercellulaires ont présenté cette particularité intéressante qu'ils ont permis à l'auteur de voir des communications protoplasmiques entre cellules voisines se faire à travers les parties minces des membranes correspondant aux ponctuations.

Dans ces dernières années, divers botanistes ont signalé l'existence de pores dans la mince membrane des ponctuations simples ou aréolées. C'est en particulier à travers ces pores que passent les fins filaments plasmiques qui relient entre eux les masses protoplasmiques des cellules voisines. A la suite de recherches qui ont porté sur 79 espèces de Légumineuses et un certain nombre d'espèces appartenant à d'autres familles, M. Bengt-Jonsson (1) s'est assuré de l'existence de telles communications plasmiques entre les cellules destinées à évoluer plus tard en trachéides ou en vaisseaux. Ces communications s'établissent à travers des pores réunis en nombre variable sur la membrane des ponctuations de façon à donner à ces membranes l'aspect de véritables plaques criblées. Lorsque ces cellules ont terminé leur évolution, les vaisseaux et les trachéides qui en résultent portent sur leurs parois longitudinales ou radiales de nombreuses plaques criblées (fig. 49) dont les pores sont restés ouverts. Ces pores facilitent singulièrement les mouvements des liquides de trachéide à trachéide, de vaisseau à vaisseau ou de vaisseau à trachéide. L'existence de cribles dans la paroi des trachéides réduit les différences entre les

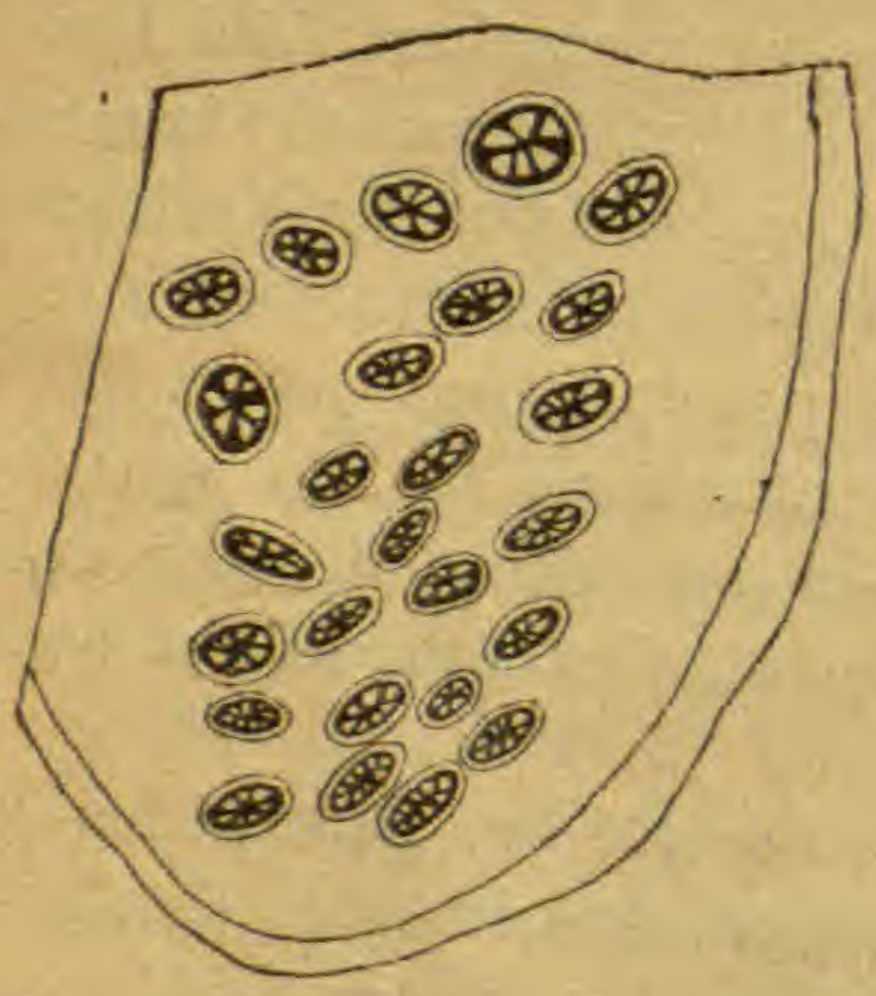


Fig. 49. — Cellules avec plaques criblées. D'après Bengt-Jonsson.

(1) Bengt-Jönsson : *Siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen hauptsächlich der Leguminosen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. X, p. 494-513, Taf. 27, 1892).

trachéides et les vaisseaux au point de vue physiologique du transport des liquides et des gaz. Les plaques criblées situées entre des trachéides ou des vaisseaux et des cellules de parenchyme ont leurs pores fermés.

Dans ces dernières années des opinions diverses ont été émises au sujet de l'origine des éléments conducteurs secondaires des *Yucca Dracæna*, etc. ; les uns les considérant comme unicellulaires (Krabbe, Roselez), les autres comme résultant de la fusion de plusieurs cellules superposées (Kny, Mlle Loven). MM. Scott et Brebner (1) ayant repris l'étude de la question ont constaté que ces éléments proviennent d'une cellule unique qui peut atteindre 30 à 40 fois sa longueur primitive ; ce sont par suite de vraies trachéides et non des vaisseaux.

MM. Scott et Brebner ont constaté en outre que dans les racines adventives des *Dracæna* les formations secondaires ont la même origine que dans la tige. L'origine des formations secondaires d'une Iridée, l'*Aristea corymbosa* est aussi analogue à celle de ces mêmes formations chez les Liliacées et les Dioscorées.

M. Conwentz avait signalé l'existence accidentelle de thylles dans les trachéides du bois des Conifères fossiles. M. W. Raatz (2) a trouvé de semblables formations chez des Conifères vivantes. Les thylles sont produits par les cellules de parenchyme avoisinant les trachéides et, comme chez les Angiospermes, par formation d'une hernie de dimensions croissantes à travers les ponctuations. Les thylles formés dans une trachéide peuvent arriver au contact les unes des autres et remplir cette trachéide d'un véritable tissu. D'après l'auteur l'apparition des thylles serait la conséquence de quelque lésion de la tige ou de la racine. Autour du point lésé, les cellules aptes à la division forment un tissu cicatriciel et les trachéides se remplissent de thylles. L'obstruction des éléments conducteurs par les thylles représenterait pour la plante un moyen de défense au même titre que l'hypersécrétion de résine qui s'observe aussi, en général, au voisinage des lésions.

Il résulte des recherches de M. Houlbert (3) que certains groupes d'Apétales sont aussi bien déterminés par la nature de leur bois que par leurs caractères floraux. D'après ce botaniste, dont les recherches se sont étendues à l'ensemble des Apétales, les caractères du tissu ligneux de ces plantes peuvent en outre fournir des données générales fort précises et fort étendues sur les relations qui existent entre les familles actuelles et les formes disparues.

Les conditions extérieures peuvent apporter certaines modifications dans les éléments du bois; c'est ainsi que dans les espèces adaptées à

(1) D. H. Scott and George Brebner *On the secondary Tissues in certain Monocotyledons* (Annals of Botany, Vol. 7, p. 21-62 pl. III-V, 1893).

(2) W. Raatz : *Ueber Thyllenbildungen in der Tracheiden der Coniferenhölzer* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. X, p. 163-192, Taf. X, 1892).

(3) C. Houlbert : *Recherches sur le bois secondaire des Apétales* (Annales des Sciences naturelles, 7e série, t. 17, p. 1-183).

la vie aquatique les fibres ligneuses ont des parois minces et les vaisseaux sont très nombreux; dans les espèces des régions sèches, au contraire, les fibres ont des parois épaisses et les vaisseaux sont en petit nombre. Toutefois, dans aucun cas, ces modifications ne sont de nature à altérer la disposition générale du plan ligneux.

D'après M. A. Herbst (1), la structure des rayons médullaires des plantes herbacées peut avoir une certaine importance systématique.

On trouve en général dans la tige des Phanérogames en dedans des vaisseaux ligneux les plus internes, une épaisseur plus ou moins grande d'un tissu différent du parenchyme central. M. Léon Flot (2) a donné à ce tissu le nom de *zone périmédullaire*. Après avoir montré que la zone périmédullaire tire son origine du méristème vasculaire au même titre que les rayons médullaires et le péricycle, M. Flot en examine avec soin les diverses manières d'être, soit dans la structure primaire, soit dans la structure secondaire, et décrit ensuite les diverses productions qui peuvent résulter de l'activité génératrice de ses éléments propres. Parmi ces productions, les plus intéressantes sont celles qui consistent en plages criblées ou cribro-vasculaires (Acanthacées, Campanulacées, Cucurbitacées, Apocynées, Solanées, *Rumex*, *Epilobium*, *Erythræa*, *Tecoma*, etc.).

Diverses opinions ont été émises sur l'origine des plages criblées que l'on observe dans le bois de certaines plantes. D'après M. R. Chodat (3), cette origine est en réalité variable. Chez les *Dicella* et les *Atropa*, ils appartiennent au bois comme région se formant à la face interne de la zone cambiale. Chez les *Strychnos*, ils naissent à la face externe d'un arc générateur qui arrête son fonctionnement au bout d'un certain temps, tandis qu'un arc adventif se forme à la périphérie en concordance avec l'assise génératrice. Chez les *Dicella*, l'assise génératrice donne quelquefois en même temps par un cloisonnement centripète et centrifuge sur sa face externe et sur sa face interne des éléments grillagés. Il en résulte que chez les *Dicella* et *Atropa*, les éléments grillagés du bois doivent être désignés sous le nom de *xylème grillagé* et chez les *Strychnos* sous le nom d'*îlots libériens*.

C'est-à-dire que ces éléments anatomiques, quoique identiques, constituent ici du bois, là du liber. Pourquoi pas du liber centrifuge et du liber centripète ? La structure et les fonctions des tissus sont donc des caractères sans valeur en anatomie topographique? Nous conviendrons que les appellations employées par M. Chodat sont d'une logique rigoureuse si l'on admet que la nature des tissus est tout d'abord

(1) A. Herbst : *Beiträge zur Kentniss der Markstrahlen dicotylen Kraüter und Stauden* (Botanisches Centralblatt, Bd. 57, Nos 9-11-13, 1803).

(2) Léon Flot : *Recherches sur la zone périmédullaire de la tige* (Annales des Sciences naturelles, 7e série, t. 18, p. 37-112, pl. III-VI, 1896).

(3) R. Chodat : *Origine des tubes criblés dans le bois* (Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève, 3e Période, T. 27, p. 229-239, avec pl. I, 1892)

déterminée par leur position ou la marche de leur développement, mais qui ne voit qu'une classification des tissus où l'on tient si peu de compte de leur structure et de leurs fonctions ne saurait être qu'artificielle.

D'après M. K. Treiber (1), les îlots libériens que l'on trouve dans le bois du *Ceropegia macrocarpa* ne proviendraient pas de l'assise génératrice, mais d'une différenciation subséquente du parenchyme du bois resté cellulosique et à parois minces. Ce botaniste a en outre constaté que d'autres Asclépiadées (*Kanahia laniflora*, *Stephanotis floribunda*, *Ceropegia stapeliiformis*) peuvent présenter une différenciation tardive de leur moelle en éléments libériens.

On sait que dans les *Aneimia* et les *Adiantum*, les tubes criblés peuvent se revêtir intérieurement d'un dépôt lignifié. M. G. Poirault (2) a observé que dans les Gleichéniacées, les tubes criblés situés au dos du protoxylème peuvent présenter cette même modification.

Des recherches de M. Tschirch (3) il résulte que dans les canaux sécréteurs, le processus de la formation de la résine et des huiles essentielles serait le suivant. La paroi des cellules sécrétrices confinant au réservoir gonfle tout d'abord considérablement par suite de l'apparition dans sa partie moyenne d'une couche de mucilage qui est séparée de la cavité du réservoir par une membrane délicate résistant à l'acide sulfurique et à la macération de Schultze mais soluble dans l'acide chromique, c'est-à-dire présentant les réactions de la cutine et de la subérine. Cette couche de mucilage fait place à la résine ou à l'huile essentielle. Ce processus se retrouve dans les cellules sécrétrices internes et les cellules des poils sécréteurs. Il paraît être un peu différent chez les Myrtacées.

En résumé, dans la plupart des cas, les résines et les huiles essentielles prennent naissance dans une couche intermédiaire de la membrane des cellules sécrétrices, *l'assise réginogène* laquelle est d'ordinaire d'abord mucilagineuse ; cette couche intermédiaire est séparée du milieu où doit finalement se déverser la sécrétion par une couche cuticulaire. L'auteur n'entend pas dire que la cellulose ou le mucilage de l'assise résinogène se transforment directement en résine ou huile essentielle, mais qu'elles représentent seulement une phase intermédiaire, un terme de passage.

Les recherches de M. L. Guignard (4) sur l'appareil sécréteur des *Copaifera* lui ont montré que sa structure et son mode de développe-

(1) K. Treiber : *Ueber den anatomischen Bau des Stammes der Asclepiadaceen* (Botanisches Centralblatt, Bd. 48, Nos 8-10, 2 pl., 1891).

(2) G. Poirault : *Sur la structure des Gleichéniacées* (Comptes rendus, T. 115, p. 1100, 1892).

(3) A. Tschirch : *Ueber die Bildung von Harzen und ätherischen Oelen in Pflanzenkörper* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 25, p, 370-379, 1893).

(4) L. Guignard : *L'appareil sécréteur des Copaifera* (Bulletin de la Société botanique de France, t. 39, pl. 233-260, 13 fig. dans le texte, 1891.)

ment sont restés méconnus et que par l'ensemble de ses caractères, cet appareil constitue un type tout à fait spécial.

Cet appareil sécréteur existe dans tous les membres de la plante, mais sous des formes différentes. Dans les tissus primaires, tels que l'écorce de la tige, la moelle de la tige et de la racine, ainsi que la feuille, ce sont des poches de longueur variable; dans le bois secondaire de la tige et de la racine, ce sont au contraire des canaux anastomosés et fusionnés, de grosseur variable. L'origine de ces réservoirs sécréteurs est partout schizogène; ils naissent de très bonne heure, sous forme de méats dans le méristème qui produit les tissus des régions qu'ils devront occuper.

Les canaux sécréteurs du bois déjà caractérisés par leur disposition réticulée diffèrent encore des canaux sécréteurs des autres plantes en ce que leurs cellules de bordure sont beaucoup moins individualisées que d'ordinaire. Elles ne proviennent pas de divisions radiales répétées des cellules qui entouraient les méats à l'origine; elles dérivent des cellules cambiales dont le nombre, variable suivant la dimension du canal, n'augmente presque pas dans la suite. L'individualisation des cellules sécrétrices est plus marquée dans la moelle ; elle est très nette dans la feuille et dans le parenchyme cortical. On peut dire qu'au point de vue de la spécialisation anatomique, l'appareil sécréteur du bois des *Copaifera* comparé à celui des autres plantes pourvues de canaux sécréteurs, occupe le dernier degré de l'échelle.

M. Guignard (1) a pu étudier d'une manière complète le développement du curieux appareil mucifère des Laminariacées, ce qui lui a permis de combler diverses lacunes laissées par les auteurs qui s'étaient avant lui occupés de la question et de rectifier certaines inexactitudes. Il a constaté que cet appareil ne peut fournir au point de vue de la classification que des caractères spécifiques.

On sait que chez les Crucifères il existe un ferment spécial, la myrosine, identique dans toutes les espèces et un glucoside variable, suivant les cas, mais représenté le plus souvent par le myronate de potassium. Ferment et glucoside sont localisés dans des cellules différentes. Le premier agissant sur le second dans des conditions déterminées donne des essences diverses qui dans un aucun cas ne préexistent dans la plante. M. L. Guignard (2) a constaté que des cellules spéciales à ferment et d'autres à glucoside se rencontrent aussi dans les Capparidées, les Tropéolées, les Limnanthées et les Résédacées. Ces familles

(1) L. Guignard : *Observations sur l'appareil mucifère des Laminariacées* (Annales des Sc. nat., 7e sér.. t. 15, p. 1-46, 20 fig. dans le texte, 1892.)

(2) L. Guignard : *Sur la localisation des principes actifs chez les Capparidées* (Comptes-rendus, t. 117, p. 493, 1893) ; — *Sur la localisation des principes actifs chez les Tropéolées* (Ibid., p. 587) ; — *Sur la localisation des principes actifs chez les Limnanthées* (Ibid. p. 751) ; — *Sur la localisation des principes actifs chez les Résédacées* (Ibid., p. 861).

correspondent donc complètement à cet égard à celle des Crucifères (1).

On savait que les Papayacées renferment un ferment peptique et un alcaloïde, la carpaïne. M. L Guignard (2) a trouvé en outre chez ces plantes un autre ferment ayant toutes les réactions de la myrosine et des Crucifères et un glycoside analogue au myronate de potassium. Ces deux substances sont localisées dans des éléments distincts et contrairement à ce qui arrive chez les Manihot (3), le ferment se trouve en dehors des laticifères. Dans le *Carica Papaya*, la racine et le limbe de la feuille sont les parties les plus riches en ferment et en glycoside. Dans la graine, le ferment se trouve dans le tégument et le glycoside dans l'endosperme. Dans la *Carica Condinamarcensis*, la tige et la feuille renferment de la myrosine, mais le glycoside est absent. Chez le *Vasconella quercifolia* la racine contient peu de ferment et très peu de glycoside, la feuille, au contraire, tout en étant pauvre en glycoside, se montre riche en ferment.

Diverses Cucurbitacées, les *Bryonia dioica* et *alba*, le *Citrullus Colocynthis* et l'*Ecballium Elaterium* doivent leur emploi médical à la présence dans leurs tissus de principes actifs appartenant au groupe des glucosides et qui sont respectivement la *bryonine*, la *colocynthine* et l'*élatérine*. La localisation de ces principes actifs était jusqu'ici demeurée ignorée.

Après avoir très heureusement surmonté certaines difficultés de technique, M. L. Braemer (4) a pu, à l'aide de réactions d'une grande netteté, démontrer qu'on les rencontre seulement dans des éléments spéciaux, se présentant sous l'aspect d'articles disposés en files longitudinales, rectilignes ou sinueuses, ramifiées, à parois formées de cellulose pure. Dans la tige et la racine, ces éléments se rencontrent dans le parenchyme cortical et autour du liber des faisceaux, soit externe, soit interne ; dans la feuille, ils accompagnent aussi les faisceaux ; dans le fruit on les trouve dans le parenchyme périphérique et au pourtour du liber.

Par leur position, ils paraissent correspondre aux tubes criblés extra-fasciculaires de M. A. Fischer, mais ils s'éloignent des véritables tubes criblés par leur moindre diamètre et par la nature de leurs cloisons de séparation, qui ressemblent absolument à leurs cloisons longitudinales et dans aucun cas n'ont offert la trace de pores, ni les réactions

(1) Pour plus de détails voir la *Revue des travaux de Physiologie* (Revue générale de Botanique, t. VII, 1895, p. 390).

(2) L. Guignard : *Recherches sur certains principes actifs encore inconnus chez les Papayacées*, (Journal de Botanique, 1894, p. 67-79 et 85-92).

(3) L. Guignard : *Sur l'existence et la localisation de l'émulsine dans le genre Manihot* (Bulletin de la Société Botanique de France, 3e série, t. I, p. CIII-CVII, 1894).

(4) L. Braemer : *De la localisation des principes actifs des Cucurbitacées*, (Toulouse, Lagarde et Sébille, 1893, 59 p. et 7 pl.)

de la callose. Ils en diffèrent aussi par la nature de leur contenu semi-fluide finement granuleux, réfringent, de couleur jaune, remplissant entièrement leur cavité.

Par l'ensemble de leurs caractères, ces éléments se rapprochent des laticifères des Convolvulacées qui renferment des contenus analogues au point de vue chimique et thérapeutique. Ces mêmes caractères permettent de les mettre en parallèle avec les laticifères des Campanulacées fait qui vient à l'appui des considérations morphologiques d'après lesquelles Adanson a rapproché cette famille de celle des Cucurbitacées. En dehors de leur intérêt anatomique histochimique et thérapeutique, les recherches de M. Braemer ont encore ce résultat imprévu de jeter un jour nouveau sur les affinités si obscures et si discutées des Cucurbitacées.

5° Racine, Tige, Feuille

L'anatomie des membres de la plante n'a fourni qu'un petit nombre de travaux.

M. Rimbach (1) s'est proposé de rechercher l'origine des plissements que présentent d'ordinaire sur leurs parois radiales les cellules de l'endoderme et celles de l'assise subéreuse de la racine. D'après ce botaniste, ces plissements et en particulier ceux de l'assise subéreuse seraient la conséquence de la contraction de la racine. On ne les observerait pas dans les racines ou portions de racines non contractées. Dans les portions de racine dont la contraction longitudinale serait empêchée par apposition d'une couche de plâtre, il ne se formerait pas de plissements.

Des observations de M. Jacob de Cordemoy (2), il résulte que lorsque les formations secondaires de la racine des *Dracæna* sont d'origine corticale, le péricycle peut cependant manifester une activité limitée dont le résultat est de faire naître une pression interne susceptible de déterminer la rupture de l'endoderme et de faire communiquer le cylindre central avec l'écorce.

D'après M. E. P. Meinecke (3), la structure des racines aériennes des Orchidées a une certaine importance systématique. Les caractères les plus importants à ce point de vue sont fournis par le voile et le parenchyme cortical.

(1) A. Rimbach : *Ueber die Ursache der Zellhautwellung in der Exodermis der Wurzeln* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XI, p. 467-472, 1893).

(2) H Jacob de Cordemoy : *Du rôle du péricycle dans la racine du Dracæna marginata* (Bulletin de la Société botanique de France, t. 40, p 145-147, 1893).

(3) E.-P. Meinecke : *Beiträge zur Anatomie der Luftwurzeln der Orchideen* (Flora, Bd. 78, p. 131-203, 1894).

M. Leclerc du Sablon (1), complétant ses observations antérieures sur la structure de la tige de la Glycine, a constaté que l'anomalie qu'elle présente et qu'il a le premier décrit ne s'observe que sur les rameaux de cette plante qui sont volubiles, et qu'elle semble être la conséquence de l'enroulement autour du support. Nous rappellerons que cette anomalie consiste dans l'apparition à la partie interne de l'écorce, en deux points situés de part et d'autre du support, de deux arcs générateurs libéro-ligneux. Ces deux arcs, qui tendent constamment à se rejoindre dans la région opposée au support, peuvent cesser de fonctionner après quelques années et deux nouvelles assises génératrices surnuméraires peuvent apparaître en dehors des premières. L'anomalie de la Glycine peut être rapprochée de celles que présentent certaines Ménispermées (*Cocculus laurifolius*, *Cissampelos Pareira*, etc.).

D'après divers botanistes, et en particulier M. Schenck (2), les anomalies de structure que présente souvent la tige des plantes à port de liane seraient liées à leur aptitude à la torsion et à la flexion. Ces anomalies, très variables suivant les types, présenteraient cependant comme caractères communs le morcellement des faisceaux du bois et la multiplication des tissus mous (parenchyme non lignifié, plages criblées).

En tordant ou recourbant fortement les tiges de diverses lianes, M. Schenck est parvenu à déterminer la production d'anomalies présentant ces deux caractères.

M. K. Schilberszky (3) ayant enlevé sur une longueur de 5 cent. à l'aide d'un scalpel une moitié de la partie inférieure d'une jeune tige de *Phaseolus multiflorus*, put constater qu'après quinze jours les parties situées au-dessus et au-dessous de la blessure avaient une structure normale, mais que la moitié restante de la région lésée avait pris une structure tout à fait anormale. L'endoderme devenu générateur avait donné naissance à un arc libéro-ligneux extra-fasciculaire placé en dehors de l'arc libéro-ligneux normal.

On sait que les rhizomes de certaines Équisétacées portent des tubercules dont la grosseur moyenne est celle d'une graine de Pois. Des recherches de M. Leclerc du Sablon (4) il résulte que ces tuber-

(1) M. Leclerc du Sablon : *Sur l'Anatomie de la tige de la Glycine* (Revue générale de Botanique, t. 5, p. 374-479, 1 pl., 1893).

(2) H. Schenck : *Ueber den Einfluss von Torsionen und Biegungen auf das Dickenwachsthum einiger Lianenstämme* (Flora, Bd. 77, p. 313-326, Taf. V-VI, 1893).

(3) Karl Schilberszky : *Künstlich hervorgerufene Bildung secundärer (extrafasciculärer) gefässbündel bei Dikotyledonen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. X, p. 424-432, Taf. 22, 1892).

(4) M. Leclerc du Sablon : *Sur les tubercules des Équisétacées* (Revue générale de Botaniqne, t. IV, p. 97-101, 4 fig. dans le texte).

cules sont, au point de vue anatomique, nettement différenciés des rhizomes. Les faisceaux libéro-ligneux sont entourés d'un endoderme spécial, alors même que ce caractère n'existe pas dans le rhizome; les vaisseaux du bois sont disposés sans ordre et il n'y a pas de lacune à la partie interne du faisceau. Ce dernier caractère est en rapport avec le rôle d'organe de réserve que jouent ces tubercules.

M. W. Busse (1) a recherché dans le sommet végétatif de la tige de l'*Abies alba* l'origine de la morphologie générale de cette plante ; et a, en outre, étudié la succession des périodes annuelles de croissance.

Les cotylédons ne sont pas seulement des organes de réserve ou d'absorption des réserves ; ce sont encore dans beaucoup de cas des organes au moins transitoires d'assimilation du carbone. Ce rôle mixte de beaucoup de cotylédons donnait un intérêt tout spécial à la comparaison de leurs caractères anatomiques avec ceux des feuilles ordinaires. M. E. Pée-Laby (2) qui a entrepris ce travail, a constaté que les cellules épidermiques des cotylédons et des feuilles ont généralement des formes différentes ; celles des cotylédons sont en outre d'ordinaire plus grandes ; leurs parois sont plus minces, les latérales et quelquefois les supérieures portant des replis ou des prolongements qui manquent dans la feuille. Les cotylédons sont aussi riches en poils glanduleux que les feuilles, mais plus pauvres en poils tecteurs. Des stomates peuvent s'observer sur leurs deux faces ou seulement à la face inférieure. Il arrive fréquemment que le cotylédon ayant des stomates à ses deux faces, la feuille n'en présente qu'à sa face inférieure. Les cotylédons hypogés eux-mêmes peuvent être pourvus de stomates, tout au moins à la fin de la germination.

Le mésophylle du cotylédon est toujours dépourvu d'hypoderme. Le tissu palissadique est en général composé d'un nombre d'assises plus considérable que celui de la feuille, mais son épaisseur relative est toujours plus petite. Le tissu lacuneux est au contraire constamment plus développé; il est formé ordinairement de cellules arrondies. Les cotylédons sont généralement curvinerves, même dans les cas où la feuille est penninerve. Les nervures renferment un appareil conducteur plus réduit que celui de la feuille. Le tissu mécanique est toujours moins développé dans le cotylédon que dans la feuille. Les sclérites notamment, qui servent à renforcer le mésophylle de certaines feuilles, manquent toujours dans les cotylédons. Le tissu sécréteur est constamment moins différencié dans la feuille que dans le cotylédon ; les cellules sécrétrices y sont moins abondantes ou même font défaut. Les cotylédons ne se désarticulent pas comme les feuilles, mais se dessèchent sur place lorsque leurs fonctions sont terminées. M. Reinsch avait signalé

(1) W. Busse : *Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Jahresperiode der Weistanne* (Flora, Bd. 77, p. 113-175. Taf. IV, 1893).

(2) E. Pée-Laby : *Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et des feuilles des Dicotylédonées* (144 p. et 5 pl., Toulouse, 1892).

la feuille d'*Hamamelis virginica* comme possédant des sclérites. Or, les feuilles de l'*Hamamelis virginica* du Jardin botanique de Toulouse n'en contenaient pas, et sur trois échantillons de la même plante provenant de l'Amérique septentrionale qui se trouvaient dans l'herbier de la Faculté des sciences de Toulouse, un seul présentait des sclérites dans ses feuilles. Ce fait, observé par M. Pée-Laby, était intéressant à signaler en raison de la tendance actuelle d'un certain nombre de botanistes à donner à ces formations une importance systématique de premier ordre.

L'*Atragene alpina* L. est une plante grimpante dont les pétioles des feuilles peuvent servir à la plante, d'organe d'appui sur des supports variés. Les parties en contact avec les supports présentent des renflements assez volumineux dont M. W. Tonkoff (1) a étudié la structure anatomique. Il résulte des observations de l'auteur que l'épiderme de ces formations au lieu de se mouler en quelque sorte sur les inégalités du support ou de sécréter une substance unissante quelconque, comme c est la règle pour les organes de cette nature, présente une structure normale. Ces renflements ne serviraient pas dans cette plante à la fixation proprement dite; leur rôle serait simplement d'augmenter la surface de contact du pétiole avec le support.

M. R. Meissner (2) a constaté que les feuilles des Pins s'accroissent annuellement en épaisseur par une adjonction notable d'éléments libériens et faible d'éléments du bois. Il n'a pu observer d'accroissement en longueur.

6° Organes reproducteurs

Les inflorescences épiphylles sont généralement considérées comme des productions de l'axe et comme résultant de la concrescence précoce d'une feuille avec une inflorescence. M. C. de Candolle (3) ayant repris les observations organogéniques de Payer sur l'inflorescence épiphylle de l'*Helwingia japonica*, a vu, que contrairement à l'affirmation de cet auteur, l'éminence d'où résulte l'inflorescence n'est jamais libre ; elle résulte d'une intumescence de la base de la feuille elle-même et représente une production de la face supérieure de cette feuille. M. de Candolle a fait les mêmes constatations sur le *Phyllonoma laticuspis*.

L'étude du développement des inflorescences des Urticacées et des

(1) W. Tonkoff : *Ueber die Blattstielanschwellungen bei Atragene alpina* L. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XII, Heft II, p. 40-48, 1 pl. 1894).

(2) R. Meissner : *Ueber das mehrjährige Wachsen der Kiefernadeln* (Botanische Zeitung, 1894, p. 55-82, Taf. III).

(3) C. de Candolle : *Sur les inflorescences epiphylles* (Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, 3e période, T. 24, p. 425-426, 1890).

Moracées a conduit M. Golenkine (1) à cette conclusion que toutes ces inflorescences peuvent être rapportées à la cyme sauf celles du *Dorstenia* et du *Ficus*. Quant à ces dernières l'auteur peut en dire seulement que le réceptacle présente longtemps les caractères d'un tissu de méristème et se montre apte à reproduire des éminences florales.

Dans un mémoire étendu, accompagné de planches nombreuses et très claires, MM. Briosi et Tognini (2) ont décrit d'une manière approfondie les organes sexuels du Chanvre. La morphologie, la fine anatomie et le développement de toutes les parties de la fleur sont examinés avec les plus grands détails. Dans le but d'expliquer diverses particularités de structure, les auteurs ont fait en outre des observations physiologiques intéressantes. Par là, leur travail n'est pas une simple monographie, mais une notable contribution à l'anatomie générale des organes floraux.

Ce mémoire, par sa nature même, ne se prête pas à un résumé. Signalons toutefois ce fait que les tissus de la base du nucelle et de la région chalazienne sont en partie subérifiés et lignifiés, et cet autre que les cellules de l'endosperme, au cours du développement de l'embryon, ont des parois de nature albuminoïde et non pas formées de cellulose.

On sait que la fleur des Aristoloches est considérée, depuis les travaux d'Hildebrand et d'Hermann Müller, comme représentant en quelque sorte le type des fleurs à fécondation nécesairement croisée, assurée par l'intermédiaire des insectes. Des recherches faites à Java par M. Burck (3) sur les *Aristolochia barbata, elegans*, et *ornithocephala*, il résulte que ces plantes ont été à tort considérées comme dichogames. Ce n'est que par exception que le pollen d'une fleur peut être transporté dans une autre. L'expérience lui a montré qu'une fleur est complètement fécondable par son propre pollen et que la fécondation peut se produire sans l'intervention d'aucune espèce d'insecte.

(1) M. Golenkine : *Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Inflorescenzen der Urticaceen und Moraceen* (Flora, Bd. 78, p. 97-132, Taf. IX-XII, 1894).

(2) G. Briosi et F. Tognini : *Interna alla anatomia della Canapa* (*Cannabis sativa L.*). *Parte prima : Organi sessuali* (Atti dell' Istituto Botanico di Pavia série II, vol. III, 119 p., 19 pl.).

(3) W. Burck : *Ueber die Befruchtung der Aristolochia-Blüthe* (Botanische Zeitung, 1892, Nos 8-9, Taf. III).

(A suivre).

A. Prunet.

Lille. Imp. Le Bigot frères.

Le Gérant : Th. Clerquin.

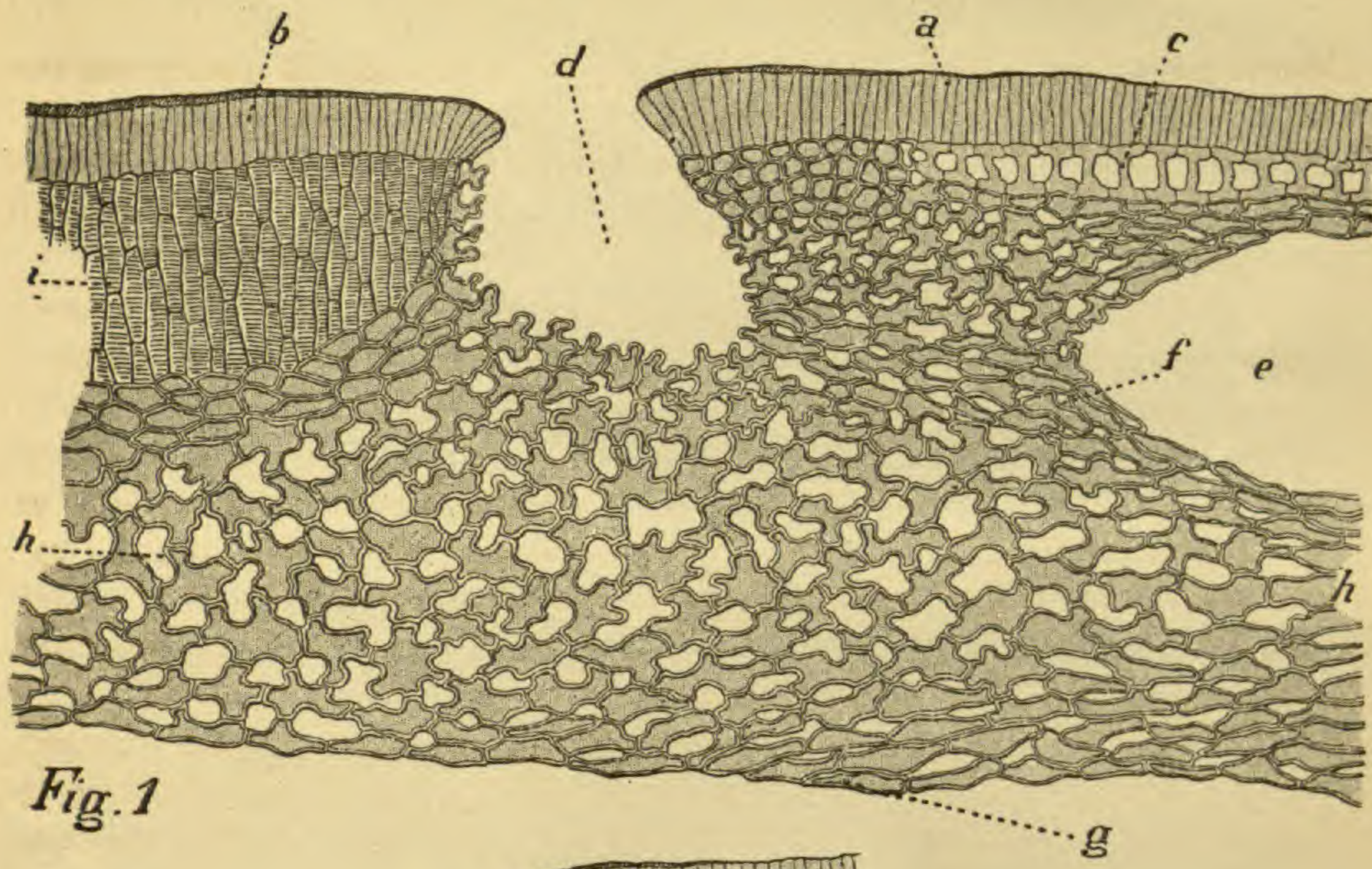


Fig. 1

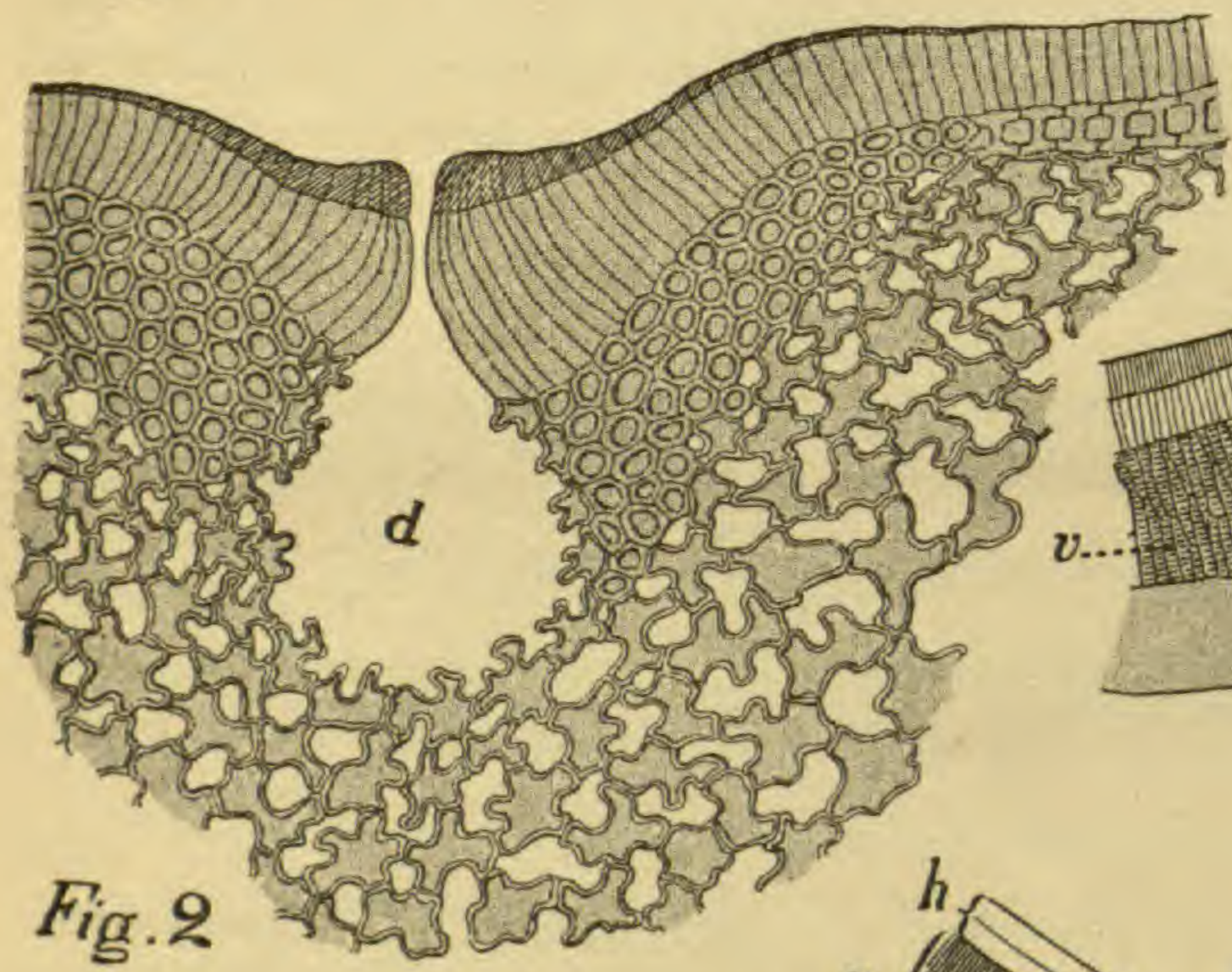


Fig. 2

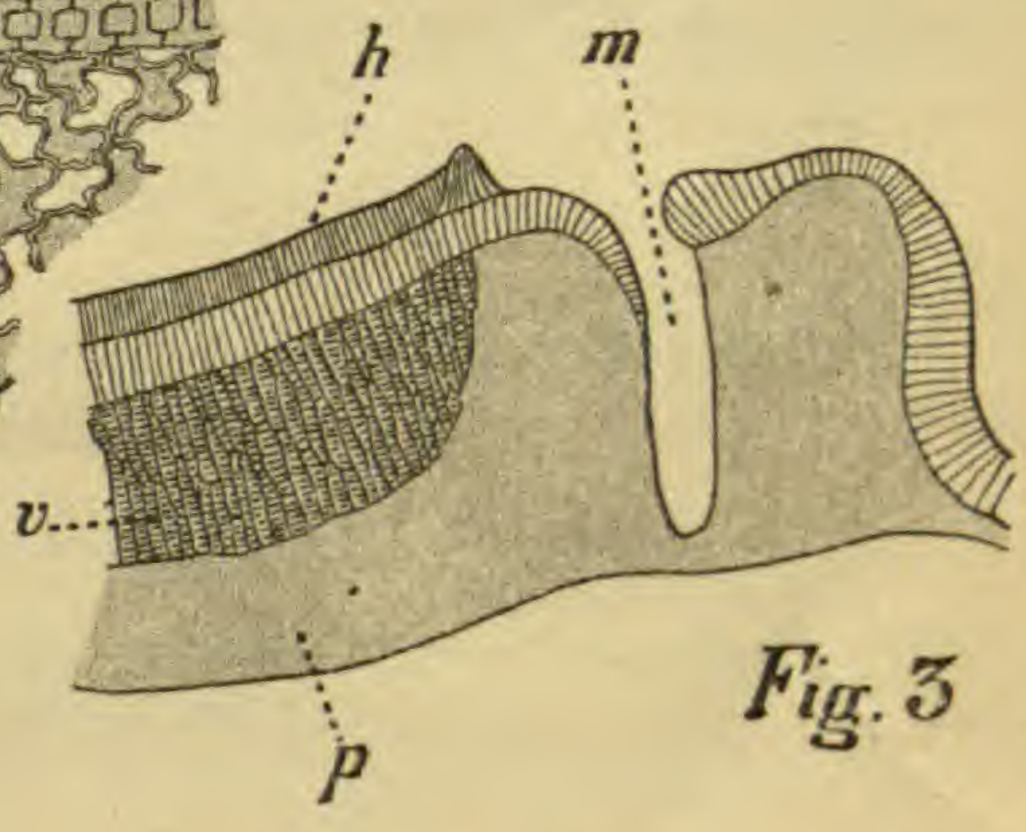


Fig. 3

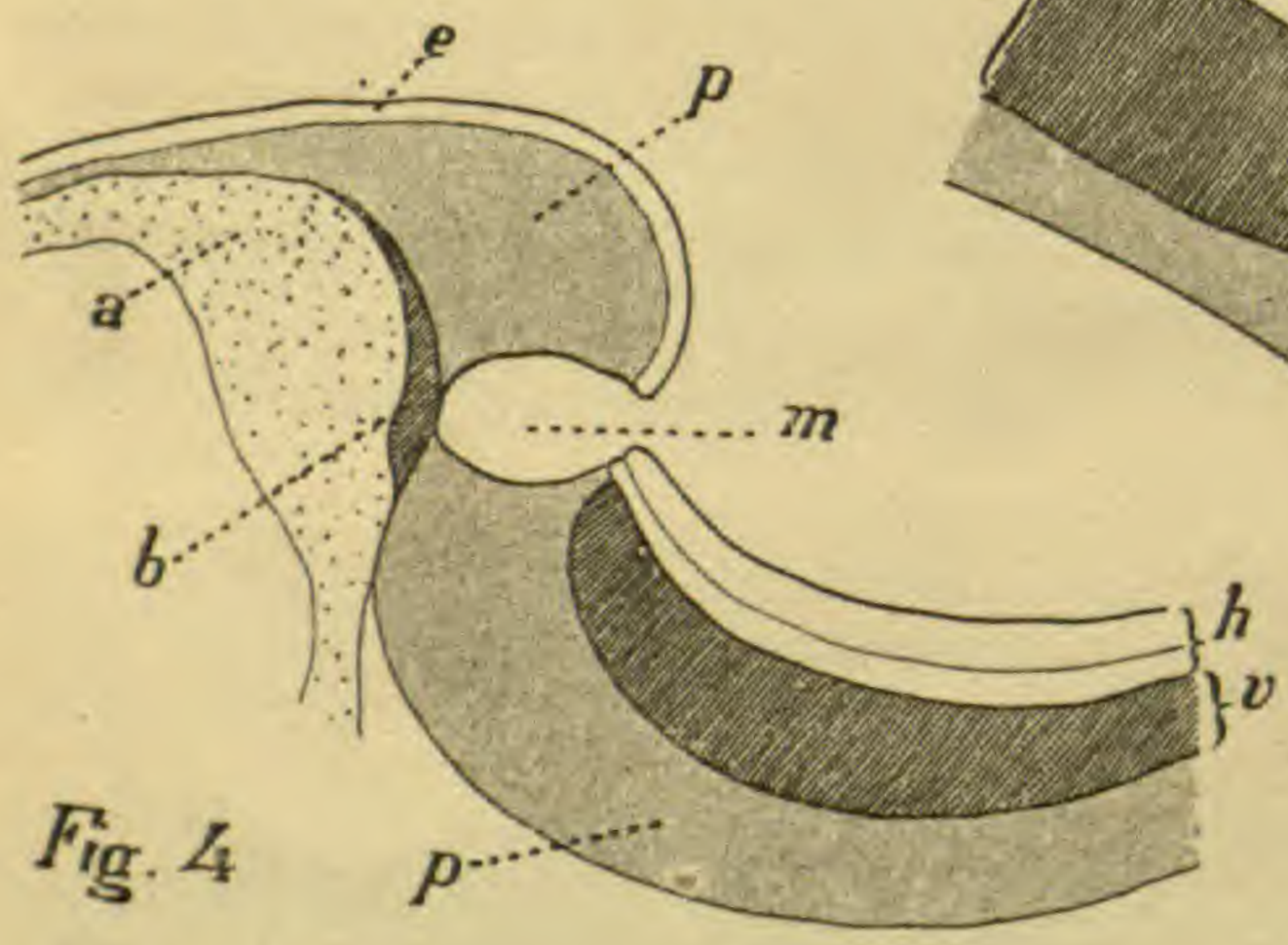


Fig. 4

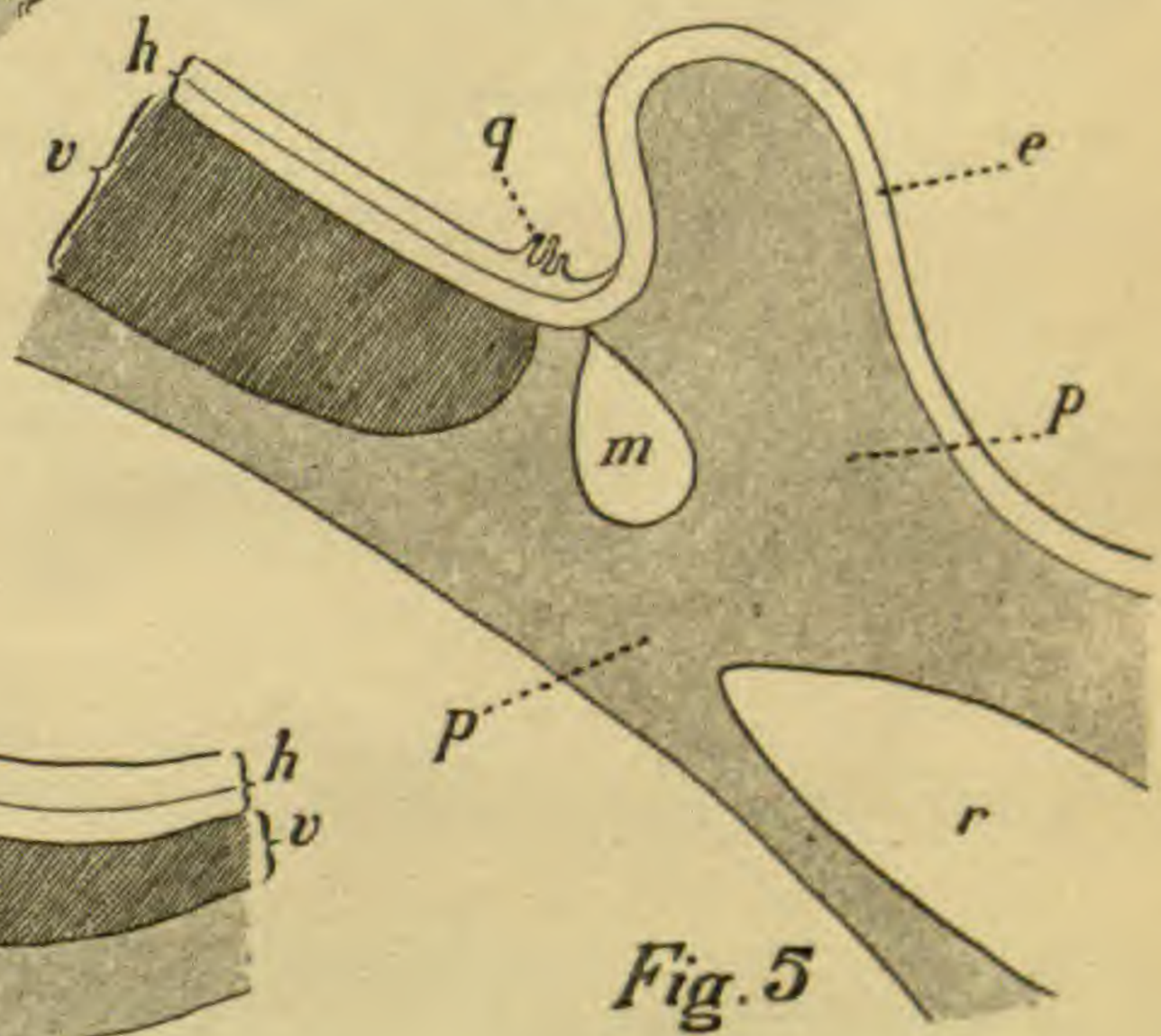


Fig. 5

J. Poinsot del. *Imp. Le Bigot.* *A. Berlin sc.*

Mycropyle des graines des Légumineuses.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences,

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Juin 1897

N° 102

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 JUIN 1897

I. — VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU (avec planches et figures dans le texte), par **M. J. Ray** 193

II. — UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE GREFFAGE (avec figures dans le texte), par **M. L. Daniel** 213

III. — DÉVELOPPEMENT ET POLYMORPHISME DU *VOLUTELLA SCOPULA* (avec planche), par **M. Édouard Boulanger** 220

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 226

V. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES MUSCINÉES, depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895, par **M. L. Géneau de Lamarlière** *(suite)*. 233

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 11. — *Volutella Scopula.*

PLANCHE 12. — *Sterigmatocystis alba.*

PLANCHE 14. — *Sterigmatocystis alba.*

Cette livraison renferme en outre douze gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS

SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU

par M. J. RAY.

INTRODUCTION

Tous ceux qui ont étudié les Champignons ont remarqué le polymorphisme de ces plantes. Quand, par exemple, on examine une moisissure développée sur une substance quelconque, il est rare que, prenant deux fragments en des points même très voisins, on ne trouve pas de différences entre eux ; et une variation, extrêmement petite, survenue dans les conditions du milieu suffit quelquefois à produire des changements très sensibles dans la plante. Nous savons d'autre part que l'on trouve des formes de Champignons très diverses ; chaque jour nous en apporte de nouvelles. Sont-elles très distinctes, irréductibles les unes aux autres, ou bien se métamorphosent-elles sans cesse l'une en l'autre? Jusqu'où peut s'étendre la variation de ces êtres quand les germes s'en disséminent et retombent sur des substrata divers ? Quel est, en d'autres termes, le degré de fixité des formes que nous rencontrons ? D'autre part, quoi qu'il en soit de leur variabilité, comment en établir une classification, une classification naturelle bien entendu ? En quelle mesure faut-il tenir compte d'une ressemblance ou d'une différence ? Il n'est pas évident qu'il faille plutôt réunir deux plantes ayant le même thalle que deux plantes ayant le même appareil reproducteur. Ce sont ces deux questions, *variabilité des caractères* et *importance relative de ces caractères*, auxquelles nous nous sommes proposé de répondre dans quelques cas particuliers.

Nous avons, à cet effet, recueilli des moisissures, et nous les avons cultivées dans des conditions aussi variées que possible.

Que cette méthode nous renseigne sur la variabilité des caractères, cela ne fait aucun doute. Comment maintenant les résultats obtenus peuvent-ils servir à la classification ?

Les formes vivantes actuelles dérivent d'un certain nombre d'autres formes antérieures, celles-ci des précédentes, etc...., l'origine première étant composée de formes très simples. Soit A l'une de ces formes ; elle a produit, en évoluant dans diverses directions, des formes A_1, A_2,....., et d'ailleurs elle a pu se conserver elle-même en se compliquant plus ou moins, donnant un être (A) ; A_1, A_2,..... se comportent d'une façon analogue.

La série (A), (A_1)..... représente l'ensemble des formes actuelles. Il existe entre celles-ci des rapports de « parenté » qu'on exprime d'une manière abrégée en disant par exemple que l'une descend de l'autre. Or, on les trouve mêlées d'une façon quelconque. Faire une classification naturelle consiste à retrouver leurs rapports de parenté, et à les grouper ensemble selon ces rapports.

Comment peut-on juger d'une parenté, lorsqu'on dispose simplement des caractères actuels ? Les caractères présentés par une forme ne sont pas d'une acquisition aussi ancienne les uns que les autres. Connaître l'ordre d'apparition des caractères mettrait sur la voie de la solution du problème. Lorsqu'un caractère s'établit dans une forme, il s'ajoute à d'autres, qui pouvaient exister sans lui, et sa qualité dépend forcément d'un ou plusieurs de ces derniers. Ainsi les caractères plus récents dépendent de plus anciens. La variation de ceux-ci modifie toujours les autres ; les premiers *peuvent* varier sans que les seconds s'en ressentent. On conçoit donc que la variation des caractères *puisse* nous renseigner sur ceux qu'il faudra prendre en premier lieu pour établir un groupement, c'est-à-dire sur les plus importants.

Nous avons cherché de plus à mettre en lumière *l'influence exercée par un milieu déterminé*.

Telles étant les considérations qui nous ont guidé, nous avons fait de nombreuses cultures dont les résultats sont exposés dans ce travail. Une moisissure, dans chacun des milieux où nous la plaçons, y acquiert un ensemble de caractères, qui est la mesure de la variabilité de la plante relativement au milieu imposé. Mais ce n'est pas dès le premier développement de la moisissure dans ce milieu que ces caractères sont établis ; on observe d'abord une période

intéressante d'évolution, plus ou moins longue, pendant laquelle la plante *s'adapte*. Nous constatons alors que les *propriétés ainsi acquises se maintiennent* ; elles se transmettent aux générations suivantes, à condition que le milieu soit toujours le même.

C'est par l'étude de ces formes diverses réalisées en partant d'une forme origine que nous commencerons. Nous décrirons d'abord, prenant une de nos moisissures comme type, les cultures pratiquées suivant la méthode ordinaire des laboratoires avec des aliments de toute sorte ; un second chapitre sera réservé à quelques conditions spéciales ; puis, nous parlerons de ces phénomènes qui précèdent l'établissement des caractères correspondant à un milieu déterminé, c'est-à-dire des phénomènes d'adaptation. Après cet exposé, viendra l'examen plus rapide des autres champignons qui avec le premier ont fait l'objet de nos recherches.

Les échantillons d'où nous sommes partis pour procéder aux cultures appartiennent aux genres *Sterigmatocystis*, *Aspergillus*, *Penicillium*. C'est un *Sterigmatocystis* que nous prendrons comme type.

Le nombre de nos cultures a dépassé douze cents. Elles ont été faites sur les milieux suivants :

A. *Milieux solides ou pâteux* :

1° Carotte, pomme de terre, en morceaux ;

2° Riz ;

3° Fragments de canne à sucre ;

4° Gélatine nutritive.

B. *Milieux liquides* :

1° Solutions sucrées : glucose, lévulose, saccharose, au cinquantième ;

2° Jus de carotte ;

3° Empois d'amidon (assez pâteux) ;

4° Solutions de sels minéraux : azotates de potasse et d'ammoniaque, phosphates de potasse et d'ammoniaque au vingt-cinquième.

Ces substances étaient renfermées dans des tubes à essais ordinaires bouchés avec de l'ouate.

Les conditions spéciales dont nous parlions plus haut sont :

1° Milieux liquides *agités* pendant toute la durée du développement de la plante ;

2° Tubes ordinaires fermés hermétiquement ;
3° Tubes de grande dimension, ouverts ou fermés.

Nous avons examiné les cultures à tous les points de vue, dans leur morphologie et leur structure. De même qu'en étudiant les plantes phanérogames, il faut attacher autant d'attention aux racines, tiges et feuilles qu'à la fleur pour connaître complètement un type, de même ici, aucun organe du végétal n'a été négligé dans l'observation soit directe, soit microscopique.

La technique employée par nous est une de celles qui déforment le moins ces plantes délicates ; ceci a grande importance, il eût été fâcheux que des variations fussent introduites par les réactifs.

Notre méthode est simplement la suivante :

1° Fixation par l'alcool à 90° ;
2° Coloration par le violet de Gentiane.

Un fragment de la culture, fixé par un séjour de vingt-quatre heures au moins dans l'alcool, reste ensuite une demi-heure environ dans une solution de violet additionnée de quelques gouttes d'alcool à 90°. La teinture se prépare dans un verre de montre ; elle doit être très-étendue, il faut qu'on puisse apercevoir un objet placé sous le verre.

Ce traitement suffit pour étudier la forme extérieure et le cloisonnement ; le contenu des compartiments se trouve coloré en masse.

Pour voir les noyaux, nous avons eu recours à la coloration par l'hématoxyline ; c'est la teinture préconisée par G. von Istvánffi (1) pour la coloration des noyaux de divers champignons, par M. Léger (2) pour les noyaux des mucorinées.

Nous adressons tous nos remerciements à MM. J. Costantin et A. Giard ainsi qu'à M. Em. Boulanger pour les nombreux matériaux qu'ils ont bien voulu nous donner ; à M. F. Houssay, qui a mis à notre disposition l'avantageuse installation de son laboratoire pour nos expériences sur des liquides agités ; à M. A. Cligny pour son aide précieuse dans le montage de nos appareils.

(1) Berichte d. D. Bot. Ges., 1895.
(2) Léger : *Recherches sur la structure des Mucorinées*, Thèse, 1895.

Chapitre Premier

CULTURE D'UN *STERIGMATOCYSTIS* EN TUBES ORDINAIRES

Ayant laissé moisir des substances alimentaires dans le but de nous procurer des matériaux, nous avons trouvé à la surface d'un fromage une efflorescence blanche ; c'est un champignon dont la diagnose se rapproche le plus de celle donnée par Saccardo pour le *Sterigmatocystis alba* :

S. alba Van Tieghem — Mycelio maculiformi albo ; hyphis filiformibus 84 μ longis, vesiculam 35-45 μ diam. gerentibus ; basidiis 16-17 μ longis ; sterigmatibus 12-13 μ longis ; conidiis sphæricis albis 3,2 p diam.

Nous allons entreprendre la description précise des cultures qui en ont été faites sur les milieux cités plus haut.

1° Cultures sur liquides sucrés

a) *Glucose* (Pl. 14, fig. 14).

A la surface du liquide s'étend un feutrage très léger, peu opaque, blanchâtre ; par endroits se dressent dans l'air de petits amas blancs d'aspect granuleux. C'est l'appareil végétatif ou thalle du champignon qui forme la première partie de cet ensemble ; le reste est la fructification Le port de la plante est différent de celui qu'elle présentait sur le milieu d'origine : l'appareil végétatif y était diffus au point de n'être presque pas visible, et la fructification avait une forme plus précise.

Le feutrage qui constitue le thalle est un enchevêtrement très complexe de filaments incolores, très ramifiés sans régularité aucune, étroits et d'un calibre à peu près constant. Nous en indiquerons les dimensions dans un tableau final. Tous sont divisés

par des cloisons planes, en général équidistantes ; dans le cas où la largeur est un peu plus considérable, les cloisons sont un peu plus rapprochées ; quand elle est un peu moindre, les cloisons s'éloignent : il semble donc que l'espace compris entre deux cloisons soit constant (ce n'est pas spécial au cas actuel ; les filaments des oscillaires, par exemple, présentent la même disposition). Les compartiments en lesquels sont ainsi partagées les hyphes du champignon renferment chacun plusieurs noyaux ; ce sont des articles; les noyaux sont petits et n'ont pas une grosseur invariable (Pl. 12, fig. 5a et 5b). La structure articulaire n'a pas encore été signalée dans le genre *Sterigmatocystis*, mais dans un genre très voisin, le genre *Aspergillus* (*A. glaucus*) elle a été mise en évidence par M. Dangeard (1).

La fructification (fig. 14) est un groupe de filaments dressés terminés par un massif de spores. Le pied qui porte cette masse est identique, à part sa forme droite, aux filaments du thalle. L'extrémité libre est arrondie et porte trois ou quatre filaments semblables très courts et par conséquent peu ou point cloisonnés, insérés à la même hauteur. En certains endroits de la préparation, on ne voit pas autre chose. Ailleurs, chacun de ces filaments terminaux est plus long et fragmenté en de très courts articles légèrement renflés dans leur région moyenne ; leur largeur augmente progressivement au fur et à mesure qu'on se rapproche du sommet d'un filament. En d'autres endroits, les articles terminaux, c'est-à-dire les plus gros, qui sont en même temps presque ronds, sont séparés les uns des autres, la membrane commune s'étant gélifiée dans sa région moyenne. La gelée finit par se dissoudre et l'on trouve des articles isolés. Ce sont des spores, car ils peuvent se développer en filaments mycéliens identiques à ceux de la plante mère. Leur formation, dans son origine et dans la différenciation, est successive, mais toutes, une fois détachées, ont les mêmes dimensions. Le nombre n'en est pas le même sur les trois branches du même pied ni sur deux pieds différents. Enfin, la partie du filament sporifère qui demeure stérile et sert de pédicelle au chapelet de spores n'a pas une longueur constante.

Les caractères de la reproduction en culture sur glucose sont donc :

(1) Dangeard : *La reproduction sexuelle des Ascomycètes* (Le Botaniste, série IV).

1° Ramification verticillée d'un filament dressé ;

2° Formation, sur chaque rameau, d'un chapelet de spores qui toutes ont même diamètre.

En quoi s'est modifiée, dans le changement de milieu, la plante déterminée *Sterigmatocystis alba* ? Un certain nombre de caractères se sont conservés : la structure articulaire du thalle, la ramification terminale dans le cas de reproduction, le chapelet de spores, et enfin *la dimension des spores*. Tous les autres se sont plus ou moins effacés ou même ont disparu ; d'une façon générale, ce sont les qualités de nombre qui ont varié surtout.

b) *Lévulose.*

La culture sur lévulose est identique à celle sur glucose.

c) *Saccharose* (Pl. 14, fig. 17).

Le Champignon s'est fort peu développé ; on ne voit que quelques flocons d'un tissu très léger.

Il y a encore un enchevêtrement, très ramifié, de filaments cloisonnés en articles, mais ceux-ci ont un contour irrégulier et un volume variable. On trouve soit de courts articles renflés, soit de plus longs articles dont la surface présente des renflements locaux. Parmi les premiers, il en est qui n'ont plus entre eux qu'un contact de faible étendue ; ils ont presque la forme sphérique. Les dimensions de tous les articles sont supérieures à celles de la précédente culture.

L'appareil reproducteur est plus différencié et rappelle davantage le type origine ; c'est toujours cependant un filament dressé portant un amas de spores, un pied et une tête sporifère. Le pied n'a pas la même constitution qu'un segment du thalle, c'est un filament non cloisonné, long et rectiligne, relativement étroit, terminé par un renflement. Sur ce renflement sont insérés, en nombre variable, de courts articles, dont la hauteur et la largeur sont généralement variables ; chacun d'eux se ramifie en deux ou trois branches courtes prolongées par un chapelet de spores. Ces dernières branches sont semblables à celles qui portaient des spores dans la culture sur glucose, mais seulement quand la différenciation en est achevée ; la branche sporifère jeune n'est pas

identique dans les deux cas, elle se distingue principalement ici par le fait que la formation des spores n'apparaît plus si nettement comme une fragmentation successive en articles d'abord presque semblables aux autres ; la sporogenèse est plus condensée, elle se montre comme un bourgeonnement progressif du filament, et le bourgeon a la forme d'une spore petite. En second lieu, nous voyons que les rapports de l'hyphe sporifère avec le pied sont plus compliqués ; l'insertion n'est pas directe, il y a ce qu'on peut appeler des basides (sans vouloir chercher ici une homologation avec les basides des champignons supérieurs). C'est donc toute la complication du *Sterigmatocystis alba*, mais sans différenciation poussée aussi loin, puisque les divers organes ne présentent ni forme ni dimension constantes.

Les caractères suivants se sont par conséquent maintenus : ramification terminale en hyphes sporifères, chapelets de spores, basides, dimension des spores.

En somme, dans les liquides sucrés employés ici, le *Sterigmatocystis alba* a donné :

Un thalle feutré peu consistant, très fragmenté, souvent avec dissociation concomitante.

Un appareil reproducteur formé d'un filament dressé, non différencié, ramifié au sommet en filaments courts que terminent des chapelets de spores de dimension constante ; cette ramification terminale peut se faire à deux degrés.

2° Culture sur l'empois d'amidon

L'empois dont nous nous sommes servis était d'une consistance pâteuse.

On voit se dresser de place en place, parfois réunies en groupe assez serré, des têtes fructifères. L'appareil végétatif n'est pas visible. Il est formé en effet d'un mycélium très diffus ; si l'on examine au microscope un peu de la matière amylacée superficielle, on y trouve un lacis fort lâche d'hyphes ramifiées et abondamment cloisonnées (Pl. 14, fig. 18). Les articles sont de deux sortes, les uns allongés et cylindriques, cependant légèrement renflés à leurs bouts, les autres courts et arrondis ; la première forme se trouve de préférence au voisinage de la surface, la seconde

est dans la profondeur. Cette irrégularité nous rappelle ce que nous avons vu dans la culture sur saccharose, mais elle est moins accentuée. Les pieds sporifères sont des filaments larges, longs, coupés par d'assez fréquentes cloisons, munis d'un renflement terminal ; c'est maintenant une complication plus grande que le type origine. Par contre, *à part les spores*, le reste de la fructification n'a pas une forme déterminée ; on y retrouve pourtant à l'état de tendances les caractères manifestés par la précédente culture.

Envisageons maintenant les cultures faites sur des milieux plus complexes, carotte, pomme de terre, soit solides, liquides. Il y a ici mélange d'aliment sucré et d'aliment amylacé ; le premier prédomine dans la carotte, le second dans la pomme de terre.

3° Culture sur carotte solide

(Pl. 13)

Le développement de la moisissure est ici d'une grande intensité. Tandis que dans les milieux précédents, le saccharose par exemple, il faut un ou deux mois pour obtenir un léger flocon de mycélium, il suffit ici de cinq jours pour que le morceau de carotte soit presque entièrement blanchi d'une fructification très compacte, semblable en son aspect extérieur à celle qui recouvrait le fromage où nous avons trouvé le Champignon. La carotte solide est un milieu extrêmement nutritif et qui convient parfaitement à la plante. Il est même loin d'être épuisé par une première production ; si l'on gratte la surface de la carotte recouverte par le Champignon de manière à enlever au moins toute la fructification de celui-ci, au bout de quatre à cinq jours, la culture a repris son premier aspect ; cela prouve de plus que le mycélium n'a pas excrété dans le substratum de substance soluble nuisible ; les spores tombées de n'importe quelle fructification ont pu germer comme celles qu'on avait semées, et se développer de la même façon. Nous ajouterons à ce propos que le phénomène de la germination sur place des spores avec reprise de végétation se manifeste toujours, mais au bout d'un temps plus long, dans n'importe quelle culture, et il est bon d'examiner les cultures dans la première phase.

Si l'on fait une coupe dans le morceau de carotte envahi par le

Champignon, on constate à l'œil nu que sa surface porte, intimement appliquée contre elle,une peau blanche d'un demi-millimètre d'épaisseur : on peut l'enlever sans arracher en même temps des parcelles du milieu nutritif ; elle porte à sa face supérieure les têtes fructifères.

Examinons au microscope une coupe très mince. Dans la portion de cette coupe qui intéresse la carotte, au milieu d'une pulpe remplie de chromoleucites et de cristaux d'oxalate de chaux, on voit serpenter en tous sens des filaments mycéliens. Les parois des cellules de la carotte sont encore distinctes, plus ou moins déchirées, mais les vaisseaux du bois sont fort bien conservés. Quand on se rapproche de la surface, le mycélium est très enchevêtré ; à la surface même, on aperçoit un tissu très serré, un stroma, la peau blanche de tout à l'heure, dont la région libre est pourtant un feutrage peu compact. Telle est la répartition du thalle. La forme et la structure des filaments n'est pas la même suivant qu'on envisage le mycélium interne ou le stroma, et dans celui-ci la région moyenne ou les bords.

1. *Mycélium interne* (Pl. 13, fig. 6a). On est immédiatement frappé du contour très sinueux en même temps que de la ramification fréquente des filaments qui présentent de nombreuses expansions latérales arrondies. On observe en outre de fréquentes anastomoses entre ces filaments. Leur largeur est relativement grande, nous n'avions pas de filaments d'un aussi grand diamètre dans les cultures antérieures. Les cloisons sont rares, les articles par conséquent très longs et contournés. C'est presque une *tendance à la structure continue*. Nous ne saurions mieux faire comprendre la nature de ce mycélium qu'en le comparant au thalle intercellulaire de champignons parasites, en particulier à celui d'une Péronosporacée. Du reste, il n'y a pas grande différence entre les conditions de vie du parasite qui serpente dans les lacunes de la feuille plus ou moins remplies des produits de gélification des membranes et de la moisissure qui se développe dans la masse des cellules disjointes de la carotte. Un autre caractère assez remarquable de ce mycélium est la formation, principalement au voisinage des vaisseaux du bois, de filaments spéciaux, en tous points comparables aux poils absorbants des racines terrestres ; ils présentent

une surface accidentée dont la forme est évidemment ici déterminée par les obstacles rencontrés (parois des vaisseaux). Cela montre bien la souplesse de ce mycélium interne.

2. *Stroma* (Pl. 13, fig. 6b). — Au voisinage du stroma, le mycélium change progressivement de nature. Voici quelle est la constitution de ce stroma : des filaments très entortillés les uns dans les autres, ramifiés, sans sinuosités cette fois, mais au contraire avec des changements de direction brusques ; leur largeur est moindre, avec une membrane plus épaisse ; les cloisons sont rapprochées. Ce tissu très dense est essentiellement superficiel. A sa face libre, les filaments sont formés d'assez longs articles, droits, renflés à un bout, présentant une membrane assez épaisse. J'insiste sur ce renflement d'une extrémité, qui a cette particularité de ne jamais se manifester sur deux extrémités d'articles en contact; il est toujours sur le bout le plus jeune, c'est-à-dire contre la cloison la dernière formée ; il résulte d'une continuation de la croissance après l'apparition de cette cloison. Ce caractère s'est d'ailleurs manifesté dans le mycélium aérien de bien des cultures du Champignon qui nous occupe.

Nous avons donc un thalle très développé comprenant :

1° Un mycélium sinueux, souple, large, presque continu ;

2° Un stroma résistant, avec hyphes superficielles en articles cylindro-coniques.

Le pied fructifère est un filament dressé, long et large, à membrane deux ou trois fois plus épaisse que celle des filaments aériens ordinaires (Pl. 13, fig. 6d). Sur toute sa longueur, il est sectionné par des cloisons planes perpendiculaires à son axe, formées d'une membrane assez mince ; on peut compter une trentaine de pareilles cloisons sur une longueur de un millimètre. Le sommet est renflé et porte en grand nombre des articles (basides) dont la longueur est à peu près égale au diamètre de la tête et la largeur moyenne trois fois moindre ; ces basides ne sont pas cylindriques, mais plus larges à l'extrémité libre ; chacune est divisée en son milieu par une mince cloison. Elles sont couronnées d'une touffe de quatre ou cinq petits articles (stérigmates) tous de même dimension et portant des chapelets de spores. Le diamètre des spores n'a pas varié.

Par conséquent la plante présente ici un appareil reproducteur caractérisé essentiellement par :

1° Un pied différencié avec cloisons ;

2° Une tête couverte de grosses basides cloisonnées ;

3° Une ramification terminale de ces dernières en stérigmates prolongés par des chapelets de spores.

Les parties de même nom ont toutes des dimensions constantes, qui seront indiquées plus loin.

4° Culture sur pomme de terre solide (Pl. 12).

Aussi abondantes que les précédentes, se manifestant avec les mêmes caractères à l'examen macroscopique, les cultures sur pomme de terre solide montrent cependant de sensibles différences à l'observation microscopique. Le thalle est encore à étudier à l'état de mycélium et à l'état de stroma.

Lorsqu'on fait une préparation en écrasant un peu de pulpe de la pomme de terre prise au voisinage de la surface, les cellules, qui sont restées dans la stérilisation parfaitement entières, se séparent simplement les unes des autres demeurant toujours intactes, et l'on peut voir leurs intervalles parcourus dans tous les sens par du mycélium en réseau fort peu serré; les cellules elles-mêmes sont recouvertes d'un lacis intimement appliqué à leur surface et formé de filaments qui serpentent en courbes sinueuses (Pl. 12, fig. 2). La position de ceux-ci est à préciser ; ils sont tantôt en dehors de la membrane, tantôt en dedans, mais toujours contre ; enfin, souvent on peut les suivre sur un assez long trajet dans l'épaisseur même de la membrane, qui est fortement gonflée. Jamais on ne les voit traversant une cellule. La forme et la structure de ce mycélium est la même, un peu plus différenciée dans le même sens cependant, que celle du mycélium observé dans la carotte. Ici, mieux encore, les contours arrondis, les expansions latérales, les cloisons rares, rendent la ressemblance frappante avec le thalle des parasites ; la comparaison est même plus nette, à cause de l'intégrité des cellules du substratum. Nous n'avons pas observé de poils mycéliens ; il n'y avait d'ailleurs point de vaisseaux dans la région examinée.

Le stroma est plus développé et plus dense que précédemment; à ce dernier point du vue, le mycélium aérien, c'est-à-dire le tissu lâche de la surface, offre une particularité : très fréquemment les filaments sont accolés, par dix environ, sur une assez grande longueur, formant ainsi d'épais cordons ; ils présentent d'ailleurs alors une membrane plus mince, des cloisons moins fréquentes et un calibre plus régulier.

La fructification est formée d'un pied différencié sans cloisons (Pl. 12, fig. 1), d'une tête avec basides et stérigmates, de chapelets de spores. Le pied et la tête ont les mêmes dimensions, à peu de chose près, que dans la culture sur carotte, mais les basides sont trois fois plus courtes et moins larges, elles ne sont pas cloisonnées. Les spores ont le diamètre invariable.

Ce qui est spécial à ces cultures sur pomme de terre, c'est pour le thalle : fasciation du mycélium, stroma plus compact ; pour l'appareil reproducteur : basides et stérigmates de petite dimension, absence de cloisons.

5° Culture sur jus de carotte

Sur le jus de carotte, se développent rapidement des paquets de mycélium portant bientôt du stroma couvert de fructifications.

Le mycélium entièrement plongé dans le liquide ressemble à celui que nous avons décrit plus haut pour les parties profondes des cultures sur amidon par exemple.

Le mycélium superficiel est moins ramifié, à filaments plus droits, constitués par d'assez longs articles.

Bien qu'on puisse s'attendre à une identité presque complète entre les deux fructifications sur jus de carotte et carotte solide, on constate des différences dans la qualité et dans les dimensions des diverses parties : ainsi, les pieds manquent de cloisons, les basides aussi ; ces dernières sont plus petites. Il n'y a que les spores de toujours immuables.

6° Culture sur gélatine nutritive.

Nous considérons maintenant un nouveau genre de milieu, aussi complexe, mais très riche en albuminoïdes. C'est un mélange de jus de bœuf, de peptone, et de gélatine.

La moisissure liquéfie la gélatine, formant à sa surface une croûte mince avec têtes sporifères blanches ; un mycelium (Pl. 15, fig. 22) lâche, peu ramifié, à contours sinueux, cloisons rares, un stroma sans consistance, tels sont les caractères du thalle. Dans les régions superficielles, on trouve particulièrement abondants et développés ici les articles cylindro-coniques.

Les têtes sporifères et leurs pédicelles, aussi compliquées que dans le Stérigmatocystis origine, ont simplement des dimensions moindres, à part les spores. Les basides sont plus courtes que dans le cas précédent, les stérigmates ont la moitié de leur longueur.

Nous venons de voir des variations continuelles d'un milieu à l'autre, mais sans écart bien considérable. La forme primitive s'efface presque entièrement au contraire dans les cultures sur sels minéraux.

7° Cultures sur solutions salines.

a) *Azotates.*

Azotate de potasse (Pl. 15, fig. 20). — Au bout d'un mois environ après le semis, le liquide est rempli de nombreux flocons à surface très déchiquetée. Pas de fructification apparente.

Il y a pourtant lieu de rapporter une partie seulement de la plante ainsi constituée à un thalle et le reste à une fructification.

Le premier forme la plus grande partie de l'ensemble. C'est un stroma, peu consistant, dont les hyphes sont cloisonnées en articles courts et étroits, légèrement renflés aux deux bouts, ne présentant même souvent qu'un contact de faible étendue.

De place en place, dans la préparation, nous trouvons de larges et longs filaments rectilignes, irrégulièrement cloisonnés, détachant parfois un mince rameau au voisinage d'une cloison ; leur membrane n'est pas plus épaisse que celle des filaments du thalle. L'une des extrémité se perd dans le thalle, l'autre est renflée en une tête mamelonnée, mais assez pauvrement ; un certain nombre de mamelons se sont allongés en un grêle filament présentant çà et là des renflements assez accusés ; la tendance au développement en largeur, qui ne s'est pas épuisée dans la formation d'une tête sporogène achevée, se manifeste dans ces filaments. On reconnaît là une ébauche des fructifications ordinaires. Donc, un thalle très cloisonné, avec rudiments de fructifications où nous retrouvons la ramification terminale.

2° *Azotate d'ammoniaque* (Pl. 15, fig. 19). — Moins abondant est le rendement dans ce milieu ; on obtient simplement un certain nombre de petits amas superficiels recouverts par endroits d'une sortes de pulvérulence ténue.

Chaque amas est élastique, résistant au déchirement et à l'écrasement ; la ramification des hyphes est très compliquée, les articles sont de forme irrégulière, d'un volume plus grand que ceux de la culture précédente, à membrane souvent épaissie.

L'appareil fructifère est très différent de ce que nous avons rencontré jusqu'à présent ; et d'abord on trouve à l'extrémité de rameaux quelconques des ensembles de trois ou quatre filaments fragmentés dans toute leur région inférieure en articles courts : cela ressemble un peu à ce que nous avons décrit à propos du glucose, mais il ne se sépare point d'articles terminaux sous forme de spores, la croissance du filament se poursuit même avec le processus habituel ; voilà qui rappelle encore pourtant le pied sporifère des autres cultures, mais il n'y a point de spores. Ce sont néanmoins des spores qui produisent l'aspect de pulvérulence signalé plus haut. Effectivement, certain rameaux, en général voisins les uns des autres, mais sans disposition caractérisée, sont transformés à leur bout en un chapelet de deux ou trois spores, d'autres spores en formation s'indiquent au-dessous, et le diamètre de ces spores est le même que précédemment. Donc, des caractères de l'appareil reproducteur il persiste ici simplement : une ramification terminale assez effacée et les chapelets de spores, enfin le volume de ces dernières.

b) *Phosphates* (Pl. 15, fig. 21).

1° *Phosphate de potasse.* — La culture est très peu développée en comparaison de celle obtenue avec l'azotate de potasse, mais elle présente la même structure à tous les points de vue.

2° *Phosphate d'ammoniaque.* — Ici au contraire le rendement est relativement considérable ; c'est encore la seule différence avec la culture dans l'azotate d'ammoniaque.

Nous avons terminé ainsi l'étude des formes obtenues en semant des spores de *Sterigmatocystis alba* sur diverses substances nutritives dans les conditions ordinaires.

Nous résumons et complétons cette étude par le tableau suivant :

Cultures de STERIGMATOCYSTIS ALBA. — *Tableau des Résultats*

MILIEUX	THALLE		APPAREIL REPRODUCTEUR				
	Mycelium	Stroma	Pied	Tête	Basides	Stérigmates	Spores
1° Glucose.	indistincts		indéterminé	o	o	indéterminés	en chapelet 3 μ,1
1° Lévulose.	articles rectang. courts, larg. 3 μ		id.	id.	id.	id.	id.
1° Saccharose.	indistincts		filam. long o cloisons	indéterminée	indéterminées	id.	id.
2° Amidon.	indistincts articles renflés		long. 233 μ larg. 8 μ cloisons	diam. 9 μ	id.	id.	id.
3° Carotte.	art. très longs, sinueux, larg. 4 μ,2, membe mince	art. courts, rectang., membrane épaisse	long. 1125 μ larg. 8 μ,3 cloisons	31 μ	37 μ,5 cloisons	12 μ,5 (4-5)	id.
4° Pomme de terre.	id.	id.	long. 1250 μ larg. 12 μ,5	31 μ	12 μ,5	8 μ (2-3)	id.
5° Jus de Carotte.	*Superf.* articles rectang. longs	*Profond.* articles sinueux pls longs larg. 3μ,1	long. 1250 μ larg. 10 μ	36 μ	15 μ	10 μ (3-4)	id.
6° Gélatine.	art. sinueux, longs, larg. 3 μ,3	id. peu serré	long. 600 μ larg. 6 μ	18 μ	12 μ	6 μ (2-3)	id.
7° Azotate de potasse.	indistincts art. en haltères, courts, étroits (1 μ)		indéterminé cloisons	indéterminée	indéterminées	indéterminés	indéterminées
7° Azotate d'ammoniaque.	indistincts art. irréguliers, plus gros		indéterminé	o	o	o	en chapelet 3 μ,1

Conclusions tirées de cette étude.

A chaque milieu correspond donc une forme différente, et les différences sont du même ordre que celles dont on fait d'habitude les espèces. Le *Sterigmatocystis* étudié présente par conséquent une grande variabilité ; d'autre part, avons-nous dit, les formes nouvelles sont fixes.

Des résultats du même genre avaient déjà été obtenus pour d'autres Champignons et pour des Bactéries.

M. Laurent, dans ses recherches sur *Cladosporium herbarum* (1), s'était trouvé en présence de sept formes diverses, dont un *Penicillium*. M. Hansen (2) a montré la variabilité des levures dans leur forme et leur taille suivant les milieux, mais il n'a pas toujours produit des variétés stables. Wasserzug (3), en cultivant le *Micrococcus prodigiosus* dans un milieu acide, l'a transformé en un Bacille, et cette variation se maintenait, à condition de ne point revenir aux bouillons alcalins. Metchnikoff (4) constate que le *Spirobacillus Cienkowskii* de la Daphnie est susceptible, au cours de l'évolution de la maladie qu'il produit, de prendre cinq formes différentes, Bacilles ou Spirilles.

Bien plus, on a rencontré chez d'autres champignons que le *Sterigmatocystis* des formes analogues à celles qu'il nous a montrées ; le thalle dissocié de la culture sur saccharose nous rappelle les formes levure que M. Brefeld a trouvées chez les Ustilagineés et les Basidiomycètes, M. Duclaux chez l'*Oidium lactis*, MM. J. J. Juhler et Jörgensen, M. Sorel plus tard, chez l'*Aspergillus Oryzæ*.

Nous verrons d'ailleurs dans le second chapitre d'autres variations du *Sterigmatocystis alba*.

Cela étant posé, des faits précédents, nous pouvons tirer des conclusions de deux sortes, les unes relatives aux variations considérées en soi, indépendamment du milieu qui les a produites, les autres relatives à ces mêmes variations en tant que déterminées par tel ou tel milieu.

(1) Annales de l'Institut Pasteur, 1888.
(2) Annals of Botany, 1895.
(3) Annales de l'Institut Pasteur, 1888.
(4) Annales de l'Institut Pasteur, 1889.

1° Thalle.

Relativement aux variations considérées en elles-mêmes, deux caractères seulement se sont maintenus constamment dans la forme et la structure de l'appareil végétatif.

1° Le thalle est constitué par des filaments ;

2° Les filaments sont cloisonnés en articles.

Les *dimensions* de ces articles ont *varié dans chaque cas*, elles ne sont demeurées les mêmes que dans un milieu donné. Comme la plante à l'état libre, c'est-à-dire non cultivée en tubes, ne pousse pas indéfiniment sur le même substratum, il en résulte que dans l'étude d'une pareille moisissure, les caractères tirés des dimensions n'ont de valeur que pour le milieu où elle est rencontrée. Les deux premiers, *filaments*, *articles*, sont *les plus importants* dans tous les cas.

Envisageons maintenant les rapports qui peuvent exister entre les qualités physiques ou chimiques du substratum et la nature de l'appareil végétatif.

Il a été employé soit des milieux liquides, soit des milieux solides, avec tous les intermédiaires entre ces deux états. Les filaments du Champignon qui se développe pénétrent toujours plus ou moins suivant les circonstances à l'intérieur du milieu ; une autre partie de la plante, qui est souvent la plus considérable, demeure au contraire extérieure et se nourrit par l'intermédiaire de la précédente. Ces deux portions du thalle, superficielle ou profonde, sont très différentes l'une de l'autre ; à la surface des liquides ou des solides, les articles ont la forme de cylindres ou ont tout au moins une symétrie axiale ; ce caractère de régularité est surtout manifeste dans un stroma jeune, il s'efface plus ou moins dans un stroma plus développé, en raison même de l'enchevêtrement des hyphes : celles-ci, gênées dans leur croissance, se développent selon l'espace libre qui s'offre à elles. Par contre, dans les profondeurs d'un liquide, les hyphes ont un contour irrégulier, sont renflées en des points quelconques, parfois sur toute leur surface, ce qui forme des articles presque sphériques ; dans l'empois d'amidon, il en est de même ; en outre, le plus souvent, en ces deux cas, le cloisonnement est poussé très loin, on peut enfin avoir une fragmentation ; dans la pulpe sucrée ou amylacée, nous avons trouvé un thalle qui lui aussi montre un contour très irrégulier, très sinueux, mais le cloisonnement y est

rare. Pour interpréter ces faits, il suffit de remarquer que le thalle étant plongé dans le milieu nutritif, il y a, autour de lui, identité relative des diverses conditions : en particulier, ce thalle se nourrit par toute sa surface. Ceci détermine une tendance au *développement égal dans tous les sens* ; cette tendance, qui est contrebalancée par la nature filamenteuse de la plante, se traduit par la production d'hyphes à nombreux renflements, caractère dont nous venons de dire la généralité. L'existence d'un plus grand nombre de cloisons sur une longueur déterminée serait due, jusqu'à un certain point, au fait même de la croissance en largeur s'opposant à la croissance en longueur, d'où peut résulter un raccourcissement des articles ; mais elle a une autre cause évidente, le faible pouvoir nutritif des milieux où on l'observe.

Pourquoi au contraire, dans la pulpe de carotte et de pomme de terre, le thalle, en même temps qu'un contour irrégulier, prend-il une structure presque continue ? C'est que, si le développement égal en tous sens est favorisé, moins pourtant que dans un liquide, le développement en tubes mycéliens est davantage suscité par la forme de l'espace libre offert à la plante, et d'un autre côté, les conditions de vie ne sont pas en rapport avec la formation d'un système de soutien : elles rappellent certaines conditions de parasitisme ; or nous avons signalé, dans un précédent travail, le cas d'un *Trichoderma* devenant parasite de *Mucor crustaceus* et prenant la structure continue (1).

2° Appareil reproducteur.

Quelles que soient les variations introduites dans le milieu, nous retrouvons les caractères suivants :

1° Filament dressé ;

2° Ramification terminale de ce filament ;

3° Chapelet de spores ;

4° Spores de 3 μ, 1, arrondies.

Ceux que nous rencontrons le plus souvent ensuite sont : basides et stérigmates, un gros renflement au sommet du filament dressé.

Il y a quelque chose de commun à tous ces caractères, le *développement d'une partie aérienne* de la plante dans *toutes les directions*. Cela est très net si nous laissons de côté les cas où man-

(1) *Mucor et Trichoderma*, Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 1896.

que le gros renflement terminal, la tête. L'extrémité d'un filament dressé prend ou tend à prendre une forme sphérique : égalité de croissance en tous les points. Cette croissance continuant, il se fait des replis de la surface : ce sont d'abord les basides. La raison de ces replis est probablement une raison mécanique, une raison d'équilibre du système, la surface ne pouvant croître indéfiniment en restant sphérique. Les replis ne peuvent croître que par leur côté libre, chacun d'eux ayant néanmoins les mêmes tendances que le renflement primitif : dans les conditions où ils se trouvent, serrés les uns contre les autres, ces tendances s'effacent, et l'on voit reparaître le développement prépondérant dans une direction déterminée. C'est ainsi que les replis secondaires ou stérigmates qui se forment à l'extrémité libre des basides, comme ces dernières au sommet du pied, ressemblent beaucoup à des filaments ordinaires sans être pourtant bien serrés les uns contre les autres. Sur eux naissent les spores : c'est un cloisonnement suivi de fragmentation en petits articles arrondis et là s'arrête le développement du pied : il y a dans ce phénomène — on le voyait tout à l'heure pour le mycélium — une manifestation du même mode de croissance.

Considérons maintenant les cas laissés de côté : du processus que nous décrivions à l'instant, il disparaît tous les stades correspondant à une croissance abondante ; la masse de champignon produite est d'ailleurs beaucoup moins considérable.

Donc partout se présente, si l'on peut s'exprimer ainsi, le *développement sphérique*. C'est le caractère dominant, les autres lui sont subordonnés. Ce caractère qualitatif est accompagné d'un caractère quantitatif important, la *dimension constante des spores* (3 μ, 1).

Le plus souvent ensuite le développement sphérique se traduit par l'existence d'une *tête ronde à replis de deux ordres*.

Enfin, *toutes les dimensions* autre que celles des spores *varient* sans cesse.

Nous classons ainsi par ordre d'importance les caractères de la moisissure étudiée, nous essayons en même temps de les expliquer dans une certaine mesure. Tout au moins cette classification est-elle faite dans les limites de nos expériences, mais nous avons considéré des conditions suffisamment variées pour attribuer à nos résultats quelque généralité. La suite de notre étude viendra les confirmer.

(A suivre)

UN NOUVEAU PROCÉDÉ DE GREFFAGE

par M. L. DANIEL.

I

Il est aujourd'hui bien démontré que l'une des conditions les plus importantes pour qu'une greffe réussisse, c'est d'assurer la vie du greffon pendant toute la durée de la phase que j'ai désignée sous le nom d'*union provisoire* (1), c'est-à-dire jusqu'à ce que le fusionnement des couches génératrices ait amené la soudure complète ou *union définitive*.

Les procédés actuellement existants permettent-ils d'assurer la vie du greffon d'une façon absolue pendant cette période ?

Il est évident, à chaque fois que l'on coupera le rameau ou bien que l'on détachera un œil avec une portion d'écorce, le greffon séparé de l'arbre étalon sera en continuel danger de mort; si l'on ne prend une série de précautions minutieuses, il périt sûrement dans un délai plus ou moins rapproché.

Ainsi, dans les greffes en fentes ligneuses faites au repos de la sève, l'union provisoire est de longue durée; il faut veiller à la concordance des couches génératrices, sinon le greffon ne s'imbibe pas et se dessèche à la montée de la sève.

C'est bien pis encore pour les greffes ligneuses faites en fente à l'état herbacé, et pour les greffes des plantes herbacées. On ne peut éviter la dessiccation du greffon qu'en se servant de cloches, de châssis, de bâches ou de serres, mais alors il faut une surveillance de tous les instants pour éviter la pourriture.

Les greffes en flûte ou en écusson paraissent plus parfaites : le greffon étant placé au sein même des couches génératrices se trouve ainsi baigné directement par la sève élaborée et ne saurait

(1) L. Daniel : *Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses* (Bulletin de la Société scientifique et médicale de l'Ouest, 1896).

se dessécher. L'union provisoire est de courte durée, ce qui favorise d'autant l'union définitive.

Cependant ces greffes ne sont pas sans défauts.

Si, après avoir détaché l'écusson, on le laisse quelques minutes à l'air, il arrive assez souvent qu'il se flétrit et meurt, quelque parfaite que soit l'opération par la suite.

En le mettant dans la bouche pour éviter le contact de l'air, on peut l'imbiber d'une salive délétère et compromettre sa frêle existence. Aussi dit-on qu'il faut le tenir du bout des lèvres, sans le mouiller, ce qui est plus facile à dire qu'à faire.

Si l'on peut, par un heureux hasard, éviter ces deux écueils, la greffe en écusson ne réussit pas toujours pour cela.

On peut avoir affaire à un sujet trop riche en sève qui se débarrassera du greffon en le *noyant*, suivant l'expression des jardiniers.

Les greffes dans lesquelles on détache le greffon du pied-mère n'offrent donc jamais la certitude complète de la reprise.

Examinons maintenant les greffes en approche dans lesquelles le greffon reste adhérent au pied qui le fournit. Evidemment sa vie est assurée jusqu'au sevrage, mais c'est ce sevrage qui présente des inconvénients.

On sait en effet que deux plantes peuvent fréquemment vivre soudées tant que l'on ne supprime pas leur appareil assimilateur ou leur appareil absorbant. Mais, si on les sèvre, c'est pour elles une situation critique que toutes ne parviennent pas à franchir et sur laquelle influent considérablement les circonstances extérieures.

Quand bien même le sevrage réussirait d'une façon parfaite, la greffe en approche est disgracieuse et peu solide ; c'est la raison pour laquelle les jardiniers ne s'en servent que fort rarement, et dans des cas spéciaux où les autres procédés ne peuvent être employés.

Cette courte critique suffit amplement à faire voir qu'avec la meilleure volonté du monde, *on n'est jamais sûr de réussir une greffe déterminée*. Il y a, dans les procédés les meilleurs, actuellement connus, une part de hasard qu'il paraissait jusqu'ici impossible d'éliminer.

Or, combien est regrettable une telle incertitude quand l'on désire, soit greffer une plante rare ou unique, soit conserver une

variation curieuse de bourgeons que l'on ne saurait fixer par le semis !

Un procédé qui permettrait de réussir infailliblement toute greffe, physiologiquement possible, serait utile à deux titres. Il permettrait, au point de vue pratique, de ne laisser perdre aucune variation intéressante ; au point de vue scientifique, il donnerait le moyen d'éliminer les insuccès dus au hasard et de préciser ainsi dans quelles limites la greffe peut évoluer.

Ce procédé, je crois l'avoir trouvé, et je vais le décrire : je l'appelle la greffe en *flûte-approche*.

II

La greffe en flûte-approche est, comme son nom l'indique, une combinaison de la greffe en approche et de la greffe en flûte; elle a tous les avantages de l'une et de l'autre sans offrir leurs inconvénients.

Comme toutes les greffes en approche, elle nécessite deux arbres voisins ou des plantes en pots, ou bien encore on peut placer le greffon, détaché de l'étalon, dans une solution de Knop ou même dans de l'eau pure, jusqu'à la reprise définitive.

Nous supposons donc que l'on peut approcher le sujet et le greffon, ce qui est toujours matériellement possible quand on veut.

Comme toutes les greffes en flûte, il faut que le greffon et le sujet soient en sève : on pourra donc faire cette greffe à œil poussant ou à œil dormant.

Enfin, elle pourra être simple ou double, suivant que l'une des plantes seulement jouera le rôle de sujet et l'autre de greffon ou que chaque plante sera à la fois sujet et greffon.

1. *Greffe en flûte-approche simple.* — J'examinerai successivement la préparation du greffon et celle du sujet, puis la manière de les réunir.

Pour préparer le greffon, je découpe au voisinage d'un œil (fig. 50) les trois côtés d'un rectangle *a*, *b*, *c*, *d*, de 5 à 6 centimètres de long, en laissant intact le quatrième côté, qui n'est pas pointillé sur la figure. Je soulève le rectangle d'écorce en ayant soin de ne pas éborgner l'œil et en prenant à cet égard les mêmes précautions que pour la greffe en écusson ou en flûte (fig. 51 et 52).

La plaque d'écorce, *adhérant au greffon*, ne peut mourir et, comme on le sait, fournira par elle-même des productions libéro-ligneuses directes. *Il n'y a donc plus de crainte pour la vie du greffon, qui est assurée*, aussi longtemps qu'on voudra, indépendamment des conditions extérieures : contact de l'air, etc.



Fig. 52. — Coupe du greffon préparé.



Fig. 50. — Découpage de la plaque-greffon.



Fig. 53. — Préparation du sujet.

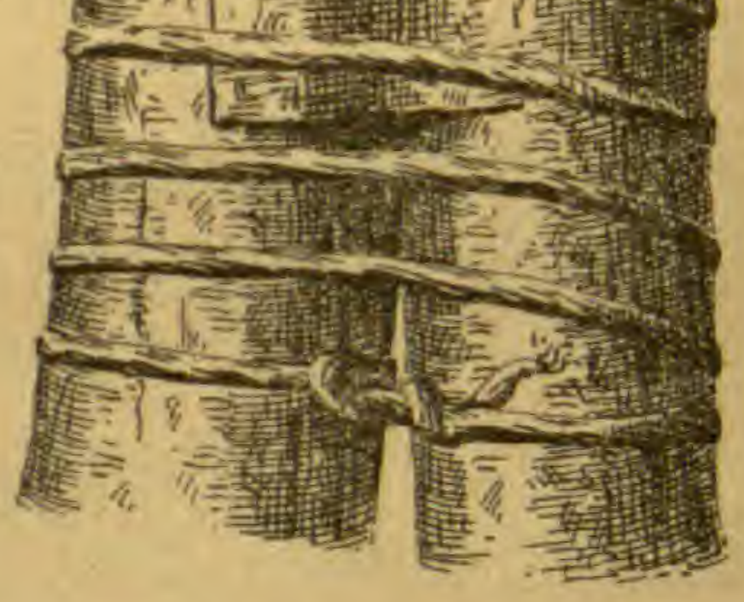


Fig. 55. — La greffe ligaturée.

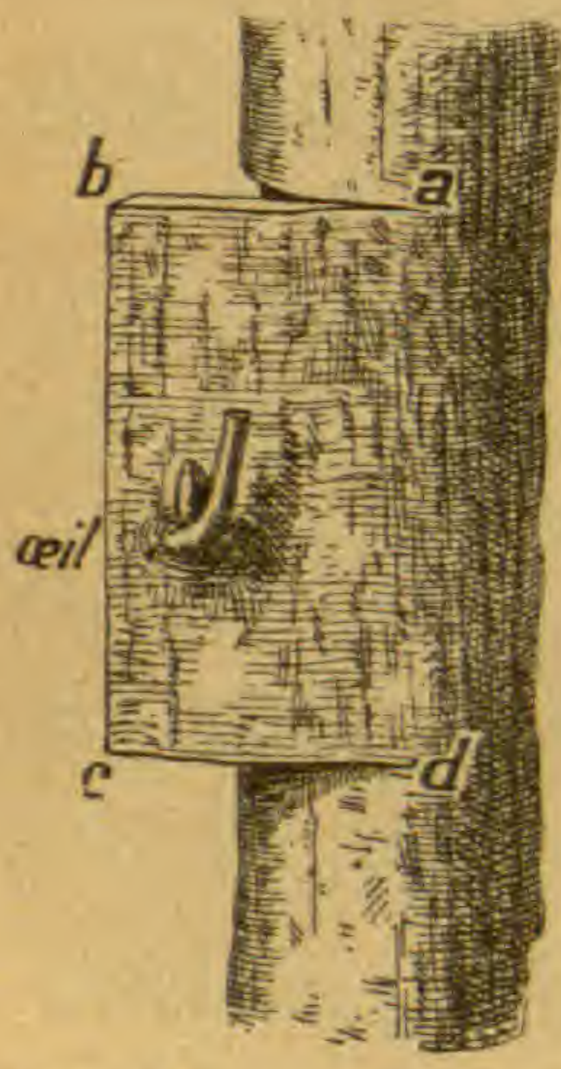


Fig. 51. — Soulèvement de la plaque-greffon.



Fig. 54. — Coupe du sujet préparé.

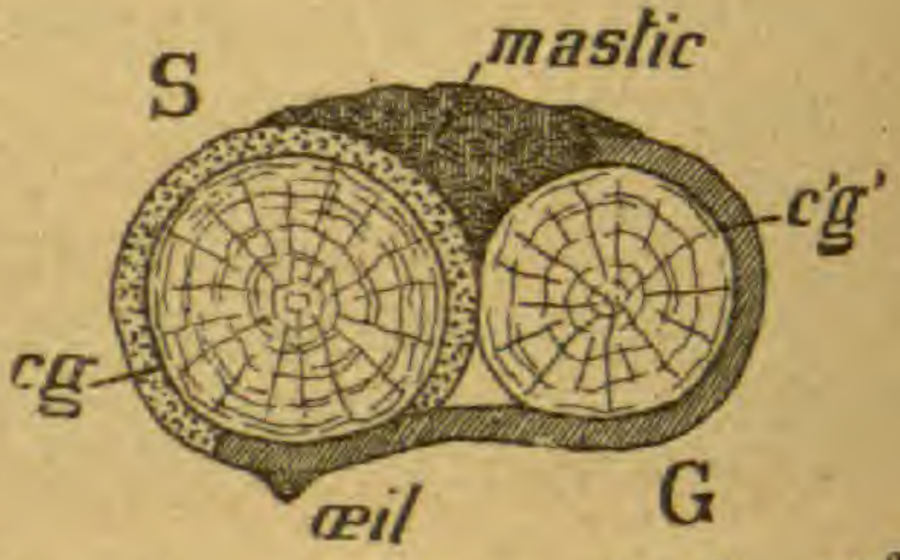


Fig. 56. — Coupe de la greffe exécutée au niveau de l'œil du greffon, suivant *AB* (fig. 55) ; *S*, sujet ; *g*, greffon ; *cg* et *c'g'*, couches génératrices.

La préparation du sujet consiste à détacher complètement, dans un endroit bien lisse, un rectangle d'écorce, identique au premier comme longueur, mais de largeur moindre (fig. 53, *a' b' c' d'* et fig. 54).

La face $a'\ d'$ (fig. 53) est taillée en biseau pour faciliter l'adhérence de la plaque greffon. Les trois autres faces sont à angle droit.

Ceci fait, pour exécuter la greffe, on approche les deux plantes et, soulevant la plaque greffon, on fait coïncider les rectangles. A gauche, en bas et en haut, les faces *bc*, *cd*, *ab*, $b'c'$, $c'd'$, $a'b'$, étant taillées à angle droit, se rejoignent exactement. Quant à la quatrième face $a'd'$, elle est revêtue par l'écorce du greffon dans la région soulevée vers la droite, et son adhérence sera d'autant plus parfaite avec le greffon que son biseau sera situé dans un plan presque tangent au sujet.

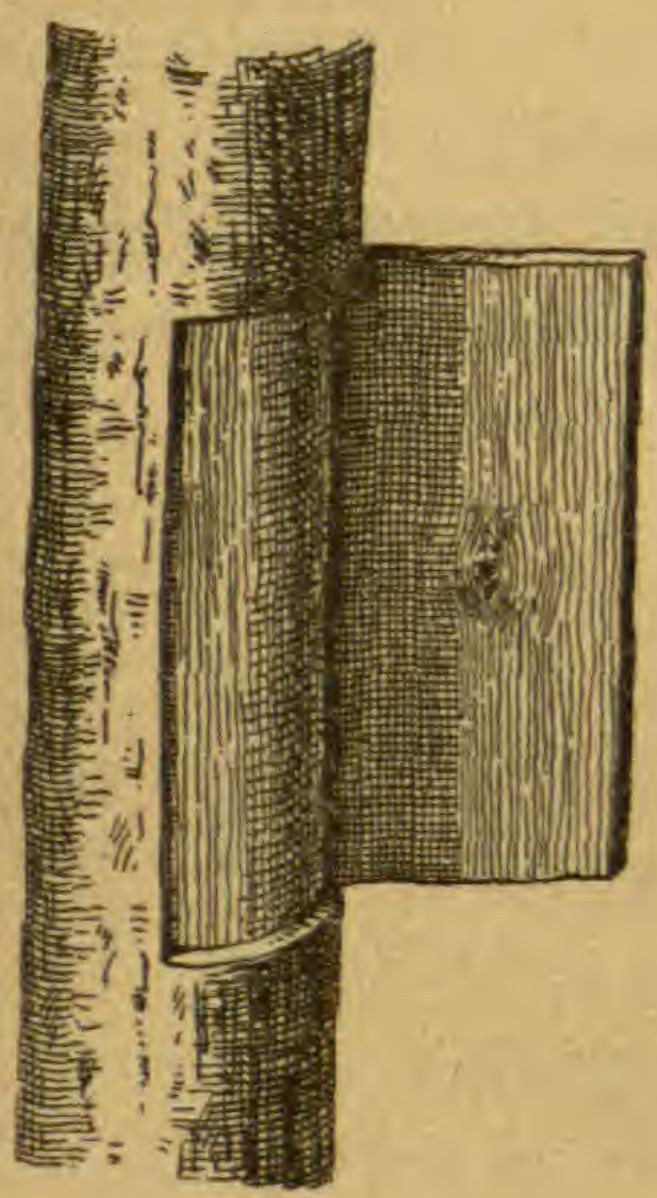


Fig. 57. — Sujet, avec son rectangle d'écorce soulevé.

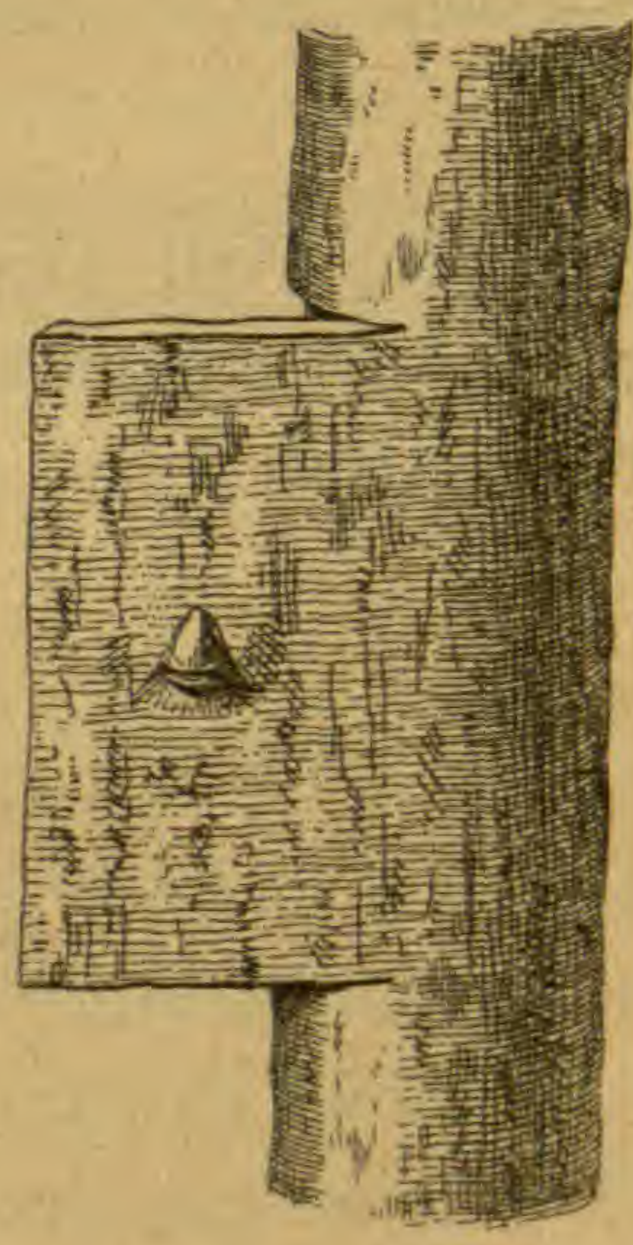


Fig. 58. — Greffon, avec son rectangle d'écorce soulevé.

Il reste à ligaturer solidement au raphia (fig. 55), à mastiquer la portion de la plaie du greffon, qui est mise à nu (fig. 56).

La soudure se fait fort bien et l'on pourrait sevrer le greffon vers le vingt-et-unième jour comme pour l'écusson ordinaire.

On peut, si l'on craint que la suture soit encore insuffisante, surtout pour l'œil dormant, retarder le sevrage jusqu'au printemps.

2. *Greffe en flûte-approche double.* — Si l'on désirait greffer réciproquement deux plantes l'une sur l'autre, on emploierait alors la greffe en flûte-approche double.

Elle diffère de la précédente en ce sens que le sujet se prépare comme le greffon, mais *symétriquement*, c'est-à-dire que les côtés des rectangles que l'on ne détache pas sont en sens

inverse et non du même côté. Les figures 57, 58, 59, 60 et 61, suffisent pour la faire comprendre sans plus d'explications.

Evidemment on aura, au moment propice, un double sevrage à faire, qui sera d'autant plus facile à pratiquer que, s'il s'agit de



Fig. 59. — Coupe du sujet.



Fig. 60. — Coupe du greffon.

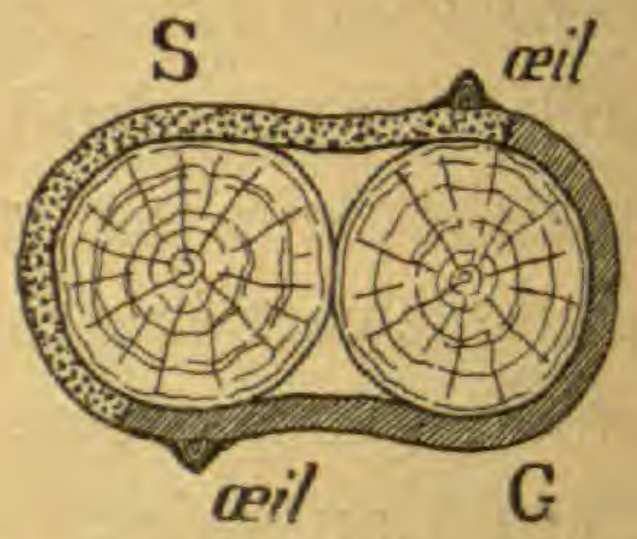


Fig. 61. — Coupe de la greffe en flûte-approche double exécutée.

(fig, 59, 60 et 61) l'œil dormant, il se ferait presque de lui-même. La ligne d'écorce comprise entre les espaces vides se ride et se dessèche, et finirait par se rompre si l'on enlevait les ligatures.

III

Il me reste à montrer que cette greffe supprime tous les inconvénients que j'ai indiqués dans les greffes actuellement en usage.

C'est une greffe en approche ; donc le greffon n'est pas séparé de l'étalon et n'est pas exposé à mourir par un retard dans l'opération ou le manque de concordance des couches génératrices.

Il n'est pas davantage nécessaire de prendre des précautions pour éviter la transpiration puisqu'il reste humecté par sa propre sève et celle du sujet.

D'autre part, si cette sève est trop abondante dans le sujet il ne sera pas noyé, puisqu'étant bien vivant, il peut pousser de suite, quand l'écusson est obligé de subir une cicatrisation préalable.

Ce procédé nouveau n'a pas les inconvénients de la greffe en approche au point de vue du sevrage, puisqu'elle ne tient à l'étalon que par une écorce de moins en moins vivante, et elle partage, au point de vue de la cicatrisation, les avantages des greffes en écusson et en flûte. Donc, elle n'a pas la forme disgracieuse d'une greffe en approche.

Le succès certain de ce mode de greffage permettra, au point de vue scientifique, d'affirmer la possibilité ou l'impossibilité d'une

union entre deux plantes données, ce qu'on ne pouvait faire jusqu'ici, car l'insuccès pouvait être d'ordre purement matériel et non d'ordre physiologique.

En terminant, je ferai remarquer, ce dont le lecteur a pu déjà s'apercevoir, que si ces genres de greffes réussissent d'une façon sûre, elles ont le défaut d'être plus délicates à exécuter que beaucoup d'autres, et exigent un temps plus long, par conséquent.

Elles ne sont donc point destinées à ceux qui veulent faire 300 greffes par jour, comme cela arrive pour l'écussonnage dans les grandes pépinières, mais elles seront utiles, surtout pour certaines greffes en écusson difficiles à réussir et pour les plantes assez nombreuses qui supportent difficilement les divers procédés du greffage.

Elles devront être employées de préférence pour les arbres rarés, les variations uniques que l'on voudra conserver et les greffes hétérogènes que l'on désirerait essayer.

DÉVELOPPEMENT ET POLYMORPHISME

DU *VOLUTELLA SCOPULA*

par M. Édouard **BOULANGER**.

Les *Volutella* sont des Champignons inférieurs appartenant au groupe des *Tuberculariées*. Leur appareil fructifère est un tubercule, appelé *sporodochium*, qui est formé d'un massif de filaments portant des conidies. Le sporodochium des *Volutella* est discoïde et entouré de soies formant généralement une ceinture autour de lui.

On a décrit déjà de nombreuses espèces de *Volutella*, que l'on range en deux sous-genres :

1° Les *Volutella* proprement dits, dont le sporodochium est pédicellé ;

2° Les *Psilonia*, qui sont sessiles.

L'espèce que je vais étudier a été trouvée sur un bulbe de Jacinthe en putréfaction, ce qui, à première vue, m'avait porté à croire qu'elle était identique à celle que Berkeley (1) a déjà signalée sur la Jacinthe, le *Volutella hyacinthorum*.

Le sporodochium du *Volutella hyacinthorum*, très petit et blanc, a un pied très court mais visible. Ces caractères différencient du *Volutella hyacinthorum* la présente espèce, qui est sessile et doit par conséquent être classée dans le sous-genre *Psilonia*. D'autre part, le *Volutella* qui fait l'objet de cette étude diffère par un grand nombre de caractères, comme nous le verrons plus loin, des nombreux *Psilonia* décrits ; aussi j'en fais une espèce nouvelle, que j'appelle *Volutella Scopula*.

Le sporodochium du *V. Scopula* (Pl. 11, fig. 1), est discoïde et entouré d'une couronne de soies; le nombre de ces soies est

(1) Berkeley : Outl., p. 340.

variable. Jeune (fig. 2), ce tubercule est d'un blanc rosé et sa surface sporifère est plane; mais, quand le tubercule est âgé, cette surface sécrète un mucus abondant qui englobe les spores détachées. Le sporodochium semble alors bombé (fig. 1) et prend un aspect blanc jaunâtre dû au mucilage. Le diamètre du tubercule est de 1/2 millimètre environ. Ses soies, légèrement rosées, sont cloisonnées.

Cultures en milieux stérilisés.

Le *Volutella Scopula* ne se développe pas identiquement dans les différents milieux.

Sur des milieux solides peu nutritifs, tels que morceau de bois, paille, feuilles, la forme normale se développe dans les endroits non immergés par le liquide.

Sur des milieux solides plus nutritifs, tels que tranche de pomme de terre ou de carotte, le mycélium est fructifère dans sa forme filamenteuse : c'est ce que l'on peut appeler la forme sporifère simple du *Volutella* (fig. 5). Quand la culture devient vieille, il s'y développe aussi des sporodochiums.

En milieux liquides nutritifs, il se forme à la surface un voile épais sur lequel on rencontre des rudiments de sporodochium (fig. 10). Dans l'intérieur de ces liquides baignent des filaments enchevêtrés, gélatineux au toucher. Ce mycélium ne porte plus de conidies comme la forme simple aérienne, mais il présente de place en place des spores aquatiques qui sont de véritables chlamydospores (fig. 12).

Germination de la spore. — La germination de la spore s'observe facilement en goutte suspendue.

Cette spore, qui est ovale (fig. 3), commence par se gonfler et double de volume ; puis à un de ses pôles on voit se former un bourgeon qui s'allonge, se cloisonne et devient un filament. Bientôt naît au pôle opposé un deuxième filament. La spore germe donc en deux temps et à ses deux extrémités. Le développement en est arrivé à ce point au bout de vingt-quatre heures dans une étude réglée à 27°. Chacun des filaments continue à s'allonger et se ramifie ; c'est alors que, suivant les conditions de milieu, le développement peut donner l'une ou l'autre des formes signalées.

Forme filamenteuse simple.

Ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, la spore semée sur des milieux très nutritifs donne la forme simple. On peut facilement en suivre le développement en goutte suspendue. On constate alors que les filaments produits par la germination de la spore s'allongent beaucoup, se cloisonnent, et se ramifient latéralement. Ce sont ces rameaux latéraux qui donnent naissance aux spores. Leur cellule terminale se renfle en s'allongeant légèrement; une cloison se forme à la base, et la cellule terminale ainsi isolée devient une spore. Lorsque la spore commence à mûrir, cette cloison se gélifie, de sorte qu'à maturité la conidie n'adhère plus que par un point au filament qui la porte. La paroi de la spore s'étant aussi partiellement gélifiée, elle se trouve englobée dans une masse de mucilage (*m*, fig. 5). Le mycélium continue à s'allonger et par le même processus forme une nouvelle spore identique à la première, celle-ci se trouvant rejetée de côté. Puis on voit naître une troisième spore, une quatrième, etc.... De sorte qu'à un âge assez avancé on aperçoit l'extrémité du filament secondaire englobée dans une goutte de mucilage contenant des spores détachées. Ce mode de formation des conidies en une sorte de chapelet dissocié, s'observe d'ailleurs chez beaucoup de champignons (*Verticillium*, *Acrostalagmus*, *Hyalopus*).

Les spores de la forme simple sont en fuseau; elles sont hyalines, et on distingue nettement en général deux gouttelettes réfringentes à leur intérieur, parfois même trois ou quatre (fig. 6). Leur dimension est de 8 μ de long sur 2 μ de large.

Il est à remarquer que le filament lui-même sécrète du mucilage le long de sa paroi ; ce mucilage s'agglutine en gouttes adhérant ça et là aux filaments (*m'*, fig. 5).

Forme tuberculariée.

On a généralement décrit le sporodochium des *Volutella* comme composé d'un enchevêtrement de filaments mycéliens, sur lesquels au centre se dressent directement des filaments conidiens simples, et, à la périphérie, des soies qui forment une ceinture au *Volutella*

M. Boudier cependant a montré que dans le *Volutella albo-pila* (1) les extrémités des filaments conidiens se ramifient. Dans le *Volutella Scopula*, la structure est beaucoup plus compliquée encore. J'ai constaté en effet que les gros filaments qui se dressent sur le massif de base ne restent pas simples et se divisent au contraire abondamment (fig. 7). En général chacun d'eux donne trois rameaux se subdivisant à leur tour plusieurs fois de suite. Les derniers rameaux portent les spores.

Les supports conidiens sont souvent réunis entre eux par des anastomoses latérales (fig. 8) qui les maintiennent parallèles ; de sorte que tout l'ensemble du rameau ainsi divisé offre l'aspect d'un petit balai (*scopula*).

Les spores naissent par le même processus que dans la forme simple (fig. 9), mais elles ont un facies différent. Elles sont de forme ovale et non allongées en fuseau (fig. 3), et leurs dimensions sont d'environ 6 μ de long sur 2 μ de large. Enfin elles ont deux gouttelettes souvent peu visibles.

On peut aussi se rendre compte que les poils ne naissent pas directement sur le mycélium rampant. Cette étude se fait soit en dilacérant des échantillons jeunes, soit en examinant les rudiments de sporodochium (fig. 10) qui se développent sur le voile des cultures en milieu liquide. Sur le mycélium de ce voile naît un gros filament dressé qui se ramifie et donne d'un côté une soie et de l'autre deux supports conidiens. Les poils sont donc des *ramifications modifiées* des gros filaments de la base.

Ces poils (fig. 11) sont légèrement échinulés surtout à leur extrémité supérieure. Ils ont une longueur moyenne de 300 μ et une largeur de 7 μ. Ils sont cloisonnés ; les cloisons transversales sont plus minces que la paroi.

Chlamydospores.

La conidie semée en milieu liquide tel que décoction de crottins, jus sucré..., donne des filaments peu ramifiés et fort allongés. Ces filaments présentent de place en place des cellules renflées à contour très épaissi et à protoplasma granuleux. Ce sont des chlamydospores. Le plus souvent elles sont intercalaires

(1) Bull. de la Soc. myc. de France, t. VI (1891). p. 82, pl. V.

(*a*, fig. 12); il s'en trouve cependant de terminales (*b*, *c*, *d*, *e*, fig. 12). Leur forme est ovale, parfois arrondie.

Des chlamydospores semblables ont été signalées par M. Wasserzug dans un genre de Tuberculariées voisin, les *Fusoma* (1) et par M. Matruchot (2) dans un *Fusarium*.

Affinités.

Quelques espèces de *Volutella* semblent voisines du *Volutella Scopula*, cela tient à l'insuffisance de la diagnose qui les définit, plutôt qu'à une parenté réelle.

Le *Volutella carnea* (3) a des sporodochiums agrégés, formant des masses roses, ce qui le différencie du *V. Scopula*; ces sporodochiums sont bombés et de couleur chair; les massifs conidiens sont couverts de soies cloisonnées et blanches. Les conidies sont ovales.

Le *Volutella pulchra* (4) a des sporodochiums en forme de bouclier, caractère que ne présente pas le *V. Scopula*; de leur base part une couronne de soies blanches. Ces tubercules ont une forme de disque de couleur chair un peu roussâtre. Les conidies elliptiques ont 6 μ de long.

Le *Volutella indica* (5) a un sporodochium jaune pâle. Les conidies sont oblongues, hyalines; elles ont 4 à 6 μ sur 2 à 3 μ. Ce champignon est en somme trop insuffisamment décrit pour qu'on puisse y rattacher sûrement le *V. Scopula*.

Conclusions

En résumé, l'étude du *Volutella Scopula* m'a donné les résultats suivants :

J'ai pu constater que, suivant les milieux de culture employés, ce champignon pouvait prendre différentes formes fructifères :

1° Une forme filamenteuse *simple* ;

2° Une forme tuberculariée normale ou *sporodochium* ;

(1) Wasserzug: *Recherches morphologiques et physiologiques sur un Hyphomycète.* (Annales de l'Institut Pasteur, t. 2, 1888, p. 207).

(2) L. Matruchot : *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées*, p. 90.

(3) Preuss : *Fungi Hoyerswerda*, n° 159.

(4) Berkeley and Curtis : *North Amer. Fung.*, n° 603.

(5) Niessl : Hedwigia, 1878, p. 176.

3° Une forme filamenteuse adaptée au milieu liquide et portant des *chlamydospores*.

De plus l'étude approfondie du sporodochium m'a permis de montrer que ces tubercules sont plus complexes que l'on ne les avait généralement décrits jusqu'alors; qu'en effet les sporophores sont *très ramifiés* dans le *Volutella Scopula* ; et qu'enfin les poils doivent être considérés comme des *rameaux stériles et modifiés* des sporophores.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 11

Fig. 1. — Sporodochium mûr. Gr. = 20.

Fig. 2. — Sporodochium jeune plus fortement grossi. Sa surface hyméniale encore stérile est dépourvue de mucilage et plane. Gr. = 95.

Fig. 3. — Spores de la forme sporodochium. Gr. = 1170.

Fig. 4. — Germination de la spore : *a*, 1er stade ; *b*, 2e stade ; *c*, 3e stade. Gr. = 1170.

Fig. 5. — Forme conidienne simple. Aux extrémités des rameaux secondaires on voit des amas de spores entourés d'un mucilage (*m*). Le filament sécrète du mucilage le long de sa paroi (*m'*). Gr. = 1170.

Fig. 6. — Spores de la forme conidienne. Elles diffèrent de celles de la fig. 3 par leur forme plus allongée et fusoïde. Gr. = 1170.

Fig. 7. — Un des gros rameaux du sporodochium se divisant et donnant naissance d'une part à des filaments conidiens, d'autre part à un poil. Gr. = 1170.

Fig. 8. — Extrémité de deux sporophores présentant une anastomose latérale. Gr. = 1170.

Fig. 9. — Sporophores en train de former une conidie. Gr. = 1170.

Fig. 10. — Sporodochium réduit à un poil et à un sporophore. Gr. = 780.

Fig. 11. — Poil fortement grossi vu en perspective à gauche, en coupe à droite. Gr. = 1170.

Fig. 12. — *a*, filament portant des chlamydospores intercalaires ; *c*, chlamydospores latérales ; *b*, *d*, *e*, chlamydospores terminales. Gr. = 1170.

REVUE DES TRAVAUX

D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Suite)*

On admettait jusqu'ici que toutes les Angiospermes produisent leurs ovules sur la face supérieure ou sur la portion marginale de leurs bords carpellaires et ce caractère constituait une des différences invoquées pour séparer le groupe des Angiospermes de celui des Gymnospermes. En étudiant les phénomènes de la reproduction chez les Asclépiadées, M. G. Chauveaud (1) a constaté que certaines de ces plantes produisent leurs ovules sur la face intérieure ou dorsale de leurs feuilles carpellaires.

Dans cette famille, le pistil est formé de deux feuilles carpellaires opposées, libres dans leur région basilaire ou ovarienne, réunies dans leur portion terminale en une masse pentagonale tout à fait caractéristique. Si l'on suit sur des coupes transversales le développement de l'une de ces feuilles carpellaires chez le Dompte-venin, on voit tout d'abord celle-ci se reployer vers l'intérieur de la fleur, de telle sorte que ses bords viennent se rencontrer au centre de cette dernière. Arrivés au contact l'un de l'autre, ces bords accentuent leur courbure et s'avancent en direction radiale et centrifuge à l'intérieur de la cavité ovarienne qu'ils viennent de circonscrire. Les portions de la feuille carpellaire demeurent étroitement accolées dos à dos dans cette direction centrifuge, mais, après un court trajet, les bords divergent et se coudent à angle droit, de part et d'autre de cette direction. Ils continuent de s'accroître ainsi, formant deux ailes dont le centre, étalé vers le centre de la cavité ovarienne, regarde en même temps le côté externe de la fleur. Ce mouvement a eu pour effet de placer les portions nouvellement formées dans une situation identique par rapport à l'axe, à celle de la portion médiane apparue à l'origine. Ce sont ces deux ailes qui vont donner naissance aux ovules. En effet, on voit ceux-ci se montrer bientôt sous forme de petits manchons qui font saillie sur leur face externe, face qui est bien la continuation directe de la face inférieure de la feuille carpellaire.

L'orientation des faisceaux libéro-ligneux permet encore de reconnaître cette origine des ovules, soit dans la fleur adulte, soit même

(1) G. Chauveaud : *Sur la fécondation dans les cas de polyembryonie. Reproduction chez le Dompte-venin* (Paris, Société d'éditions scientifiques, 1892).

dans le fruit, alors que les deux ailes soudées ensemble forment une masse plus ou moins irrégulièrement lobée.

Cette observation permet d'établir une homologie plus complète entre les Angiospermes et les deux autres groupes des plantes vasculaires, Gymnospermes et Cryptogames vasculaires, et en outre entre l'organe mâle et l'organe femelle des Angiospermes. M. G. Bonnier avait déjà montré en effet que les sacs polliniques peuvent se rencontrer sur la face inférieure de leurs feuilles staminales.

Le Dompte-venin présente en outre, d'après M. Chauveaud, diverses autres particularités intéressantes : 1° absence de tégument ovulaire ; 2° formation du sac embryonnaire par l'accroissement direct d'une cellule sous-épidermique ; 3° pluralité des noyaux générateurs dans le grain de pollen ; 4° production par fécondation de cellules sexuelles contenues dans le sac embryonnaire de 3, 4 ou 5 embryons pouvant atteindre un développement complet.

La forme de l'ovule est généralement considérée comme constante dans une espèce donnée et même dans des groupes entiers. M. F. Muller (1) a trouvé des ovaires et des fruits de *Hohenbergia* qui à côté des ovules normaux anatropes, pouvaient présenter des ovules orthotropes dans la proportion de 8,9 %. Les plus beaux fruits étaient ceux qui contenaient la plus forte proportion d'ovules orthotropes, mais par contre les ovules orthotropes fournissaient deux fois moins de bonnes graines que les anatropes.

M. Manabre Myoshi (2) s'est proposé de rechercher les facteurs qui déterminent la direction de croissance du tube pollinique et le conduit fatalement du stigmate vers l'orifice de l'ovule. Il a constaté d'abord expérimentalement que diverses parties du pistil exercent une véritable attraction sur le tube pollinique. Ayant placé un stigmate de Scille sur un cube de gélatine ou d'agar-agar et ayant répandu autour des grains de pollen, il a vu les tubes polliniques formés sur la gélatine ou l'agar s'orienter nettement vers le stigmate. En employant la même méthode il a constaté que la partie externe du style attire le tube pollinique avec une force qui va en croissant de bas en haut; une attraction analogue et d'intensité croissante s'observe de la partie interne de la base du style dans la cavité de l'ovaire, vers la surface de l'ovule et particulièrement vers le micropyle. Cette attraction ne s'exerce d'ailleurs pas seulement sur les tubes polliniques, elle peut s'exercer aussi sur des tubes germinatifs de spores ou sur des bactéries. Elle serait due surtout, d'après l'auteur, à certaines substances, des sucres sans doute, en dissolution dans les liquides exsudés par les diverses parties du pistil et par l'ovule. Les tubes polliniques d'une espèce donnée peuvent être attirés

(1) Fritz Muller : *Geradläufige Samenanlagen bei Hohenbergia* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, p. 76-79, 1 pl. 1893).

(2) Manabre Myoshi : *Ueber Reizbewegungen der Pollenschläuche* (Flora, Bd. 78, p. 76-93, 1894).

par les exsudations pistillaires de plantes appartenant aux espèces, aux genres et même aux familles les plus variées.

Cette sensibilité chimique ou chimiotropisme, n'est d'ailleurs pas la seule que présentent les tubes polliniques. L'auteur a observé qu'ils sont doués d'hydrotropisme positif et en outre d'aérotropisme négatif: ils fuient l'air riche en oxygène.

La marche des tubes polliniques à travers le style est purement mécanique. Ils peuvent perforer des parois de cellulose.

On sait que chez les Gymnospermes le grain de pollen est cloisonné et se montre formé suivant les cas de 2 cellules dont 1 grande et 1 petite ou de 3 dont 1 grande et 2 petites ou de 4 dont 1 grande et 3 petites. D'après une opinion longtemps courante et inspirée surtout par les premiers travaux de M. Strasbürger, la petite cellule ou les petites cellules quand il y en a plusieurs devaient être considérées comme purement végétatives, la grande cellule formant seule le tube pollinique et seule aussi intervenant dans la fécondation. Dans un premier travail déjà analysé ici (1) M. Belajeff a montré que tout au moins dans le *Taxus baccata*, les choses se passaient autrement. Depuis la publication de ce travail M Belajeff a étendu ses recherches à d'autres Conifères appartenant soit anx Abiétinées (*Pinus Strobus, Picea vulgaris*) soit aux Cupressinées (*Juniperus communis*) et les faits qu'il a observés confirment ceux que lui avait déjà présentés le *Taxus baccata*.

Voici en résumé quels sont d'après cet auteur les phénomènes dont serait le siège le grain de pollen et le tube pollinique au moment de la fécondation.

Abiétinées. — Le grain de pollen comprend 3 petites cellules et une grande. La grande cellule forme le tube pollinique, son noyau se maintient à l'extrémité antérieure du tube ; il n'intervient pas dans la fécondation. Des 3 petites cellules, les deux postérieures sont aussi purement végétatives et finissent par disparaître. La cellule antérieure se divise d'abord en 2 cellules dont la postérieure se détruit en partie, son noyau seul persistant ; l'antérieure à la suite de cette destruction devient libre, elle subit alors une nouvelle bipartition et donne ainsi naissance à deux cellules qui se séparent l'une de l'autre. A ce stade le tube pollinique renferme dans sa cavité : à son extrémité antérieure le noyau de la grande cellule qui lui a donné naissance ; à son extrémité postérieure, 2 cellules végétatives fixées, 2 cellules génératrices libres et un noyau également libre. Les deux cellules génératrices et le noyau qui les accompagne se dirigent, le noyau étant en avant des cellules, vers l'extrémité antérieure du tube, où ils rejoignent le noyau de la grande cellule ; à ce moment-là, qui est celui où le tube pollinique

(1) Revue génér. de Botanique, t. IV, 1892, p. 232.
W. Belajeff : *Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen* (Ber. der deutsch. bot. Gesell. Bd. XI, p. 196-201, mit Tafel XII, 1893).

est arrivé au contact de l'oosphère, son extrémité antérieure renferme deux noyaux libres et deux petites cellules libres. Ce sont les deux petites cellules qui seules sont susceptibles de participer à la fécondation. Les deux noyaux libres qui les accompagnent se résorbent à la fin.

D'après l'auteur, les deux petites cellules végétatives postérieures correspondraient à un prothalle mâle de Cryptogames vasculaires. Les deux autres cellules, c'est-à-dire la petite antérieure et la grande correspondraient à une anthéridie; la grande, celle qui fournit le tube pollinique, formant la paroi de l'anthéridie et la petite cellule antérieure la cellule-mère du spermatogène.

Cupressinées. — Une première simplification apparaît. Il n'y a ici dans le grain de pollen qu'une petite cellule interne qui se comporte absolument comme la petite cellule antérieure des Abiétinées et donne naissance en définitive à deux cellules génératrices mobiles et à un noyau également mobile. Mais la deuxième bipartition de la cellule, celle qui aboutit à la formation de la deuxième cellule génératrice, ne se fait plus, comme chez Abiétinées, à l'extrémité postérieure du tube, elle est plus tardive et n'a lieu que lorsque la petite cellule libre et le noyau mobile sont parvenus à l'extrémité antérieure du tube pollinique. Les deux cellules génératrices du même tube pollinique peuvent féconder deux corpuscules voisins. Ici, le prothalle mâle se trouve en entier constitué par une anthéridie.

Taxinées. — Comme chez les Cupressinées, une seule petite cellule. Celle-ci, comme chez Taxinées, donne deux cellules, dont la postérieure se détruit en partie et dont l'antérieure, avec le noyau de la postérieure, se porte à l'extrémité inférieure du tube; lorsque celui-ci est arrivé au contact de l'oosphère la cellule génératrice ne se divise pas en deux cellules, mais divise simplement son noyau en deux, dont un petit et aplati et l'autre gros et arrondi; c'est ce dernier seul qui pénètre dans l'oosphère et en assure la fécondation. Ici, comme chez les Cupressinées, le prothalle mâle est réduit à l'anthéridie, mais ne présente plus qu'une seule cellule génératrice. On voit donc que les phénomènes dont le grain de pollen et le tube pollinique sont le siège pendant la fécondation présentent une simplification croissante depuis les Abiétinées jusqu'aux Taxinées.

M. Belajeff n'a pu observer l'acte de la fécondation que chez les Cupressinées et les Taxinées.

M. Strasbürger (1) renonçant à sa première interprétation, après avoir vérifié les faits signalés par M. Belajeff, confirme les assertions de cet auteur en ce qui concerne le *Taxus* et d'autre part les Abiétinées et les Cupressinées.

(1) E. Strasbürger : *Ueber das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen*, Iena, 1892.

Il existe relativement à l'origine des anthérozoïdes deux opinions principales : d'après MM. Schmitz, Zacharias, Leclerc du Sablon, Belajeff, le corps du spermatozoïde serait formé à la fois par le noyau et le plasma; d'après MM. Goebel, Campbell, Strasbürger, Guignard, il serait formé uniquement par le noyau.

Les divers auteurs s'accordent à admettre que les cils sont d'origne plasmique.

M. Schottlander (1) se rattache à la dernière école.

M. Campbell (2) ayant étudié la formation des spermatozoïdes dans le prothalle de l'*Osmunda Claytoniana* et de l'*O. cinnamomea* confirme ses recherches antérieures. Il admet cependant que le corps du spermatozoïde est recouvert d'une mince membrane plasmique. Il n'en avait pas parlé dans ses précédentes publications.

M. W. Belajeff (3) a étudié la formation des spermatozoïdes dans les Characées. Outre les réactifs colorants, il a fait agir sur les spermatozoïdes à divers stades de leur développement divers dissolvants du protoplasma et du noyau (Solution de chlorure de sodium à 10 %, acide chlorhydrique à 0,5 %, pepsine acide). Les deux méthodes lui ont fourni des résultats concordants. La partie moyenne du spermatozoïde est seule d'origine nucléaire (2 tours 1/2 de spire chez le *Chara*, 1 tour 1/2 chez le *Nitella*), les parties antérieure et postérieure (1/2 tour de spire) sont d'origine plasmique; il en est de même des cils, qui sont fixés à une faible distance de l'extrémité antérieure des anthérozoïdes.

M. Belajeff constate que les figures de M. Schottländer révèlent des déformations qui donnent des doutes sur la valeur de ses méthodes d'étude. Il fait en outre remarquer que la constitution purement nucléaire des anthérozoïdes est d'ailleurs peu en rapport avec les idées actuelles sur la fécondation et en particulier sur le rôle des sphères directrices. Ici, le noyau seul de la cellule mâle irait se fusionner avec le noyau et le protoplasma de la cellule femelle. Où seraient les sphères directrices et que deviendrait leur rôle dans la fécondation.

M. Strasbürger (4), renonçant à ses opinions antérieures, ne peut que confirmer les observations de M. Belajeff. Il admet maintenant la structure partie plasmatique, partie nucléaire des anthérozoïdes, non seulement chez les Characées, mais encore chez les Fougères, les Équisétacées, les Marsilia et les Mousses.

(1) P. Schottlander : *Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen bei Kryptogamen* (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. VI, p. 274-304, 1872.).

(2) D. Campbell : *On the prothallium and embryo of Osmunda Claytoniana and O. cinnamomea* (Annals of Botany, Vol. 6, p. 49-94, 4 pl., 1892).

(3) W. Belajeff : *Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoiden der Pflanzen* (Flora, 1894, Ergänzungsband, p. 1-48, mit Tafel I.)

(4) E. Strasbürger : *Schwärnsporen, Ganetan, pfanzliche Spermatozoïden und das Wesen der Befruchtung* (Histologische Beiträge, Iena, 1892).

M. Guignard a montré que la fécondation ne consiste pas seulement dans la fusion de deux noyaux, mais encore dans la fusion de deux protoplasmas représentés essentiellement par les sphères directrices des deux noyaux générateurs. En ce qui concerne la marche du noyau mâle et les diverses circonstances de sa fusion avec le noyau femelle, M. GUIGNARD pense que les données fournies par M. Strasbürger doivent, tout en conservant leur valeur générale, recevoir quelques modifications. Voici comment, d'après M. Guignard (1), il faut comprendre les diverses phases de la fécondation.

Le noyau végétatif qui précède d'ordinaire les deux noyaux générateurs mâles a disparu lorsque le tube pollinique est arrivé au contact du nucelle. Le tube continue son chemin en s'insinuant entre les cellules épidermiques du nucelle superposé au sac embryonnaire. Arrivé au sommet du sac embryonnaire, il renfle son extrémité en massue ou en ampoule et refoulant devant lui la membrane du sac pénètre dans sa cavité. Les parties des deux membranes du tube pollinique et du sac embryonnaire qui sont en contact ne peuvent bientôt plus se distinguer l'un de l'autre; cette membrane commune qui résulte de la fusion se gonfle et se ramollit beaucoup.

La pénétration du tube pollinique a souvent lieu à côté des synergides ou entre elles, mais elle peut se faire aussi à travers l'une des synergides. Quoi qu'il en soit le tube envoie dans l'oosphère sans temps d'arrêt, à travers la membrane commune ramollie, celui des deux noyaux générateurs qui doit opérer la fécondation et qu'on peut désigner pour le distinguer de son congénère sous le nom de *noyau mâle*. Ce noyau est accompagné de ses deux sphères directrices et d'un peu de protoplasma paraissant appartenir à la cellule génératrice mâle et qui, s'il ne joue pas un rôle essentiel dans la fécondation, sert tout au moins de substratum au noyau et aux sphères. La copulation des deux éléments générateurs commence par la fusion des deux sphères directrices qui précèdent le noyau mâle avec celles qui surmontent le noyau de l'oosphère. Les deux couples qui en résultent s'écartent l'un de l'autre pour laisser passer les noyaux mâle et femelle qui vont dès lors s'accoler.

Au moment où il arrive dans l'oosphère, le noyau mâle est plus petit que le noyau femelle ; tandis que ce dernier possède plusieurs nucléoles d'une charpente chromatique délicate, le noyau mâle n'offre pas de différenciation. Dès qu'il est arrivé dans l'oosphère et au contact du noyau femelle, il augmente de volume et prend une structure analogue à celle de ce dernier. Ces changements de taille et de structure nécessiteraient plusieurs jours. Bientôt les membranes nucléaires disparaissent et les sucs nucléaires se fusionnent ; mais aucune fusion ne

(1) L. Guignard : *Nouvelles études sur la fécondation* (Annales des Sciences naturelles, 7e série, T. 14, p. 163-296, pl. IX-XVIII, 1891).

se produit entre les éléments chromatiques figurés. Dans le noyau commun on peut quelquefois distinguer les deux amas chromatiques mâle et femelle. A partir de ce stade les éléments chromatiques du noyau de l'œuf s'apprêtent à former une plaque nucléaire en même temps qu'apparaît un fuseau achromatique dirigé parallèlement au grand axe de l'œuf. On voit donc que si la fusion ne porte pas sur les segments chromatiques, ceux-ci n'en concourent pas moins ensemble comme dans un noyau unique à former la première figure de division de l'œuf. Cette observation de l'individualité des chromosomes a pour résultat de doubler le nombre des segments chromatiques dans le premier noyau de segmentation comparé aux noyaux sexuels. On sait que chez ces derniers le nombre des chromosomes est deux fois moindre que dans les noyaux des cellules végétatives.

Le second noyau générateur qui suit ordinairement de très près le premier dans l'oosphère peut augmenter de volume et se différencier comme lui. On n'a d'ailleurs aucune raison de croire que ces deux noyaux ne sont pas équivalents, et l'on conçoit qu'ils puissent l'un et l'autre remplir le même rôle. Le noyau générateur non utilisé disparaît bientôt ainsi que ceux des synergides.

Les deux noyaux polaires qui s'unissent pour former le noyau secondaire du sac fusionnent d'abord leurs sphères directrices deux à deux et la fusion des deux noyaux eux-mêmes rappelle celle des noyaux sexuels en ce sens qu'ils restent longtemps distincts côte à côte, parfois même jusqu'au moment où la première phase de la division se manifeste.

En général l'union des noyaux polaires précède de très peu l'entrée du noyau mâle dans l'oosphère, et la première division du noyau secondaire commence dès que le noyau mâle pénètre dans l'oosphère.

(A suivre).

A. PRUNET.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES MUSCINÉES

DEPUIS LE 1er JANVIER 1889 JUSQU'AU 1er JANVIER 1895 (*Suite*)

3° Hépatiques.

Je rendrai compte d'abord des ouvrages généraux sur les Hépatiques, puis des notes plus spéciales ayant trait à des genres ou à des espèces pris à part.

M. Howe Marshall (1) s'est occupé surtout de recherches historiques sur les Hépatiques. Lindberg avait écrit, en suédois, l'histoire de ce groupe depuis Linné. M. Marshall est remonté beaucoup plus haut. C'est dans Aristote et Théophraste que, selon lui, l'on trouve la première mention d'une plante de ce groupe, sous le nom de Λείχην, terme désignant sans doute à la fois une Marchantiacée et un Lichen.

Pline donne de ces *Lichens* une description qui peut se rapporter aussi au *Marchantia polymorpha*. L'auteur passe ensuite en revue les données fournies par O. Brunfels, L. Fuchsius, Bock, Lobel, Tabernœmontanus et John Gérard.

M. Underwood (2) a commencé un *Index Hepaticarum*. L'auteur a relevé d'abord les travaux parus sur ces plantes au nombre de 1016, qu'il répartit par ordre alphabétique des noms d'auteurs, avec la date de la naissance et de la mort de ceux-ci quand ces dates sont connues. Les publications des auteurs sont données par ordre chronologique, et pour beaucoup d'entre elles il y a quelques mots d'analyse. Vient ensuite une énumération de toutes les Hépatiques qui ont été décrites, ainsi que leur ordre systématique et un aperçu sur leur distribution géographique.

M. Evans (3) a essayé de classer les genres d'Hépatiques, voici en abrégé la classification de 117 genres connus :

I. Famille de Jungermanniacées : Tribus des Frullaniées, des Ptili-

(1) Howe Marshall : *Chapters in early history of Hepaticology*, I et II. Erythæa, 1894, p. 130 et 143.

(2) L. M. Underwood : *Index Hepaticarum*, Part. I. *Bibliography* (Mem. of the Torrey bot. Club, 1893, p. 1-91). — Voir aussi : *Recent works on systematik Hepaticology* (Bot. Gazette, 1872).

(3) A. W. Evans : *An arrangement of the genera of Hepaticæ* (Trans. of the Connecticut Academy, 1872).

diées, des Lépidoziées, des Saccogynées, des Jungermanniées, des Cœlocaulées, des Acrobolbées, des Fossombroniées, des Monocléées, des Metzgériées et des Aneurées.

II. Famille des Anthocérotées.

III. Famille des Marchantiacées : Tribus des Marchantiées et des Lunulariées.

IV. Famille des Ricciacées : Tribus des Ricciées et des Sphærocarpées.

Mais à côté de ces ouvrages, il s'est produit une assez vive controverse dans les dernières années à propos de la nomenclature hépaticologique. M. Le Jolis (1) a fait l'histoire du « *Natural arrangement of British plants* » et a montré comment cet ouvrage avait été oublié pendant un demi-siècle. M. Le Jolis démontre que le véritable auteur de cet ouvrage est Samuel Fréderick Gray et non Bennett et J. E. Gray. D'ailleurs la perte de ce livre importerait peu à la nomenclature, car d'après la loi de priorité tous les genres créés dans cet ouvrage doivent sans exceptions rentrer dans l'oubli.

Cependant M. Arnell (2) prend la défense de Gray contre M. Le Jolis, et principalement à propos des genres *Bazzania*, *Marchesinus*, etc.

M. Le Jolis (3) montre ensuite que le nom de Genre *Porella* est attribué à tort aux Hépatiques. Ce nom est dû à une erreur de Dillenius qui le créa, et Lindberg a eu le tort de faire renaître un terme condamné pour l'appliquer au genre *Madotheca*. La loi de priorité est bonne à suivre parfois, mais pas toujours.

M. Arnell (4) démontre, lui, que le *Madotheca lævigata* Dum. est le *Porella lævigata* de Lindberg.

M. Le Jolis (5) publie encore un ouvrage tout de détail sur la nomenclature hépaticologique où il essaie de montrer quels sont les meilleurs noms à appliquer aux genres de ces végétaux.

M. Stephani (6) répond à M. Le Jolis et expose les raisons pour lesquelles il a conservé malgré son avis les noms de *Alicularia*, *Mastygophora* et *Ptilidium*.

Mais M. Le Jolis (7) répond à M. Stephani que les noms de *Mesophylla*, *Sendtnera* et *Blepharozia* doivent être substitués respectivement aux trois noms admis précédemment et il en donne les raisons.

Je me contenterai de déplorer ici, comme je l'ai fait précédemment, ces querelles de mots qui n'aboutissent à aucun but pratique.

(1) Le Jolis : *Les Genres d'Hépatiques de S. F. Gray* (Mém. de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg, 1892).

(2) H. W. Arnell : *S. Gray's lefvermoss slägten.* (Botan. not., 1893).

(3) Le Jolis : *Du nom de genre* Porella (Revue bryol., 1892, p. 97).

(4) H. W. Arnell : *On slaknammet* Porella Dill. (Bot. not. 893, p. 127).

(5) Le Jolis : *Remarques sur la nomenclature hépaticologique.* (Mém. de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg, 1893).

(6) Stephani : *Sur la nomenclature des Hépatiques.* (Revue bryol. 1894, p. 49).

(7) Le Jolis : *La nomenclature des Hépatiques.* (Revue bryol., 1894, p. 655).

Je passerai maintenant à l'examen de notes qui traitent plus directement des Hépatiques elles-mêmes.

M. Philibert (1) a étudié la fructification encore inconnue et nouvellement découverte en Norwège par MM. Kaurin et Ryan, du *Marsupella revoluta*. Par son fruit cette espèce tient le milieu entre les *Sarcocyphus* et les *Gymnomitrium* qu'il faudrait peut-être réunir en un seul genre, le *G. Marsupella*.

M. Ryan (2) donne la description détaillée d'une nouvelle espèce de *Scapania* qu'il a découverte avec M. Kaurin, à Dovre-Fjeld, en Norwège, le *S. Kaurini*, qui se distingue par son inflorescence de tous les *Scapania* européens. Une autre espèce, le *S. crassiretis*, également norwégienne, est décrite par M. Bryhn (3).

M. Stephani (4) rappelle la description du *Dichiton perpusillum*, espèce intéressante et peu connue d'Algérie, que M. Bescherelle lui a communiquée; il la rapproche des *Jungermannia* au moins autant qu'on en peut juger par les organes connus. Son double périanthe l'éloigne de toutes les Hépatiques d'Europe et la rapproche de quelques *Frullania* exotiques.

M. Pearson (5) a élevé le *Frullania tamarisci* var. *microphylla* au rang d'espèce sous le nom de *F. microphylla*.

M. Stephani (6) a fait une revision des *Lejeunea* de l'herbier de Lindenberg conservé à Vienne et qui, avec celui de Gottsche, est la base des espèces décrites dans le *Synopsis*. L'auteur énumère les diverses espèces constituant les *Bryopteris*, *Thysananthus*, *Ptychanthus*, *Phragmicoma*, *Omphalanthus* et *Lejeunea*, en redéterminant beaucoup d'espèces d'après les idées nouvelles. Le travail est suivi d'une liste complète des espèces contenues dans l'herbier.

M. Schiffner (7) a fait le même travail pour les espèces du même genre du Musée de Berlin (7).

Le même auteur (7) étudie aussi le *Metzgeriopsis pusilla*, découvert à Java, par M. Gœbel, et complète la description donnée par ce Bryologue. Quant à la place systématique de cette espèce, M. Schiffner pense qu'elle doit être dans le genre *Lejeunea* où elle formerait à elle seule un nouveau sous-genre : *Thallo-Lejeunea*.

(1) H Philibert : *Sur la fructification du* Marsupella revoluta Dum. (Revue bryol., 1890, p. 33).

(2) E. Ryan : Scapania Kaurini n. sp. (Botaniska notiser, 1889, p. 210).

(3) N. Bryn : Scapania crassiretis sp. n. (Revue bryol. 1892, p. 7).

(4) F. Stephani : Dichiton perpusillum Mont. (Revue bryol., 1889, p. 49).

(5) W H. Pearson : Frullania microphylla (The Journal of Botany, 1894, p. 328).

(6) F. Stephani : *Die Gattung* Lejeunea *im Herbarium Lindenberg*. (Hedwigia, 1890, p. 1).

(7) V. Schiffner : *Revision der Gattungen* Bryopteris, Thysananthus, Ptychanthus, etc., *der Berliner Museum*. (Hedwigia, 1894). — *Morphologie und systematische Stellung von* Metzgeriopsis pusilla (Œsterr. bot. Zeitsschrift, 1893, pp. 118, 153 et 205).

M. R. Spruce (1) dit que le *Lejeunea Rossettiana* est une bonne espèce et qu'elle présente beaucoup de rapports avec le *L. venusta* de Java et le *L. erigens* du Nord du Brésil ; il explique comment la portion styliforme de la feuille du *L. calcarea* doit être considérée comme une stipule.

M. Pearson (2) donne une description détaillée, accompagnée d'une planche, du même *L. Rossettiana*, et montre que cette espèce a déjà été décrite par Taylor sous le nom de *L. hamatifolia* var. *echinata*, et qu'elle est déjà figurée dans le *British Jungermanniæ* de Hooker.

M. Corbière (3) a extrait de ses Muscinées de la Manche un article accompagné d'une planche représentant les spores des *Fossombronia* de ce département. L'auteur décrit une nouvelle espèce, le *F. Husnoti*.

M. Trabut (4) a fait une revision du genre *Riella* et donné un tableau des sept espèces connues de ce genre. Le tableau est reproduit dans la Revue bryologique.

M. F. Camus (5) a surtout étudié le genre *Riccia*. Il montre que le *R. nigrella* découvert d'abord aux environs de Montpellier et décrit par De Candolle n'est pas aussi rare qu'on le pensait, car il l'a retrouvé lui-même, soit sur le terrain, soit dans différents herbiers, où il était confondu avec des espèces voisines, surtout avec le *R. bifurca*, plus rarement avec le *R. minima*. Comment expliquer cette confusion ? C'est surtout parce que les caractères du *R. nigrella* sont sujets à disparaître dans les exemplaires âgés ou conservés en herbier. M. Camus montre ensuite que le *R. bifurca* Hoffm, établi sur une mauvaise description, est destiné à disparaître de la nomenclature faute de pouvoir appliquer la diagnose à une espèce spéciale. Quant au *R. minima*, la synonymie la plus rapprochée est *R. sorocarpa* Bisch.

III. Ouvrages de morphologie générale

1° *Morphologie comparée.* — M. Bower (6) a réuni, dans un article intéressant sur la théorie du strobile dans les plantes à archégones, les idées qu'il a émises en différentes occasions à ce sujet. D'après cet auteur, d'une comparaison attentive des Confervoidées et des Bryophytes les plus simples en organisation, il résulte que le premier et principal rôle du sporophyte est la production des spores. Les tissus producteurs de ces dernières doivent être considérés comme les plus

(1) R. Spruce: Lejeunea Rossettiana Massal. (Th. Journal of Botany, 1889, p. 337).

(2) W. H. Pearson: *A new British Hepatic.* (The Journal of Botany, 1883, p. 353).

(3) L. Corbière: *Les* Fossombronia *du département de la Manche.* (Revue bryologique 1890, p. 1).

(4) Dr L. Trabut : *Revision des espèces du genre* Riella *et description d'une espèce nouvelle.* (Revue générale de Botanique, 1891, p. 449. — *Le genre* Riella (Revue bryologique, 1892, p. 44).

(5) F. Camus : *Sur le* Ricia nigrella. (Bull. de la Soc. bot. de Fr. 1892, p. 212).

(6) F. O. Bower: *A theory of the Strobilus in archegoniated Plants.* (Annals of Botany, 1894, p, 343).

anciens dans l'histoire évolutive du groupe ; les tissus végétatifs qui les accompagnent sont plus récents. Dans le développement et le perfectionnement des types de la série il y a deux facteurs principaux de progrès. Le premier est la multiplication du nombre des appareils sporigènes. Il est probable, en effet, que les Archégoniates sont dérivées d'organismes aquatiques, d'Algues, par exemple, chez lesquelles l'œuf germait directement ou après quelques divisions, pour former de nouvelles plantes sexuées, et les éléments sexuels se rencontraient dans un milieu aquatique qui servait en même temps de véhicule à ces mêmes éléments. Mais les Archégoniates, plantes terrestres pour la plupart, ont besoin aussi d'un milieu aquatique pour le transport de leurs anthérozoïdes, et la fécondation n'est dès lors possible qu'à certains moments et en présence de l'eau. Cette condition d'humidité peut ne se présenter que rarement. La plante remédie à cet inconvénient par la production d'un grand nombre de spores issues d'un seul œuf. On voit, en remontant la série des Archégoniates, le nombre des spores augmenter considérablement, depuis les *Riccia* qui n'en ont que très peu, jusqu'aux Fougères et aux Lycopodes, où ces organes sont innombrables. Il est vrai que dans certaines Cryptogames vasculaires qui sont hétérosporées, le nombre des spores femelles tend à se réduire, mais la présence d'innombrables spores mâles rend la fécondation plus certaine et obvie en partie à cet inconvénient.

Le second facteur de progrès chez les Archégoniates se montre dans la stérilisation d'une portion du tissu sporigène qui est souvent employée à la nutrition des spores après leur formation : c'est un tissu nourricier, formé de cellules isolées ou de couches de cellules. On en voit des exemples chez les *Riccia*, où il y a une assise périphérique de cellules nourritures, pouvant jusqu'à un certain point se comparer au pseudo-péridium des Urédinées. Il y a deux modes de stérilisation des tissus centraux : ainsi, dans les Hépatiques et les Mousses, le pied stérile des *Marchantia*, des *Anthoceros* et de Jungermanniacées se rattachent à un premier mode. Au second mode se rapportent les cellules isolées telles que les élatères de certaines Hépatiques *(Marchantia)* et même la columelle des Anthocérotées. Cette stérilisation des tissus peut amener la formation de véritables cloisons dans plusieurs cas.

Le reste de la théorie s'applique plus spécialement aux Cryptogames vasculaires ; aussi la passerai-je sous silence.

2° *Histologie*. — Pour ce qui est de l'étude des tissus des Muscinées en général, M. Amann (1) nous fait part d'un nouveau procédé ; il étudie les parois cellulosiques à la lumière polarisée. Il obtient ainsi des colorations diverses qui caractériseraient certaines espèces et permettraient de les distinguer de leurs voisines. L'auteur espère « qu'un jour viendra où ces caractères optiques figureront dans la diagnose

(1) J. Amann : of. Revue bryologique, 1891, p. 17.

de chaque espèce au même titre que les caractères morphologiques et anatomiques qui servent, à l'heure qu'il est, de base à nos classifications. » Puissent les espérances de M. Amann se réaliser ! toutefois l'auteur ne nous dit pas si ces caractères sont constants dans les individus d'une même espèce, développés dans des conditions différentes; ce serait une question à résoudre avant toute autre étude.

3° *Anatomie de la tige.* — S'en tenant aux anciennes méthodes employées d'ailleurs dans l'étude des Phanérogames, plusieurs anatomistes ont essayé d'étudier la structure des Mousses dont les grands traits avaient déjà été esquissés par Schimper, MM. Lorentz, Hy et Haberlandt.

M. Bastit (1) a examiné dans un bon nombre d'espèces différentes l'axe principal des Mousses et il est arrivé aux conclusions suivantes. Certaines espèces possèdent à la fois une tige aérienne et en rhizome, elles appartiennent au type du *Polytrichum juniperinum*. D'autres espèces, au contraire, sont dépourvues de rhizome ; leur tige aérienne appartient à un des trois types suivants :

1° Le type *Sphagnum* montre trois régions dans sa tige ; l'externe formée d'une ou de plusieurs rangées de cellules aquatiques, à parois minces ; la moyenne ou hypoderme formée de cellules fusiformes à parois épaissies et subérifiées ; enfin l'interne ou région médullaire, à cellules prismatiques carrées contenant de la chlorophylle. Ce type qui se rencontre chez les *Sphagnum*, les *Fontinalis* et aussi les *Leucobryum*, est éminemment aquatique. C'est un type d'adaptation, et, par conséquent, il peut s'acquérir ; on en voit un exemple dans le *Hypnum plumosum* lorsqu'il est flottant. Bien plus, on peut transformer, comme on le verra plus loin, une Mousse aérienne et terrestre en une Mousse aquatique.

2° Le deuxième type est celui du *Thuidium* qui montre une rangée de cellules épidermiques à parois épaisses qui paraissent se confondre avec l'hypoderme sous-jacent. A ce type se rattachent bon nombre de Mousses et, en général, les Hépatiques feuillées.

3° Le troisième type, celui des *Mnium*, offre une plus grande complication que les précédents. Il a de plus que le *Thuidium*, au milieu du tissu médullaire, un cylindre central formé de cellules allongées et aiguës, à ponctuations nombreuses. Tels sont différents *Hypnum*, *Dicranum*, *Bartramia*, etc.

Parmi les Mousses munies de rhizome, M. Bastit en a étudié quelques-unes en détail. La tige aérienne du *P. juniperinum* présente un quatrième type, faisant suite aux trois précédents, et plus compliqué encore. On y observe, de l'extérieur à l'intérieur : 1° un épiderme formé d'une seule assise de cellules à parois cutinisées et portant quelques

(1) E. Bastit : *Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses* (Revue gen. de Botanique, 1891).

poils à la base de la tige ; 2° un hypoderme ; 3° une écorce très développée qui peut épaissir les parois de ses cellules dans le bas de la tige ; 4° une zone péricyclique contenant en abondance dans ses assises les plus internes de la matière amylacée et dont l'assise la plus externe se colore avec des réactifs spéciaux ; 5° une moelle dont la portion externe est formée de cellules à parois minces et dont la portion interne au contraire a des parois très épaissies, colorées naturellement en brun. Tous les *Polytrichum* possèdent cette structure. Les caractères de la zone péricyclique vont en s'atténuant dans les *Pogonatum* et les *Atrichum* qui passent ainsi insensiblement aux *Mnium*.

La tige souterraine diffère par sa structure de la tige aérienne. Sur la coupe transversale, qui a la forme d'un triangle curviligne, on distingue 1° un épiderme continu produisant un feutrage de poils absorbants, 2° une écorce formée de trois secteurs, correspondant aux trois côtés du triangle, et interrompus au niveau des angles ; les cellules en sont petites et à parois minces, sauf dans l'assise la plus interne qui est formée de grandes cellules spéciales ; 3° un cylindre central dont les cellules à parois épaisses et lignifiées forment une masse compacte ; 4° un péricycle formant trois groupes ou secteurs sur la périphérie du cylindre central et situés en face des angles du rhizome. Ces secteurs péricycliques sont réunis par un tissu spécial traversant l'écorce, à trois secteurs hypodermiques localisés aux angles extérieurs du rhizome. Ces secteurs hypodermo-péricycliques ont des cellules à parois épaissies et de plus en plus différenciées à mesure que l'on s'approche de l'épiderme. On voit par là combien diffèrent la disposition des éléments dans les tiges souterraines et la tige aérienne. M. Hy (1) avait déjà signalé cette particularité ; mais on doit à M. Bastit (2) d'en avoir étudié tout le détail.

Voyons maintenant comment se fait le passage d'une structure à l'autre. L'épiderme perd peu à peu ses poils, qui se localisent sur la face externe de feuilles écailleuses, qui sont intimement appliquées sur l'axe et jouent le rôle d'épiderme. La portion de tissu, qui, à travers l'écorce, réunit le secteur péricyclique au secteur hypodermique disparaît à mesure que l'on s'élève sur la tige aérienne, et les trois secteurs de l'écorce se mettent alors en continuité sur un cercle parfait. Chaque secteur hypodermique s'aplatissant entre l'épiderme et l'écorce rejoint ses deux voisins et il se forme un anneau complet d'hypoderme. Les secteurs péricycliques font de même entre l'écorce et le cylindre central.

La tige n'est pas toujours simple chez les Mousses, elle est au contraire souvent ramifiée. M. Bastit, dans son travail, a recherché si la présence des rameaux amenait quelques modifications dans la structure de la tige. Les tiges dépourvues de cylindre central ne montrent pas de

(1) Hy : Bull. de la Soc. bot. de France, 1880, p. 106.
(2) E. Bastit : loc. cit. et aussi : *Comparaison entre le rhizome et la tige feuillée des Mousses*. (Ibid. 1889).

traces raméales. Au contraire les tiges pourvues d'un cylindre central ont des traces raméales, comme cela se passe chez les végétaux supérieurs.

M. Morin (1) bien que ne s'étant pas occupé spécialement de la tige des Mousses, cite quelques faits en passant qui ont parfois leur intérêt. M. Morin, par exemple, nie la présence chez les *Leucobryum* de l'assise épidermique à larges cellules citée et figurée par M. Bastit. Mais il ne figure pas lui-même la coupe de la tige de ces Mousses, ce qui eut été au moins utile pour remettre les faits au point. Toutefois il faudrait bien se garder d'accepter les affirmations de M. Morin sans plus ample examen. J'ai eu personnellement l'occasion de constater cette assise épidermique figurée par M. Bastit chez le *Leucobryum glaucum* développé même dans une localité sèche. D'ailleurs le *L. glaucum* n'est pas essentiellement « ami des lieux humides » ainsi que paraît le croire M. Morin, on le trouve souvent dans les endroits siliceux secs, et même sur des rochers exposés au soleil, comme j'ai pu l'observer à Fontainebleau.

Les Sphaignes paraissent avoir été moins étudiées que le reste des Muscinées au point de vue de l'anatomie et du développement. Il est vrai que leur structure se fait en même temps que leur description. Aussi faut-il rechercher bon nombre de détails dans les travaux purement descriptifs. Je citerai seulement une particularité anatomique observée par M. Gravet (2), c'est la présence de *fibres* (lisez : *épaississements de la paroi cellulaire*) assez difficiles à observer et qui ne sont pas constantes, dans le tissu central de certains échantillons de *Sphagnum cuspidatum* et de *S. recurvum*. L'auteur dit ignorer les conditions dans lesquelles ces particularités histologiques se produisent.

(1) F. Morin : *Anatomie comparée et expérimentale de la feuille des Muscinées Anatomie de la nervure appliquée à la classification*. Thèse, Rennes, 1893.

(2) F. Gravet : *Les fibres des cellules médullaires des* Sphagna cuspidata. (Revue bryol., 1890, p. 21).

(A suivre).

L. Géneau de Lamarlière.

Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



Fig. 1.

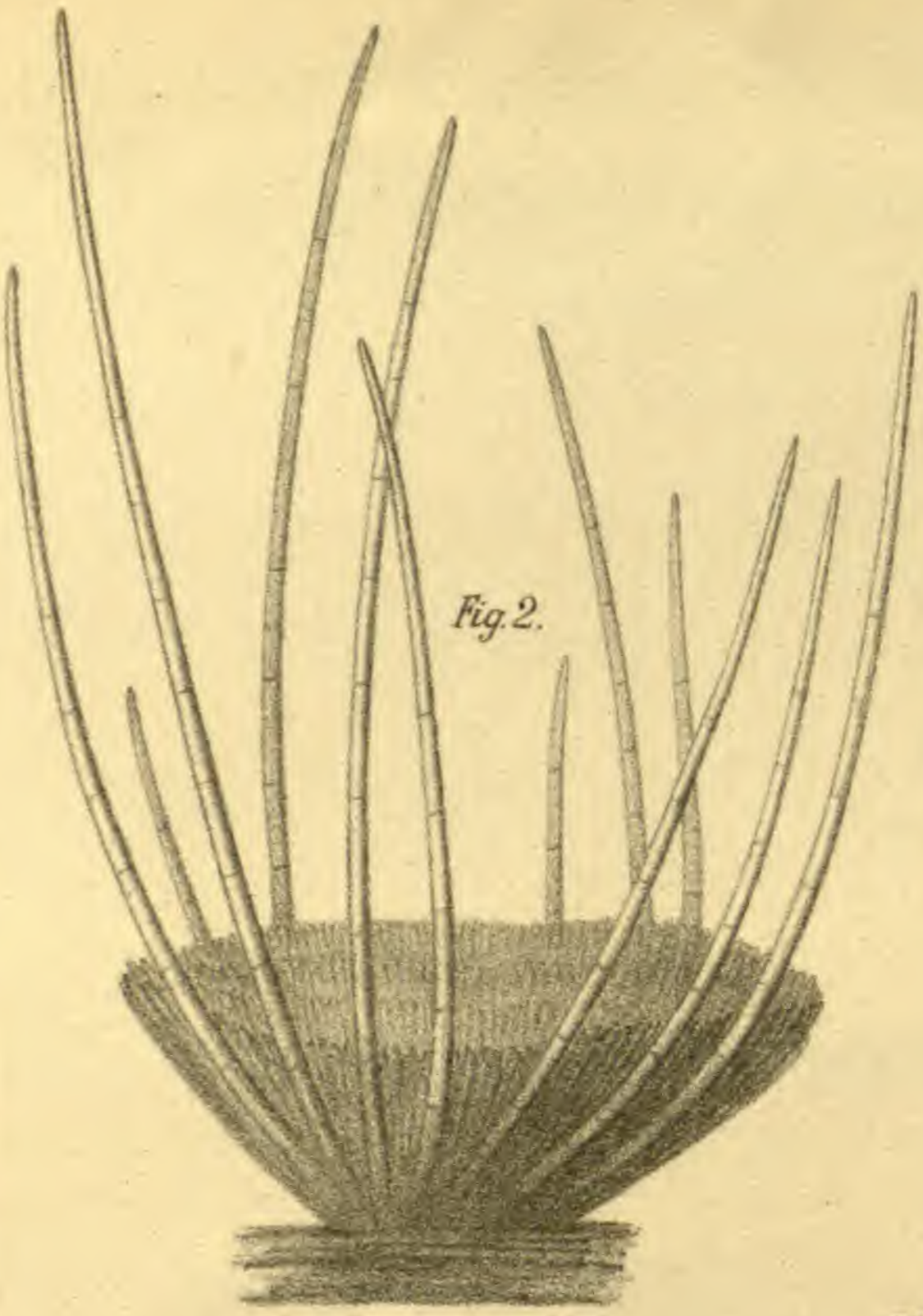


Fig. 2.



Fig. 11.

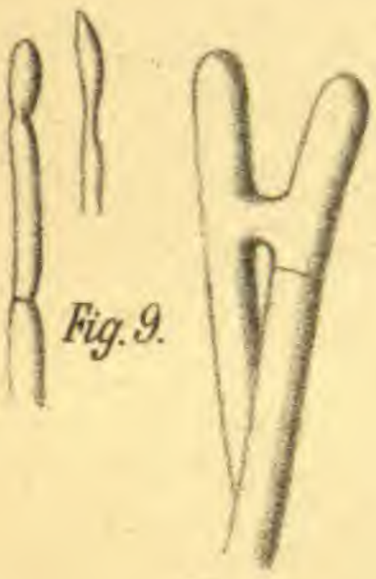
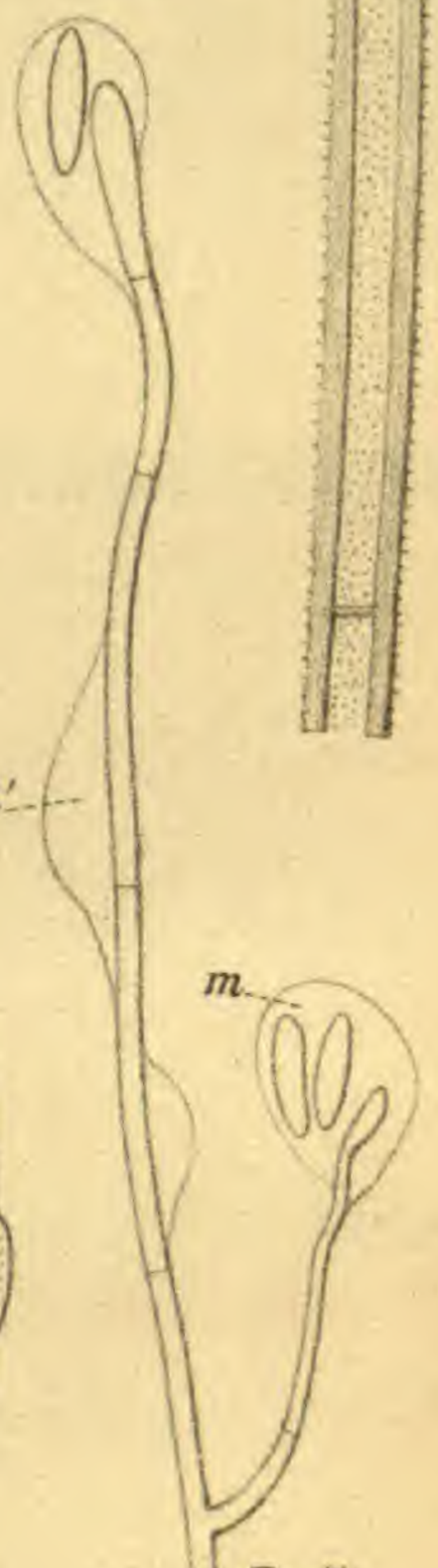


Fig. 9.

Fig. 8.



m'

m

Fig. 5.



Fig. 10.

b



Fig. 4.

a

c

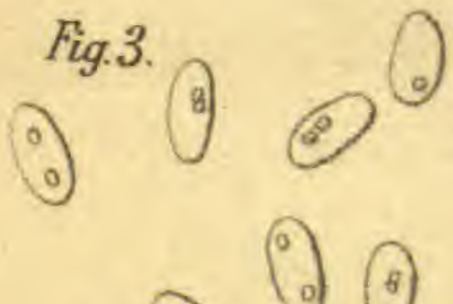


Fig. 3.



Fig. 7.

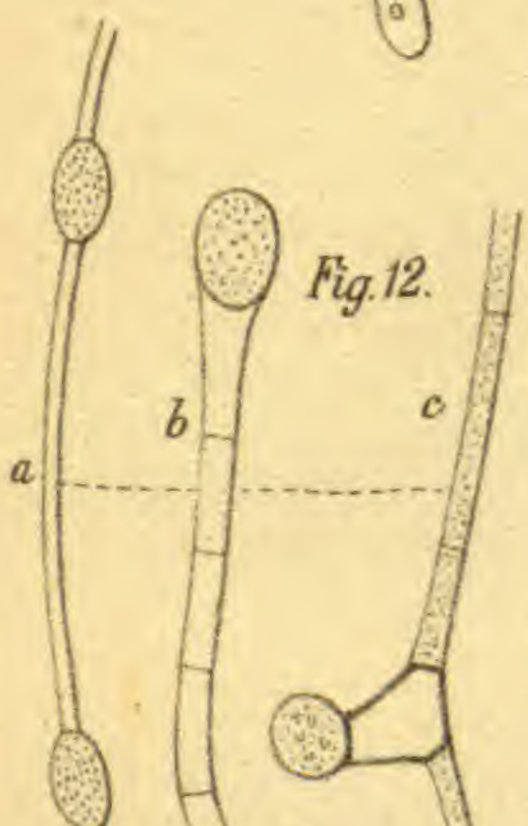


Fig. 12.

a

b

c

d

e



Fig. 6.

Ed. Boulanger del.

B. Herincq lith.

Volutella Scopula.

Imp^ies Lemercier, Paris.



Fig. 1

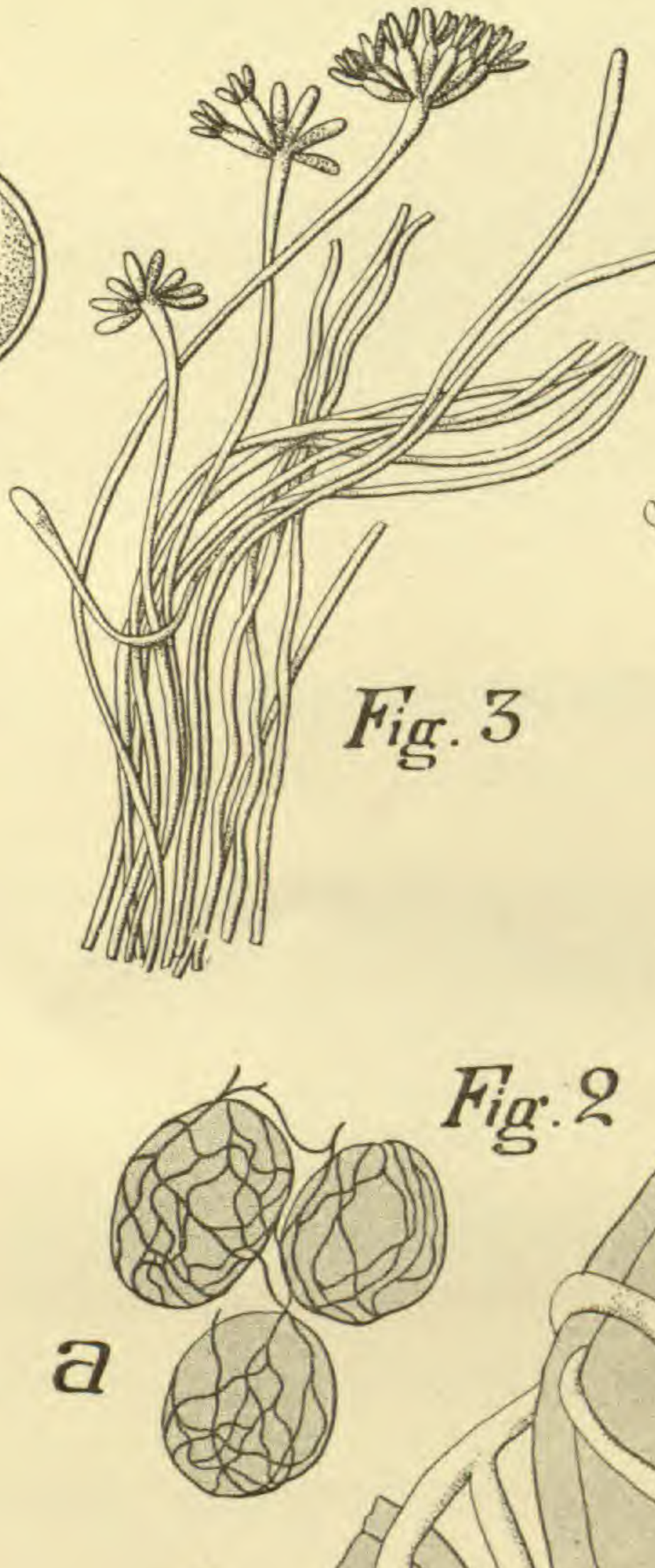


Fig. 3

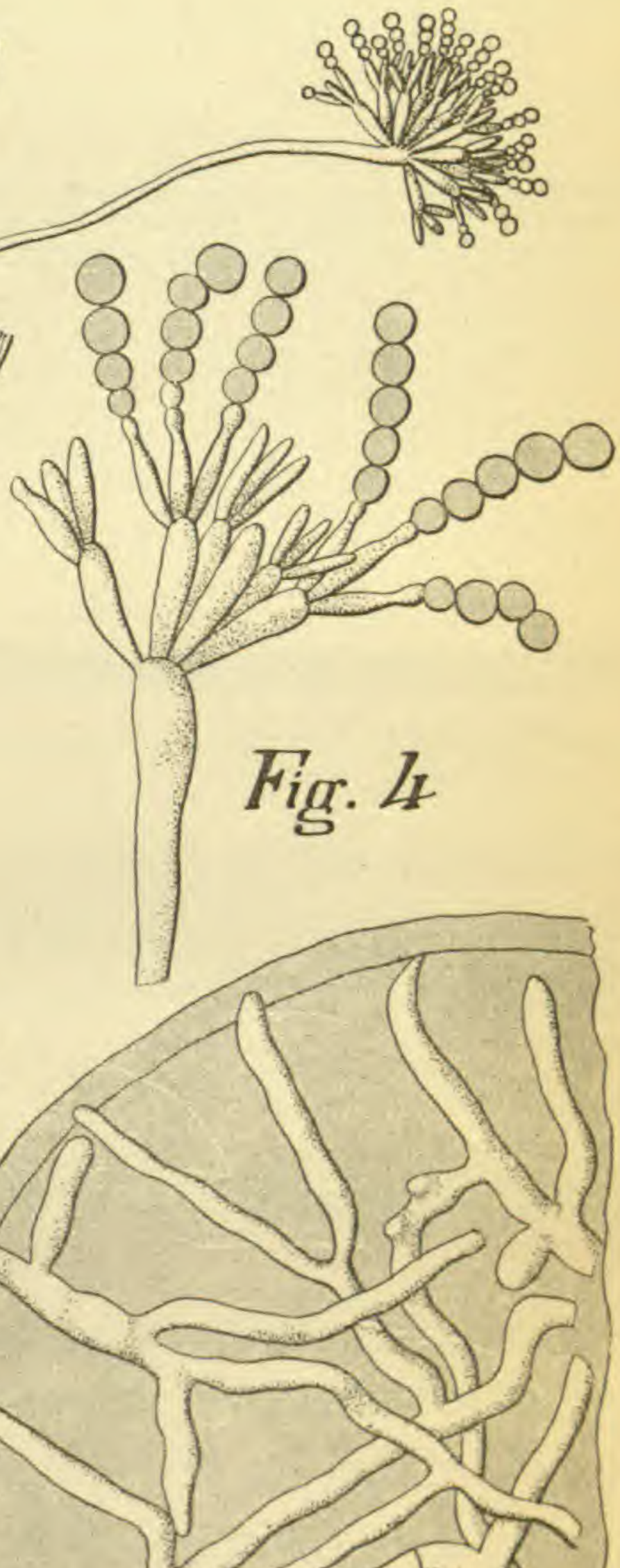


Fig. 4

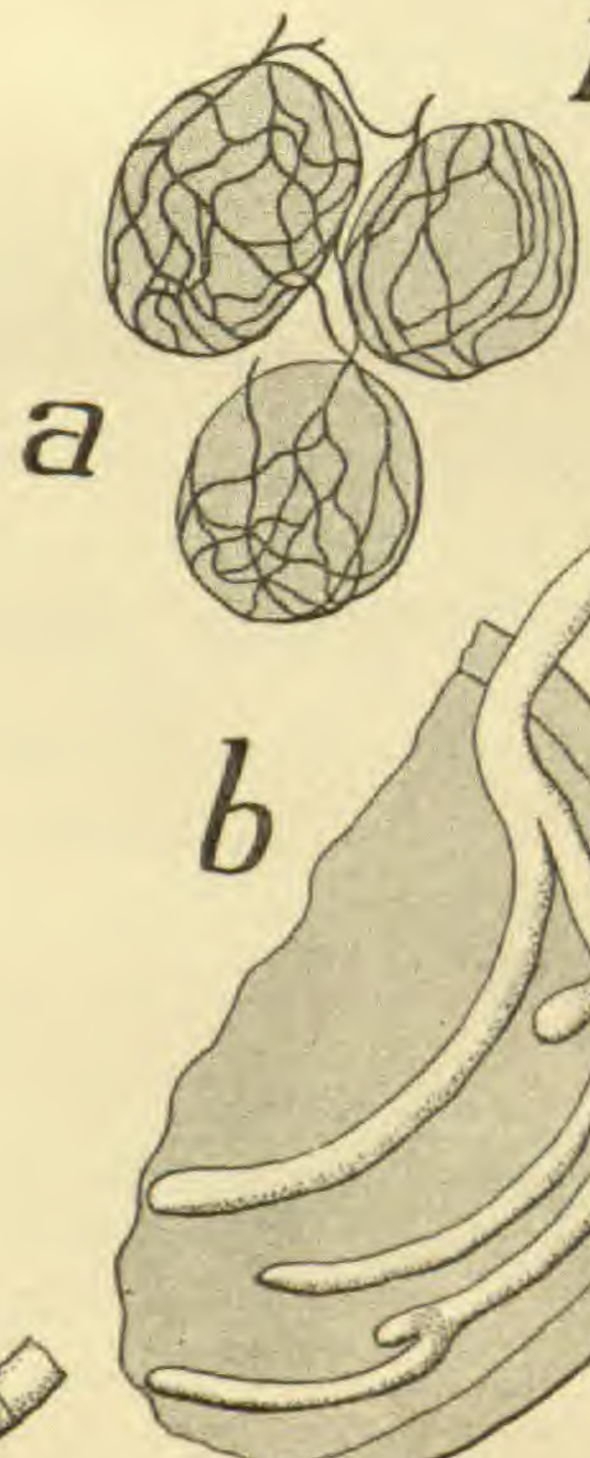


Fig. 2

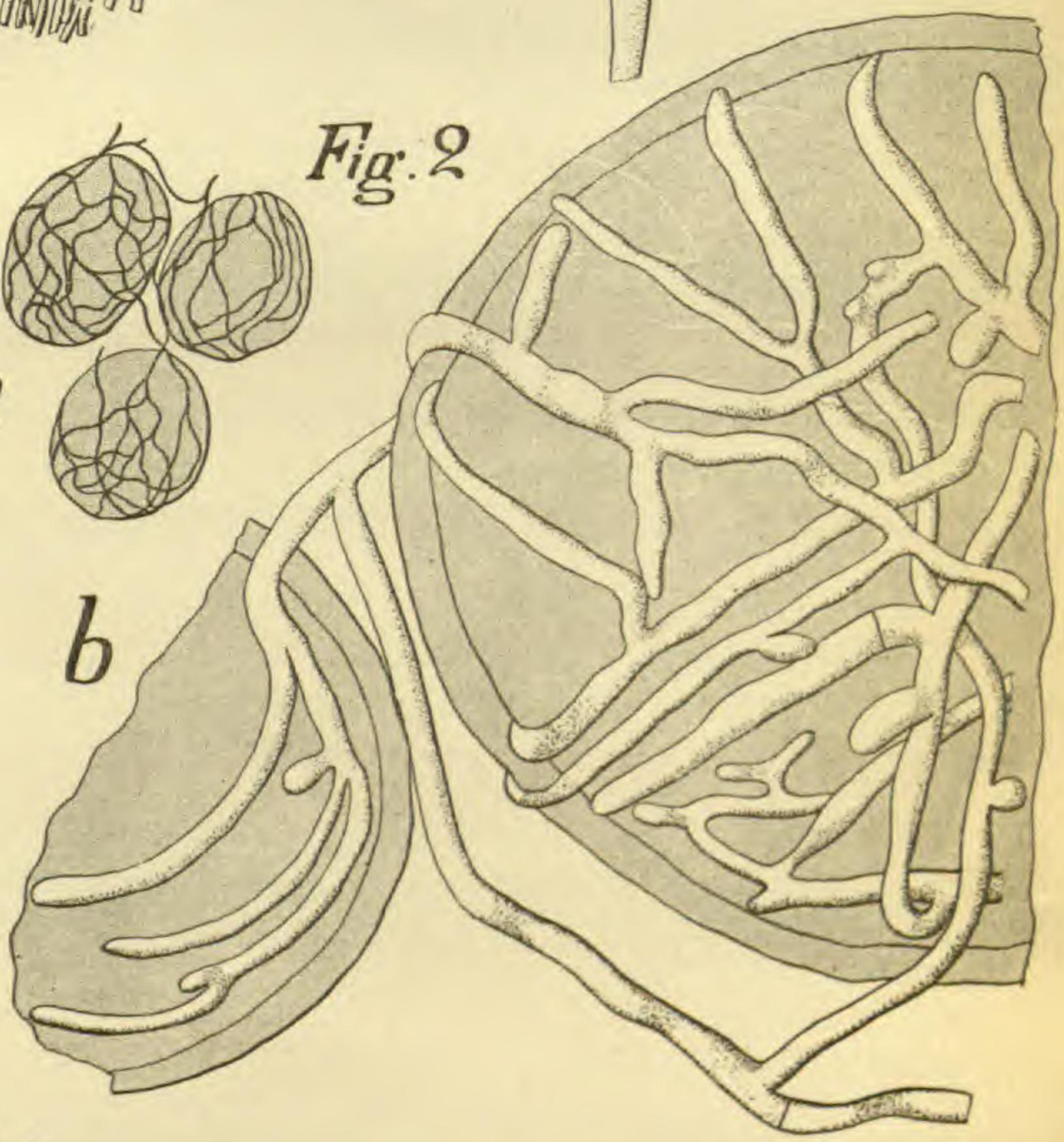
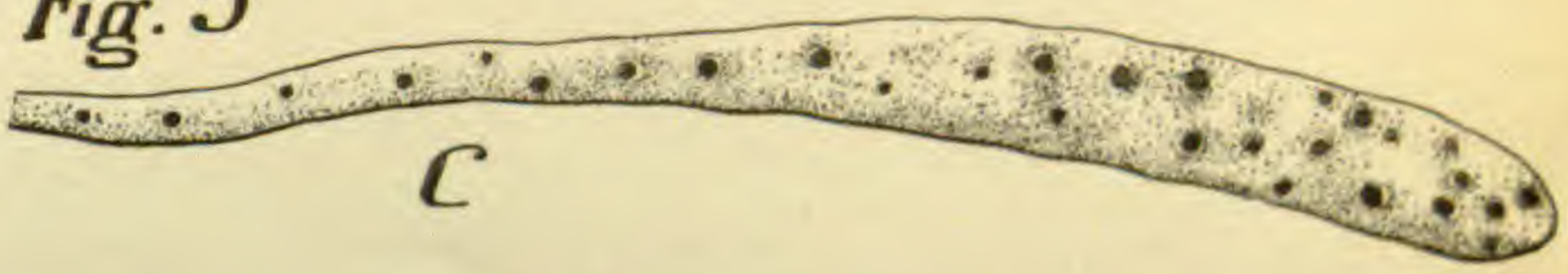




Fig. 5



J. Ray del. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Berlin sc.*

Sterigmatocystis alba.

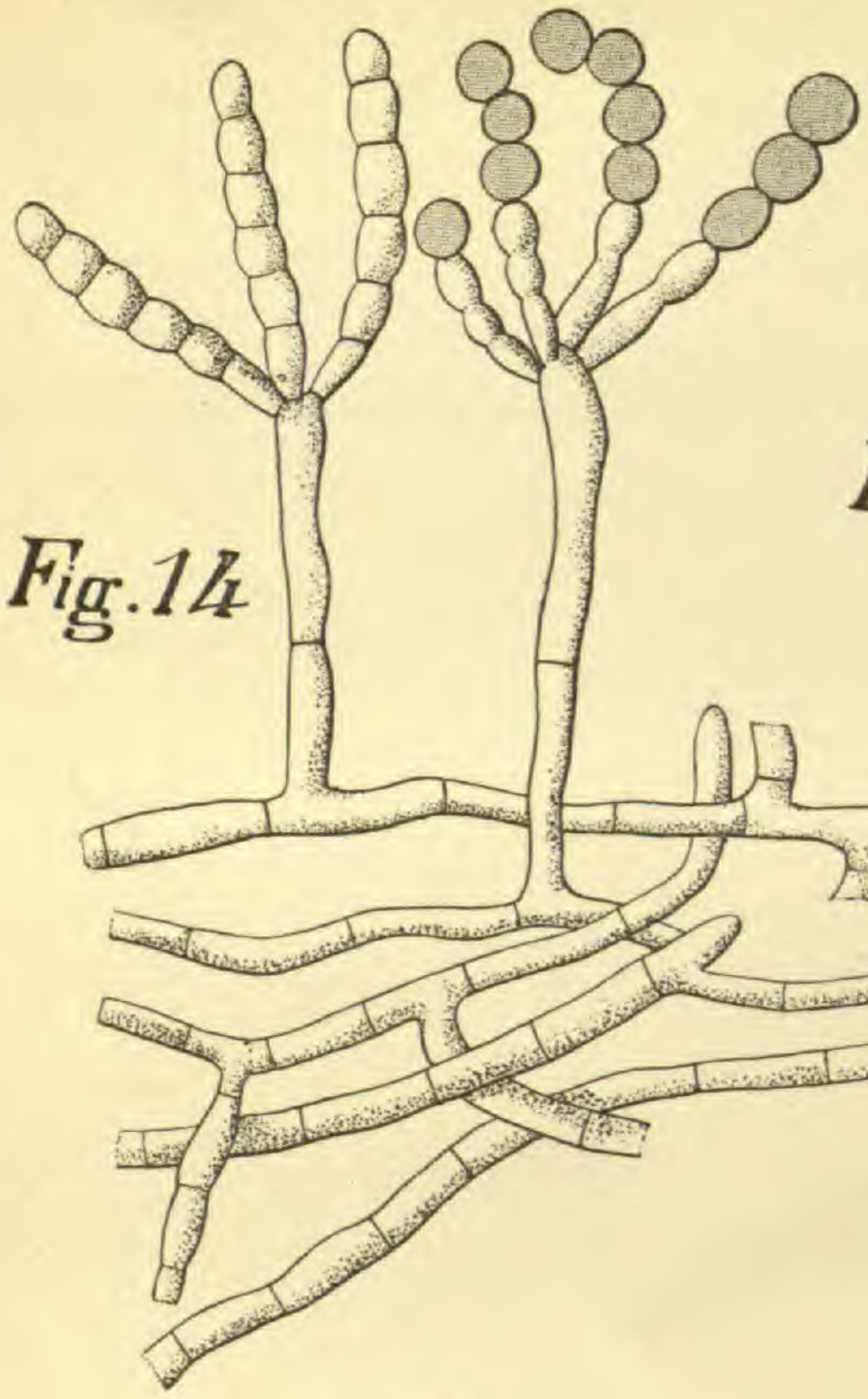


Fig. 14

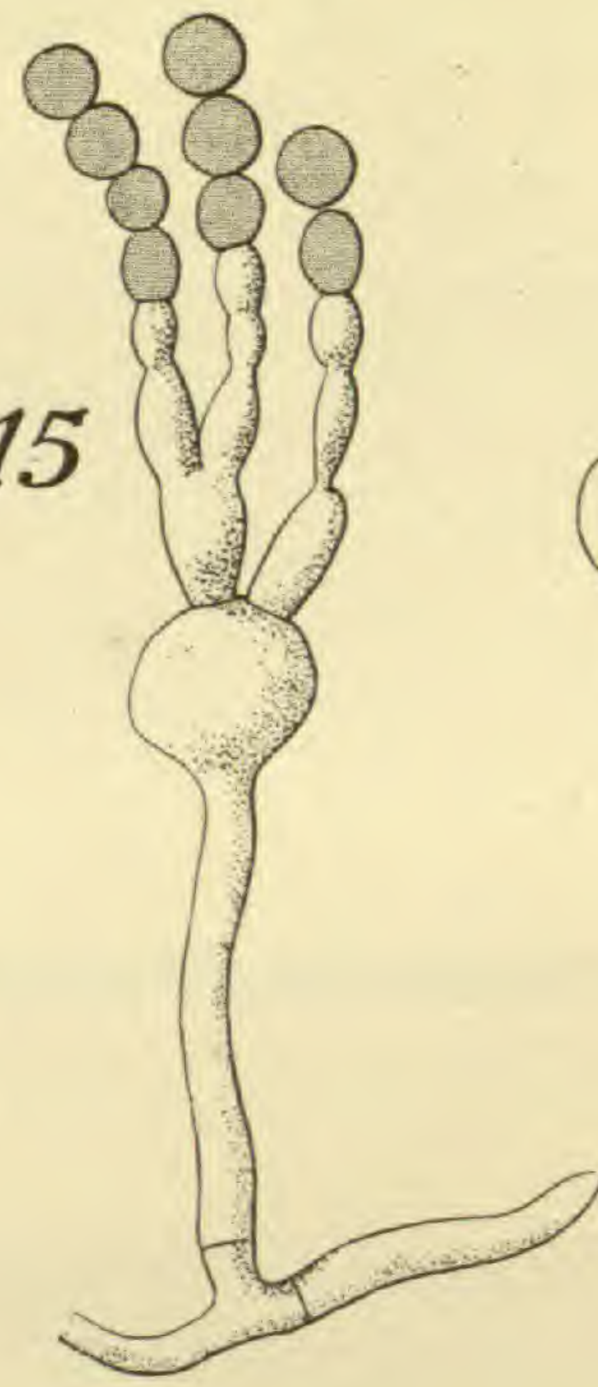


Fig. 15

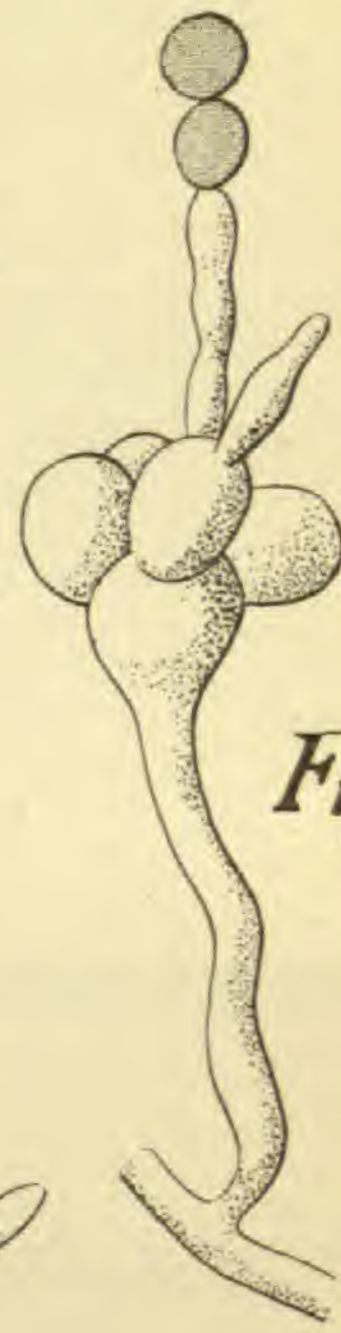


Fig. 16

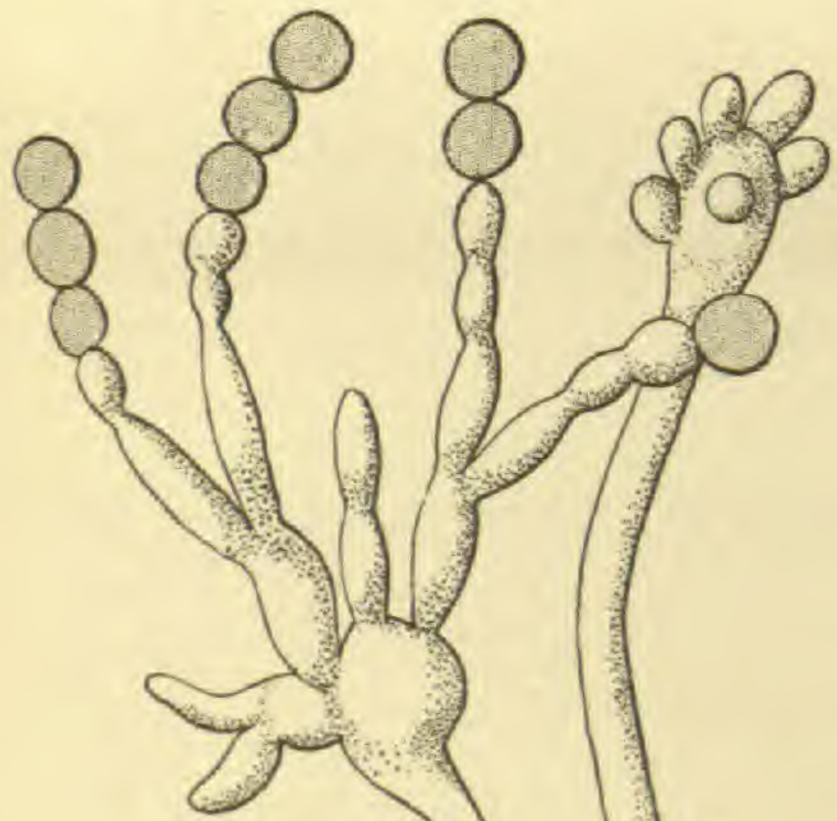


Fig. 17

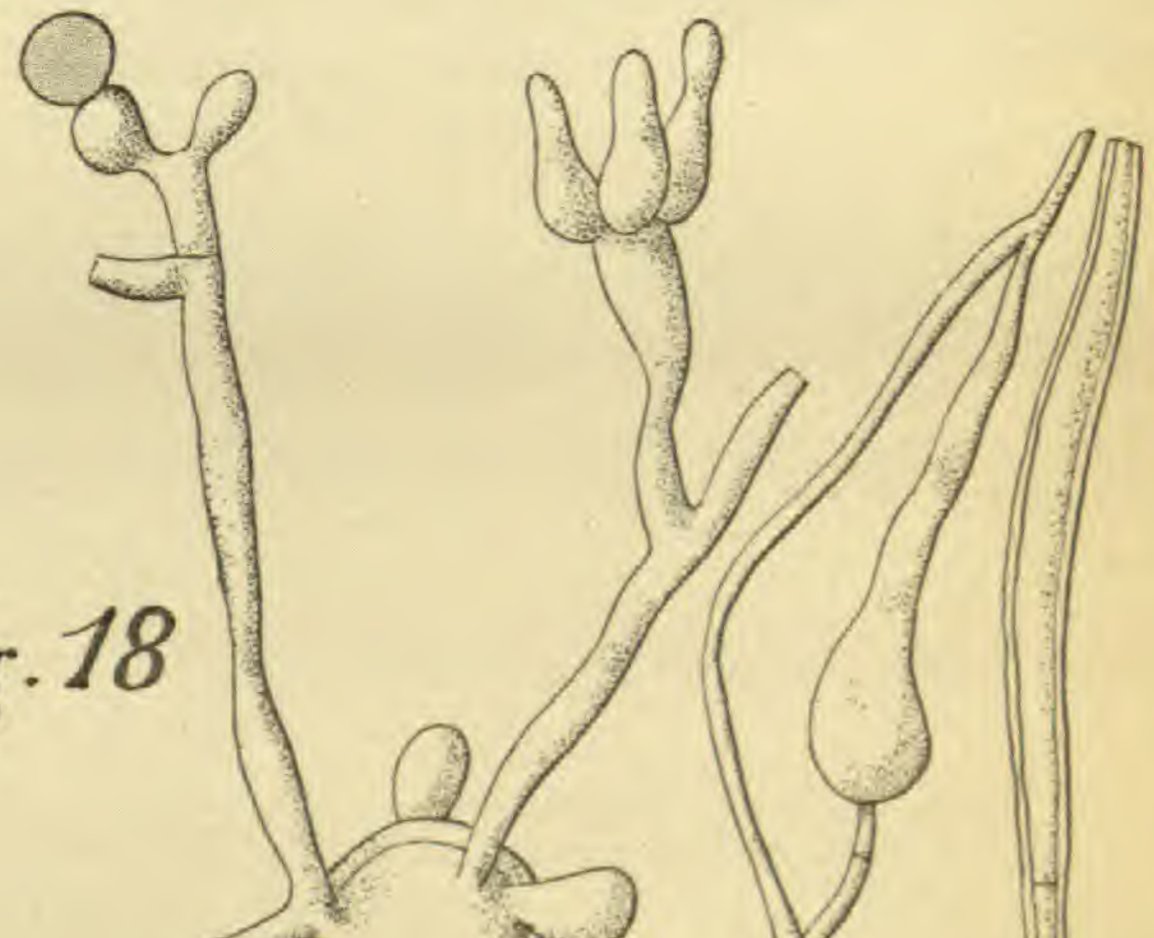


Fig. 18



J. Ray del. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Bertin sc.*

Sterigmatocystis alba.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Juillet 1897

N° 103

FARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 JUIN 1897

I. — SUR LE MUCILAGE EXOSMOSÉ PAR LES GRAINES, par **M. Henri Coupin** 241

II. — VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU (avec planches et figures dans le texte), par **M. J. Ray** *(suite)* 245

III. — REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LES MUSCINÉES, depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895, par **M. L. Géneau de Lamarlière** *(fin)* . . 260

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 13. — *Sterigmatocystis alba.*

PLANCHE 17. — *Appareils pour cultures en liquides agités.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LE MUCILAGE EXOSMOSÉ PAR LES GRAINES

par M. Henri COUPIN.

On sait que les graines plongées dans l'eau laissent exosmoser une certaine quantité de leurs principes solubles. C'est ainsi que MM. Van Tieghem et Gaston Bonnier (1) ont montré que 100 grammes de graines, immergées dans 200 grammes d'eau, ont abandonné, après quarante-huit heures :

Pois	6 gr. 5.
Haricot	3 gr. 2.
Blé	1 gr.

La quantité des matières exosmosées est d'ailleurs plus grande lorsqu'on renouvelle l'eau ambiante.

Les mêmes auteurs ont aussi montré que, dans le Blé, le Maïs, le Haricot, la Fève, le Pois, la Lentille, le Lupin, etc., le produit de l'exosmose renferme du sucre de canne. Dans la Châtaigne, au contraire, le Chêne, le Noyer, le Coudrier, l'Amandier, le Pistachier, le Sarrasin, et aussi certaines Légumineuses (*Soya hispida, Lathyrus sativus, Cicer arietinum*, etc.), le résidu de l'exosmose renferme une proportion plus ou moins grande du glucose. Dans tous les cas, en détruisant par la fermentation avec la levure de bière, à la fois le sucre de canne et le glucose, on détermine la proportion des sucres fermentescibles dans le produit total. Cette proportion est assez considérable; elle atteint, dans le Haricot, 33 pour 100; dans le Châtaigner, 36 pour 100; dans le Pois, près de 50 pour 100.

Ces notions ont été confirmées et étendues par M. A. Perrey (2).

La présence de sucres dans les matières exosmosées est donc aujourd'hui bien connue. Il n'en est pas de même des autres substances qui les accompagnent et sur lesquelles nous n'avons aucun renseignement.

Cette note a pour but de faire connaître un point particulier de cette question.

(1) Van Tieghem et G. Bonnier : *Action de l'eau sur les organes à l'état de vie ralentie* (Soc. bot. de France, 1880).

(2) A. Perrey : *Sur le sucre que les graines cèdent à l'eau* (Ann. des Sc. nat. Bot., 1884).

Lorsqu'on traite le liquide dans lequel a baigné les graines par l'alcool absolu ou à 90°, on obtient un beau précipité blanc, parfois légèrement jaunâtre. Ce précipité, d'abord floconneux et flottant, se réunit au bord du tube, au bout de quelques heures.

J'ai obtenu un pareil précipité avec toutes les semences (graines et akènes) sur lesquelles j'ai expérimenté, notamment le Lupin blanc, le Haricot blanc, le Flageolet, le Lupin bleu, le Blé, le Maïs, la Fève, la Lentille, le Soleil, la Courge, l'Orge, le Sarrasin, le Chanvre, le Pin silvestre, le Févier, etc.

L'exosmose est très rapide. Avec le Pois, j'en ai constaté des traces au bout de vingt minutes d'immersion.

Les substances précipitables par l'alcool sont aussi bien exosmosées par les embryons que par les téguments, comme je l'ai vérifié en plongeant séparément dans l'eau des embryons et des téguments de Lupin blanc.

J'ai cherché à me rendre compte de la quantité de ces substances en employant la série suivante de manipulation :

1° On met les graines pesées dans une quantité d'eau égale environ au double de ce qu'elles absorbent. L'eau est ordinaire ou, plus souvent, éthérée ou chloroformée (pour empêcher les fermentations), suivant le cas. On note le temps de l'immersion.

2° On jette le liquide et les graines sur un filtre pour éliminer les matières étrangères et on recueille le liquide qui a passé.

3° On traite ce dernier par un peu plus de son volume d'alcool à 90° et on agite. On laisse ainsi pendant 24 heures.

4° On met des filtres dans une étuve pendant 48 heures pour les dessécher.

5° Ou pèse les filtres rapidement pour ne pas leur laisser le temps d'absorber l'humidité de l'air. Cette opération donne le poids P.

6° On passe le liquide précédent dans ces filtres. Au bout de deux heures, il ne reste plus sur eux que le précipité humide.

7° On place ces filtres, pendant 48 heures, dans une étuve à 40°, de manière à les dessécher entièrement.

8° On pèse rapidement le filtre et le précipité desséché et on a le poids P'.

3° P' — P donne le poids des matières exomosées précipitées par l'alcool.

Voici quelques-uns des nombres obtenus (température : environ 12°).

Blé. — 50 grammes de Blé ont exosmosé, en 24 heures, 0 gr. 15 des matières précipitables, soit 0,30 °/₀ de leur poids. On ajoute de l'eau ordinaire et on constate qu'entre la 24ᵉ et la 48ᵉ heure, les mêmes graines ont exosmosé 0 gr. 04 de matières précipitables, soit 0,08 pour 100 de leur poids.

En 48 heures, le Blé a donc abandonné à l'eau 0,30 + 0,08 = 0,38 °/₀ de son poids de matières précipitables par l'alcool,

Dans une autre expérience, le Blé, constamment laissé pendant 48 heures dans la même eau, a abandonné 0,24 °/₀ de son poids des matières précipitables.

Lupin bleu. — Le Lupin bleu a perdu 0,26 °/₀ de son poids en matières précipitables, en 24 heures.

Entre la 24ᵉ et la 48ᵉ heure, les mêmes graines ont exosmosé 0,14 °/₀ de leur poids en matières précipitables.

En 48 heures, les graines ont donc perdu 0,40 °/₀ de leur poids en matières précipitables.

Haricot blanc. — Des Haricots blancs ont perdu de leur poids, en matières précipitables 1,64 °/₀, pendant 24 heures, et 1,34 °/₀ entre la 24ᵉ et la 48ᵉ heure.

En 48 heures, les Haricots ont donc perdu 2,98 °/₀ de leur poids en matières précipitables.

Pois.— Des Pois ont exosmosé 1,08 °/₀ de leur poids en matières précipitables, pendant 24 heures.

Entre la 24ᵉ et la 48ᵉ heure, les mêmes graines ont exosmosé 0,92 °/₀.

En 48 heures, les Pois ont donc perdu, en matières précipitables, 2 °/₀ de leur poids.

Lentilles. — Les Lentilles ont perdu, en matières précipitables 1,57 °/₀ de leur poids, en 72 heures.

La quantité de ces matières exosmosées est d'ailleurs variable avec les lots mis en expérience et aussi avec la température du liquide. C'est ainsi que des Haricots blancs d'Espagne ont perdu, en 24 heures, 0,66 °/₀ à la température de 50° et 0,33 °/₀ à la température de 15°. De même, des Pois Michaux ordinaires ont abandonné, en 24 heures, des traces de matières précipitables à 15° et 2,10 °/₀ à 50°.

Il nous reste maintenant à nous demander quelles sont ces matières précipitables par l'alcool. Les réactions suivantes répondent à cette question.

1° Précipité abondant par l'alcool.

2° Le précipité par l'alcool se redissout lentement et mal dans l'eau ordinaire, rapidement dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique.

3° Le liquide qui les tient en dissolution ne se colore pas en violet, même à chaud, quand on l'additionne d'une lessive de potasse et d'une goutte de sulfate de cuivre en solution saturée.

4° Leur solution ne donne pas de coloration rose avec le réactif de Millon.

5° Leur solution donne un précipité caséeux avec le sous-acétate de plomb.

6° Leur solution ne réduit pas directement la liqueur de Fehling.

7° Leur solution, bouillie pendant un quart d'heure, avec de l'acide chlorhydrique, réduit la liqueur de Fehling.

8° Leur solution précipite par l'acétate de cuivre en solution aqueuse saturée.

9° Leur solution se trouble un peu par l'action de la chaleur.

Ces réactions caractérisent ces substances, encore mal définies, que l'on réunit sous le nom de *mucilages*.

L'exosmose de mucilages par diverses graines, et notamment par le Lin, la Moutarde, le Coing, le Cresson alénois, le Plantain, etc., était déjà bien connue. Cette note montre que *le phénomène est beaucoup plus général qu'on le croyait.*

En résumé :

1° *Presque toutes les graines exosmosent des mucilages dans l'eau où on les a mises à gonfler.*

2° *La quantité de mucilages exosmosés est parfois considérable : par exemple, en 48 heures, les Pois peuvent en perdre 2 pour 100, et les Haricots, près de 3 pour 100 de leur poids total.*

3° *La quantité de mucilages exosmosés est d'autant plus forte que la température est plus élevée.*

4° *Les mucilages proviennent à la fois de l'amande et du tégument* (1).

(1) Travail du Laboratoire de botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS

SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU

par M. J. RAY *(Suite).*

Chapitre II.

CULTURES DU *STERIGMATOCYSTIS ALBA* DANS QUELQUES CONDITIONS SPÉCIALES.

I.

Cultures dans un liquide en mouvement.

Personne n'ignore le faciès particulier des plantes et animaux vivant sur les côtes, battus par les vagues, sans cesse enveloppés de tourbillons liquides.

Ayant à notre disposition des êtres à développement facile et rapide, nous les avons placés dans un milieu analogue ; nous pensions obtenir ainsi d'intéressantes variations, intéressantes soit en elles-mêmes, soit à l'égard des facteurs physiques mis en jeu.

L'influence du mouvement sur les plantes inférieures a déjà fait l'objet d'un certain nombre de recherches.

En 1878, M. Howarth constatait que des Bactéries placées dans un liquide violemment agité ne se développaient pas. M. J. Reinke reprit cette question (1), mais le mouvement était cette fois produit par le passage d'une onde sonore due aux vibrations longitudinales d'une verge ; il obtint dans ces conditions un développement de la plante, bien plus lent que dans le bouillon au repos.

M. Schmidt, en 1892 (2) étudia des cultures de Bactéries faites en

(1) Sep. abdr. aus Pflüger's archiv f. d. gesammte Physiologie 1881.
(2) Arch. f. hygiene.

prenant d'une eau contenant ces Bactéries qui avait été agitée soit à la main, soit par un appareil à secousses : dans le premier cas, il avait tué le *Staphylococcus pyogenes citreus*, dans le second cas, il avait exercé une action moins forte sur deux microbes, dont la Bactéridie charbonneuse.

La même année, M. H. L. Russell (1) fit des expériences sur la croissance en liquides agités des *Monilia candida*, *Oidium albicans*, *Saccharomyces*, *Mycoderma*. Ces Champignons se développent, mais en donnant beaucoup de cellules et peu d'hyphes.

Il n'était dont pas évident que les spores de nos Champignons germeraient. Ces plantes ont au contraire très bien poussé et leur étude nous a donné quelques résultats importants.

Les spores de *Sterigmatocystis* sont semées sur jus de carotte, en tubes ordinaires, ou, pour avoir une masse liquide plus grande, en matras d'un demi-litre environ. Un récipient demeurant fixe, un autre est soumis à une agitation continuelle ; à part cela, les deux sont maintenus dans des conditions identiques.

Le tube ou le ballon destinés à être secoués sont suspendus de façon à pouvoir osciller autour d'un axe horizontal. Dans les premières expériences, nous produisions le mouvement en reliant par une attache quelconque un tube de culture ainsi disposé à l'interrupteur d'un fort électro-aimant (Pl. 17,E). Avec un ballon, ce n'était guère pratique ; nous avons eu recours alors au système suivant qui ensuite fut également employé pour les tubes. Le récipient est installé au voisinage d'une roue verticale mise en mouvement par un moteur à eau (Pl. 17) ; la roue porte deux tiges métalliques perpendiculaires à son plan, fixées excentriquement sur un même diamètre, de part et d'autre de l'axe. La monture du récipient est munie de deux tiges parallèles perpendiculaires à l'axe de suspension ; au repos, elles s'appliquent constamment sur les premières. Nous représentons d'ailleurs (fig. 62) un schéma de notre appareil qui en montre clairement le mécanisme. On voit que la roue, à chaque tour, imprime deux secousses au ballon : le liquide présente le même tourbillonnement que l'eau de mer dans les anfractuosités du rocher, avec plus ou moins d'intensité suivant la vitesse du moteur.

Nous avons procédé ainsi à vingt expériences ; un certain nom-

(1) Bot. Gazette 1892.

bre n'ont duré que huit jours, d'autres deux mois : il fallait examiner la plante aux divers stades du développement.

Les conditions ne sont pas les mêmes avec le moteur qu'avec la bobine ; nous envisagerons successivement les deux cas.

Considérons un tube à essais ordinaire, lié à l'interrupteur de l'électro-aimant et renfermant quelques centimètres cubes de jus nutritif où l'on a semé des spores du *Stérigmatocystis*. Tout à côté, se trouve, à la même température, à la même lumière, un tube fixe contenant autant de jus, ensemencé aussi. Le nombre des spores est à peu près le même dans les deux, grâce à la précaution prise de faire le semis au moyen d'un fil de platine que termine une boucle avec laquelle seule on touche la surface sporifère origine. La rapidité du mouvement, quand l'interrupteur se trouve ainsi surchargé, est beaucoup moins grande que s'il battait librement ; on peut compter les oscillations. La secousse n'est donc pas très violente.

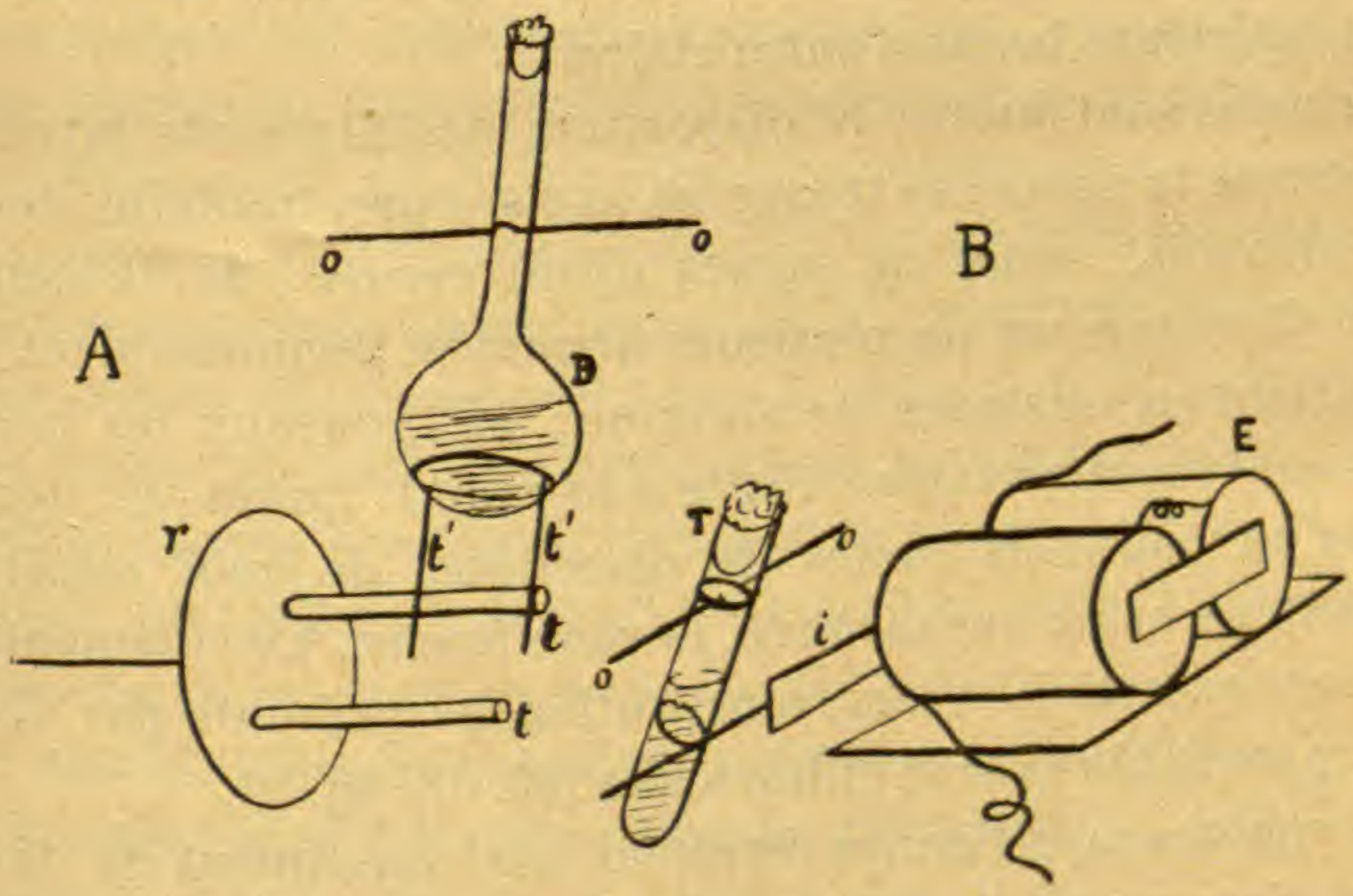


Fig. 62. — A. *Appareil pour agitation violente*. *r* : roue tournant sous l'action du moteur ; *t*, *t* : tiges horizontales fixées sur cette roue ; *t'*, t' : tiges fixées au ballon de culture B et s'appuyant sur les précédentes ; *o o* : axe de suspension du ballon. — B. *Appareil pour agitation faible*. E : électro-aimant ; *i* : son interrupteur muni d'une tige horizontale ; T : tube de culture mobile autour de l'axe *o o* et relié à cette tige.

Au bout de trois à quatre jours, on voit dans le tube mobile (Pl. 13, fig. 7) un certain nombre de *petites masses parfaitement sphériques*, d'un blanc jaunâtre, qui montent, descendent, courent en tous sens dans le liquide, tournant d'ailleurs sans cesse sur

elles-mêmes ; leur vitesse est assez faible. La grosseur en est variable : les plus petites ont deux millimètres de diamètre, les plus grandes un demi-centimètre. Le tube fixe renferme quelques îlots superficiels, blanchâtres, avec de légères fructifications. Ces dernières sont absentes dans le tube mobile ; en outre la quantité de champignon développée y est plus considérable, au moins double ; et encore toutes les spores semées n'ont pas contribué à la formation des sphères, car une assez grande partie de ces spores a été projetée sur la paroi, où elles ont produit un mycélium fructifié.

Donc, à l'examen extérieur, la culture agitée présente les caractères suivants, comparativement à l'autre :

Culture mobile. — Sphères de mycélium : quantité $2q$;

Culture fixe. — Ilots informes de mycélium fructifié : quantité q.

Si l'on coupe une des sphères de la culture mobile en deux moitiés et qu'on regarde la section, on y remarque : 1° une fine striation radiale partant du centre ; 2° deux zones concentriques, la plus intérieure brune, l'autre claire.

Les stries sont dues à la disposition des filaments mycéliens ; au centre de la sphère se trouve un amas d'une trentaine de petits corps arrondis, restes de spores ayant germé : de chacun part suivant le rayon un ou plusieurs filaments, abondamment ramifiés, surtout au voisinage de l'origine ; les rameaux les premiers formés sont aussi orientés dans le sens radial ; quant aux derniers, ils vont un peu dans toutes les directions, de quoi résulte une zone centrale assez enchevêtrée, la zone foncée. Les filaments sont cloisonnés en articles ; leur constitution ne présente pas de différence appréciable avec la culture fixe (Pl. 13, fig. 9).

Les sphères mycéliennes résultent par conséquent du développement d'un *groupe de spores* qui ont germé en filaments *dirigés en tous sens*, se ramifiant plus tard dans toutes les directions.

La culture que nous venons d'arrêter pour l'étudier, étant laissée au repos, produit du jour au lendemain de nombreux pieds sporifères sur le pourtour de ses masses sphériques. Il n'en est rien pour une culture identique maintenue dans son mouvement. Donc il y a retard dans la reproduction, retard que la plante tend pour ainsi dire à rattraper sitôt le mouvement supprimé.

Prenons maintenant un tube où la culture est âgée de huit

jours. La seule différence est une grosseur plus considérable des sphères, un enchevêtrement plus grand des filaments.

Enfin, dans une culture plus âgée encore, paraissent des fructifications. Nous les décrirons tout à l'heure.

Quand on emploie le moteur hydraulique, les secousses du liquide sont relativement violentes. Cette fois, sans introduire plus de spores, on obtient de très nombreuses sphères, car les spores se divisent en groupes plus petits ; mais les sphères sont bien moins grosses que dans les tubes faiblement secoués au bout du même temps (Pl. 13, fig. 8).

Cinq jours après le semis, à part les différences indiquées à l'instant, ces sphères sont tout à fait de même nature que les précédentes. Quinze ou vingt jours plus tard, leur aspect se modifie.

Au lieu de présenter une surface mate et veloutée, elles sont lisses, assez brillantes, ressemblent à de petites boules d'ivoire ; elles ont une grande élasticité : fortement écrasées avec une pince, elles reprennent de suite leur forme. Après un mois, les plus grosses mesurent seulement deux millimètres et demi tandis qu'elles atteignaient un centimètre auparavant.

La sphère d'un mois offre des particularités importantes. Les filaments ont produit, en s'entremêlant, un tissu très compact, un *véritable stroma, bien plus serré que le stroma d'une culture fixe.* Sur les bords pourtant, les extrémités des hyphes affectent une disposition radiale fort nette. En outre, le cloisonnement s'est très développé : un fragment de mycélium montre jusqu'à six cloisons rapprochées, alors que dans le même volume de la plante en culture fixe ou faiblement agitée, on ne trouvait qu'une cloison ou point du tout. Le nombre des noyaux par article a diminué, c'est une *tendance à la structure cellulaire.* Enfin, l'*épaisseur de la membrane* s'est accrue notablement.

Tout cela se manifeste dans un tube ou dans un ballon, mieux accentué en ce dernier cas, la masse de liquide étant considérable.

Quant au récipient fixe, la surface du liquide y est uniformément blanche ; le champignon a produit d'abondantes spores, son thalle est une peau épaisse, flottante, limitée par le verre ; au dessous, un mycélium lâche formant des flocons dans le sein du milieu.

Mais, avons-nous dit, sur la plante en culture agitée, apparais-

sent aussi des fructifications ; seulement elles sont invisibles à l'œil nu, dissimulées dans le tissu de la sphère. Examinons-les dans une culture fortement secouée. On voit au microscope des filaments gros et courts par rapport aux pieds sporifères du jus fixe, assez tortueux, se terminant en tête renflée munie de basides et stérigmates ; ceux-ci portent quelques spores. Les dimensions sont : diamètre de la tête 29 μ ; longueur des basides 14 μ ; longueur des stérigmates 7 μ, *diamètre des spores 3 μ, 1* (Pl. 13, fig. 10). La structure offre des particularités remarquables. La membrane du pied est en moyenne deux ou trois fois plus épaisse qu'à l'ordinaire ; cette épaisseur n'est pas uniforme : en certaines régions, des proéminences cellulosiques renforcent la paroi, souvent même la cavité se trouve presque complètement obstruée. Cela se manifeste à un plus haut degré encore dans la tête. D'autre part, la cavité du pied est coupée de fréquentes cloisons : on peut compter jusqu'à 23 cloisons sur une longueur d'un quart de millimètre ; ces cloisons sont à membrane assez épaisse et point planes, courbées soit en avant, soit en arrière, ce qui correspond à un développement exagéré de cet appareil de soutien. Les basides sont renforcées aussi chacune par une cloison transversale. Enfin les spores ont une paroi plus forte que d'habitude. Donc, l'appareil reproducteur présente, comme le thalle, un grand développement de la cellulose. En somme, *fructification tardive*, gênée pour ainsi dire dans son apparition, se montrant d'ailleurs mal, entre les hyphes du thalle, mais *solidement édifiée*, enfin *peu féconde*. Nous ajouterons cependant que si les premières têtes sont toujours cachées à l'intérieur du tissu, plus tard il en émerge à la surface ; mais nous ne les y avons jamais vu paraître qu'en un point de la sphère, où elles formaient ensemble une petite saillie brune. Ce qui vient d'être dit se rencontre, très atténué, sur une culture moins fortement agitée.

Nous allons maintenant reconnaître quelque chose de plus. Beaucoup de sphères ont à leur surface un point noir, gros comme une tête d'épingle. C'est un petit corps très dur, solidement encastré dans le stroma. Si on l'écrase, on trouve que l'intérieur, brun clair, est un vrai parenchyme sans méats, formé de cellules polygonales, à paroi très épaisse, à cavité peu régulière ; ces cellules sont isodiamétriques, d'une dimension moyenne de 10 μ. (Pl. 13, fig. 11). A la périphérie, la membrane est simplement plus épaisse et cutinisée.

Une pareille formation est comparable à ce qu'on appelle un sclérote ; seulement, les caractères du sclérote, tissu pseudo-parenchymateux serré, membranes épaisses, sont exagérés ici, et de plus le phénomène est précoce. Mais c'est la suite du processus qui se manifeste jusqu'à présent par l'acquisition d'un stéréome développé ; c'est la naissance d'une *forme résistante de conservation*. Un certain nombre de sphères portent plusieurs sclérotes ; d'autres plus brunes, en ont même dans leur intérieur. La culture fixe de même âge n'a pas de sclérotes ; mais il en apparaît beaucoup plus tard, quand elle vieillit sur le substratum épuisé. Le nombre des sclérotes augmente dans le récipient mobile assez rapidement, et lorsque la culture est âgée de deux mois, toutes les sphères ont des points noirs.

A partir de l'instant où les sclérotes ont apparu, l'activité de croissance s'est ralentie ; si l'on compare une semaine après le ballon fixe et le ballon mobile, la masse de champignon n'est guère plus considérable dans celui-ci que dans le premier. Plus tard, la culture mobile ne semble pas se développer davantage, tandis que l'autre s'accroît toujours, avec plissement du stroma. Enfin, quand trois mois se sont écoulés, leur état demeure stationnaire.

Nous sommes donc arrivés aux résultats suivants :

1° Un Champignon est susceptible de se développer dans un liquide en mouvement ;

2° Le *thalle* prend la forme sphérique.

Les filaments sont d'abord dirigés suivant les rayons de la sphère, ils se ramifient ensuite en tous sens. Le système de soutien est très développé (stroma serré, nombreuses cloisons).

Il y a tendance à la structure cellulaire.

3° *L'appareil reproducteur* apparaît tardivement.

Il est mal formé, peu abondant.

Il présente un système de soutien très développé (membranes épaisses, cloisons).

Les spores, peu nombreuses, ont les dimensions du type origine.

4° Une *forme de conservation résistante* apparaît de bonne heure.

5° *La plante croît d'abord très vite*, produisant une quantité de matière plus grande qu'une culture fixe. *La croissance se ralentit bien plus tôt* et devient très faible, la culture fixe prenant le dessus.

Conclusions relatives à ces résultats.

Les conditions de vie que nous venons d'imposer au *Sterigmatocystis* sont évidemment très nouvelles pour lui et de nature à faire varier profondément les caractères de forme et de structure qui en sont susceptibles.

On constate que cette variation s'est manifestée avec les mêmes degrés que précédemment, et cela vient confirmer nos conclusions à ce point de vue.

Maintenant, pour ce qui est non plus de la variation en soi, mais du rapport entre le milieu et elle, il y a des conclusions nouvelles à tirer.

1° *L'agitation du milieu accroît la résistance de la plante.*

On sait, à vrai dire, que les plantes côtières, les animaux côtiers ont des organes de protection et de soutien solides. Mais ici nous montrons expérimentalement l'action du milieu. Il y a, de bonne heure, un stroma très complexe : ce n'est pas, comme on pourrait le croire, un pelotonnement serré des hyphes causé par le simple tourbillon, phénomène qu'on réaliserait en secouant longtemps ensemble dans un liquide des débris organiques filamenteux ; c'est le résultat d'une ramification abondante, produisant un tissu compacte résistant aux chocs du liquide. Plus l'agitation est faible, ou moins la masse liquide est grande, moins le stroma est développé ; c'est ainsi que dans un tube à essais, nous avons obtenu des sphères très molles tandis que dans un ballon c'étaient des sphères très fermes. La membrane est épaissie, les cloisons sont nombreuses : c'est l'acquisition d'un tégument plus efficace, d'un squelette moins fragile, provoquée par les frottements et les chocs.

Le retard dans la production de têtes sporifères, qui dans la culture fixe se dressent déjà en nombre, est évidemment une conséquence de l'incompatibilité entre le mouvement et l'existence d'un édifice aussi fragile. Il s'en fait d'abord sur la limite même de la sphère: ce ne sont pas les premières ainsi apparues qui fructifient; elles avortent. Ceci ayant comme un retentissement sur le reste de l'organisme, il ne continue plus à s'en produire aussi près du bord ; elles naissent plus profondément, acquérant basides et

spores, peu nombreuses d'ailleurs. L'appareil reproducteur du *Stérigmatocystis* est un appareil aérien, qui se développe mal dans l'intérieur des tissus. Les sclérotes sont une tendance vers un autre mode de reproduction ; en effet, beaucoup de moisissures analogues à celle que nous avons étudiée sont douées de ce qu'on appelle forme parfaite, périthèce avec asques : un stade du développement de ce périthèce est souvent un sclérote, tout au moins par la structure, sinon par les propriétés physiologiques.

2° L'agitation du milieu, en tant que cause de chocs et frottements, joue donc un rôle important, mais nous avons en secouant nos récipients introduit d'autres conditions que ces chocs et frottements.

a) Le milieu nutritif se renouvelle sans cesse autour de la plante : c'est une cause de meilleure croissance. Il est vrai que par contre les « excreta » sont, pour les mêmes raisons, constamment ramenés au contact de cette plante. Voilà une cause de moins active croissance. Nous ne savons si les deux actions inverses se compensent.

b) Ceci nous amène à considérer le facteur le plus important qui soit en jeu dans cette expérience, après toutefois celui que nous avons examiné en premier lieu ; c'est *l'égalisation* du milieu tout autour de la plante qui se développe.

Envisageons une spore germant dans le liquide en mouvement, supposons-la isolée : l'aliment est le même tout autour, l'éclairement aussi, enfin l'influence que peut avoir la direction constante de la pesanteur est supprimée. Si la spore pouvait se développer par tous ses points, elle donnerait tout autour d'elles des filaments semblables ; sa croissance est limitée à un ou deux points, il se produit un ou deux filaments, mais ceux-ci pouvant croître par toute leur surface se ramifient dans les directions quelconques : cela donne un ensemble sphérique formé de filaments rayonnants. Nous avons en réalité un petit amas de spores ; on peut le considérer comme une spore plus grosse pouvant germer en un plus grand nombre de points : le résultat sera le même. La partie centrale de la sphère se complique par des ramifications de deuxième, troisième, n^e ordre des filaments en tous sens : la disposition radiale s'efface, mais est toujours visible sur les bords.

La forme sphérique est donc le résultat de l'égalité des conditions extérieures. La structure même s'oppose à ce que l'on voie

là simplement l'effet d'une action mécanique. La chose est particulièrement frappante dans le cas d'une culture en tube faiblement agité.

La part de la pesanteur dans les considérations qui précèdent est difficile à mettre en évidence. Il est plus aisé de montrer en quoi le changement continuel d'orientation par rapport à cette force intervient pour un autre effet.

c) Nous avons insisté sur la *rapidité de croissance* de la culture pendant les premiers jours.

Il faut l'attribuer partiellement à l'influence ou plutôt la non influence de la pesanteur en tant que force de direction constante.

En effet des expériences répétées nous ont prouvé que la pesanteur, par ce fait, *retarde la croissance* de la moisissure. Ce fait ne nous semble pas avoir été jamais démontré.

Suppression de la direction constante de la pesanteur. — Deux cultures identiques sont disposées l'une sur roue verticale tournant lentement d'un mouvement uniforme, l'autre à côté, mais immobile : il n'y a d'autre différence entre elles que la rotation. Nous avons constaté une croissance plus rapide de la première, soit à la germination, soit au développement ultérieur. Voici de quelle manière a été réalisée l'identité des deux cultures. Nous nous sommes servis de chambres humides pour observer des germinations, de tubes ordinaires pour avoir des cultures avancées.

Deux chambres humides destinées à être comparées reçoivent sur leurs lamelles deux gouttes égales d'un liquide contenant des spores en suspension qui s'y trouvent répandues d'une façon homogène ; il y a ainsi un même nombre de spores dans chaque. Le liquide est de la gélatine nutritive maintenue à 25 degrés, qui se solidifie une fois déposée dans la chambre. Cela exige une gélatine assez aqueuse, afin qu'elle soit liquide à température peu élevée et qu'ensuite elle constitue un substratum suffisamment humide ; car il ne faut pas songer à mettre d'eau dans le fond de la chambre, on introduirait des perturbations dans l'expérience. Enfin, on comprend que, pour les mêmes raisons, il faille un milieu solide. Il est facile de vérifier par un examen microscopique l'égalité du nombre des spores déposées ; de plus, si l'on a pris le soin de ne pas mettre trop de spores dans le liquide origine et de

bien agiter celui-ci pour les séparer, les deux gouttes renferment des spores isolées les unes des autres. Les cultures sont donc identiques. Naturellement, pour chaque expérience, nous avons préparé une dizaine de cellules destinées à la roue, et autant destinées à être laissées au repos. Il importe, dans cette préparation, d'ensemencer alternativement une chambre mobile et une chambre fixe ; on a ainsi égalité plus certaine entre les deux lots. L'emploi des tubes ordinaires de culture est moins compliqué. On peut se contenter de deux tubes, parfaitement égaux ; dans chacun d'eux, alternativement l'un et l'autre, on dépose des gouttes toujours égales du liquide chargé de spores. Enfin, puisque, comme M. Elfving l'a montré(1), la lumière exerce une influence sur la vitesse de croissance des Champignons, et que d'autre part il est difficile d'éclairer également les cultures fixes et les cultures mobiles, on place le tout dans l'obscurité : pour les tubes en particulier, rien n'est plus aisé, on les enveloppe d'un fort papier. La roue a été simplement reliée par une transmission à l'axe du moteur hydraulique (Pl. 17).

Les résultats auxquels nous sommes arrivés dans une expérience prise comme exemple sont, cinq jours après le semis :

		Nombre de spores germées.
Culture mobile	75	37 ayant produit un tube germinatif long. 38 » » » » court.
Culture fixe	14	9 ayant produit un tube germinatif long. 5 » » » » court.

De plus, la longueur des hyphes est moindre dans le second cas que dans le premier.

Il s'agit là de cultures en cellules. Dans les tubes, nous avons laissé le Champignon pousser quinze jours ; alors chaque goutte était le siège d'une colonie mycélienne : les colonies dans le premier cas avaient un diamètre plus grand que dans le second.

L'influence de la pesanteur est donc partiellement mise en évidence.

(1) *Studien ub. d. Einwirkung d. lichtes auf d. Pilze;* Helsingfors, 1890.

II.

Culture dans un liquide agité en présence d'un obstacle.

Nous reportant toujours aux conditions dans lesquelles vivent les plantes et animaux des côtes, nous avons cherché à réaliser un milieu où, en plus de l'agitation du liquide, il y eût quelque chose qui correspondît par exemple au rocher sur lequel souvent est fixé l'organisme marin. Dans l'expérience précédente, la paroi du verre ne remplit nullement ce rôle. Il arrive pourtant parfois que des spores rejetées hors du liquide demeurent attachées à cette paroi, y germent, produisent un mycélium, mais bientôt le tout est balayé et rentre dans le tourbillon. Nous avons ici disposé dans le jus de carotte que contient le récipient, tube ou ballon, un morceau de bois fixe : il suffit que ses extrémités touchent le fond et le bouchon. L'agitation est produite de la même façon ; une culture fixe identique est installée au voisinage. Au bout de huit jours, la surface du bois, dans la portion immergée et dans celle qui se trouve simplement battue sans être constamment recouverte, porte un feutrage grisâtre très-abondant ; quand il n'est point baigné par le liquide, la nature filamenteuse n'en apparaît point, on dirait une gelée compacte. La partie du bois qui reste toujours à sec a reçu par projection un grand nombre de spores, elle est déjà couverte de jeunes fructifications blanches. Dans le ballon fixe, la surface du liquide est voilée d'un stroma fructifié, qui remonte légèrement sur le bois. Quinze jours plus tard, l'aspect de la culture mobile revêt un caractère plus accusé : il y a comme des panaches de filaments fixés au bois (Pl. 13, fig. 13) et tout le temps secoués, se rabattant sur le support quand celui-ci est à sec. La ressemblance de forme est frappante avec des algues, des *Ectocarpus* par exemple.

Les filaments sont agrégés en cordons ramifiés desquels se détachent latéralement d'abondantes hyphes isolées. Ces cordons sont solides, se rompent difficilement, et sont fortement attachés au bois. Au point de vue de la structure du filament, nous constatons simplement qu'il est long, étroit, parfaitement cylindrique, de même calibre sur toute son étendue, peu cloisonné, peu ramifié. Les fructifications n'ont pas apparu sur cette forme du thalle.

Ce résultat est intéressant d'abord par la *fixation de la plante.* Les spores se sont pour la plupart accrochées à la surface rugueuse du bois et les filaments issus d'elles se sont pour ainsi dire cramponnés au support. Certes, beaucoup de spores sont restées dans le liquide, beaucoup, même après germination sur le bois, ont dû en être arrachées ; aussi a-t-on une certaine masse de champignon libre, mais sans forme caractérisée, précisément à cause des perturbations introduites par la présence du bois. Il n'en est pas moins vrai que l'agitation en présence d'un obstacle susceptible de servir de support a déterminé une fixation solide.

En second lieu, la *forme nouvelle* qu'a prise le Champignon est également d'un véritable intérêt. Une autre que celle-là pouvait à priori être déterminée par l'action du milieu, la forme d'une croûte étroitement appliquée contre le support. Peut-être l'aurait-on obtenue par des secousses plus violentes. Quoi qu'il en soit, nous avons une adaptation nette au nouveau genre de vie, corps résistant, souple. Nous ne croyons pas que jamais un champignon ait présenté les caractères que nous venons de décrire. Ce sont tout à fait des caractères d'algues.

D'ailleurs nous reviendrons un instant à ce propos sur la forme sphérique obtenue précédemment pour signaler sa ressemblance avec certaines algues, ces algues marines plus ou moins sphériques résultant du développement d'un individu dans toutes les directions, qu'on a nommées « Ægagropiles ».

Enfin, *l'absence complète de fructification* est une chose importante à signaler. L'appareil sporifère habituel n'a pu se former et s'il nous avait été permis de poursuivre plus loin ces expériences, peut-être aurions nous vu apparaître un nouvelle appareil reproducteur.

III.

Cultures en tubes hermétiquement fermés.

Après avoir modifié le substratum de la plante, il était naturel de chercher à modifier l'atmosphère où elle vit. Nous nous sommes bornés à imposer à la plante cette condition, de se contenter d'un *volume limité d'air.*

Nous avons fait de nombreuses cultures dans des tubes ordinaires, qu'aussitôt après le semis nous fermions hermétiquement : pour cela, il suffisait d'enfoncer le bouchon d'ouate et de verser de la paraffine dans la partie supérieure du tube.

Comme il était évident *a priori* que le Champignon pousserait *d'abord* moins bien que dans un tube ouvert, nous nous sommes adressés seulement aux meilleurs milieux nutritifs : carotte, pomme de terre, gélatine.

Si l'on compare à une culture en tube non fermé, on constate, après un développement plus lent :

1° Un aspect pulvérulent de la culture, dû à la ténuité des fructifications ;

2° Une réduction de toutes les dimensions ;

3° L'apparition précoce de sclérotes, très petits et très noirs ;

4° Une quantité moins considérable de champignon produite.

En somme, une *réduction générale* : le Champignon du tube fermé est à celui du tube ouvert ce que la plante naine des montagnes est à celle des régions basses.

IV

Cultures dans des récipients de grandeurs variées.

Enfin le vase lui-même où l'on fait la culture est susceptible d'être modifié. On peut le prendre grand ou petit, par exemple, et ce n'est pas sans influence. Les conditions d'observation ont besoin d'être précisées particulièrement.

Nous comparons deux tubes, un tube à essais ordinaire et un tube de diamètre trois fois plus grand. Tous deux contiennent du jus de carotte, le second plus que le premier ; on a semé dans chacun la même quantité de spores. Quelques jours après l'ensemencement, chaque tube renferme un *petit* îlot mycélien couvert de fructifications, le jus est loin d'être épuisé de part et d'autre ; les deux îlots sont égaux, autant qu'on peut en juger à l'œil, les fructifications sont en même quantité, l'aspect est identique.

Cependant nous allons observer des différences dans la structure du mycélium ; les *articles*, dans le gros tube, sont *plus longs et*

plus larges, et d'une façon très sensible ; 1 étant la dimension en longueur d'un filament du petit tube, 1 + 1/3 sera la dimension dans l'autre (Pl. 15, fig. 22, — Cultures sur gélatine).

Avant de nous demander à quoi attribuer ce résultat, disons de suite que cette expérience montre combien grande est la variabilité des éléments du thalle, pour qu'une influence certainement aussi faible ait pu avoir une telle action.

Quelles sont maintenant les causes qui ont agi ? Les différences entraînées par l'inégalité de volume des tubes sont les suivantes :

1° Le gros tube renferme une quantité plus grande de jus de carotte, d'où il résulte :

a) Un poids d'aliment plus considérable ;

b) Une répartition dans un espace plus grand des substances excrétées et nuisibles au développement.

2° Il y a dans le gros tube, un volume d'air plus grand, d'où résulte une répartition de l'acide carbonique dégagé dans un espace plus étendu.

Or, cette dernière condition n'entre pas en jeu ; en effet, les différences observées dans la structure se maintiennent identiques lorsque les volumes d'air sont égaux, qu'il s'agisse de tubes bouchés ou de tubes ouverts ; elles s'effacent au contraire quand, les volumes d'air étant inégaux, les poids de jus sont les mêmes.

C'est donc la première condition qui détermine le phénomène.

(A suivre).

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES MUSCINÉES

DEPUIS LE 1er JANVIER 1889 JUSQU'AU 1er JANVIER 1895 (*Suite*)

4° *Anatomie de la feuille.* — Pour la structure de la feuille, M. Bastit s'est borné à l'étude du *Polytrichum juniperinum*. Il faut distinguer dans cette espèce deux sortes de feuilles, les unes aériennes et chlorophylliennes, les autres souterraines, placées sur le rhizome et réduites à des écailles. La feuille aérienne est formée de trois parties, la gaîne, le limbe et l'acumen. La gaîne montre une nervure médiane formée d'un épiderme et d'un hypoderme externes, d'une assise d'éléments conducteurs, d'un hypoderme et d'un épiderme internes. Sur les côtés de la nervure la gaîne forme une lame composée d'une seule assise de cellules. Dans le limbe, la structure est la même que dans la gaîne, mais il se forme à la surface de l'épiderme interne des lamelles longitudinales, composées d'un plan de cellules, bourrées de chlorophylle et disposées comme les feuillets d'un livre. Les feuilles aériennes disposées suivent une loi phyllotaxique régulière, montre dans la portion de la tige correspondant à leur insertion la trace de leur nervure sous forme de faisceau se détachant du cylindre central, comme la trace raméale.

Les écailles du rhizome diffèrent des feuilles précédentes par leur couleur brune, leur longueur moins grande, leur disposition engaînante. Elles n'ont pas d'hypoderme interne et leur faisceau possède moins d'éléments conducteurs. Leur partie mince est semblable à la gaîne des feuilles aériennes, mais elles ont de plus de nombreux poils ramifiés sur l'épiderme.

M. Morin (1) a fait porter le sujet de ses études spécialement sur la feuille des Muscinées, et il a pu élucider quelques questions intéressantes qui n'avaient pas encore reçu de solution bien exacte jusqu'à ce jour.

Ainsi, on a quelquefois considéré la présence de la nervure comme caractéristique chez les Mousses et son absence comme constante chez les Hépatiques. M. Morin montre, après d'autres, il est vrai, que si certaines Hépatiques sont dépourvues de nervure, d'autres, comme les *Scapania* et les *Plagiochila*, ont une nervure courte, ou bien, comme le *Jungermannia albicans* et les *Bryopteris*, une nervure longue. Toutefois

(1) Morin : *Loc. cit.*

cette nervure présente une structure simple ; elle est homogène et d'origine épidermique ou sous-épidermique, ce qui la distingue de la nervure d'un bon nombre de Mousses qui est d'origine profonde. Le limbe de la feuille est toujours muni d'une seule assise de cellules même quand il y a une marge. Quant aux Hépatiques à thalle, la nervure y est plus fréquente et plus compliquée.

Le groupe des Sphaignes, par les tissus de la feuille, reste assez isolé des autres Muscinées ! (Et cependant les Leucobryacées font le passage !)

Si les Andréæacées se rapprochent des Sphaignes par la présence du pseudopode, il est incontestable que le tissu des feuilles les en éloigne tout-à-fait. Ce groupe semble faire le passage des Hépatiques munies de nervure aux Mousses. Mais c'est surtout avec les *Grimmia* qu'elles ont des rapports, bien que leur structure soit un peu plus simple. N'y aurait-il pas là un exemple de convergence par adaptation de deux types assez éloignés dans la classification ? L'auteur oublie de le dire, mais tout le fait supposer.

Sur la question de savoir s'il faut maintenir le groupe des Cleistocarpes à part, ou s'il faut placer les espèces qui en font partie à côté des genres Stégocarpes qui leur sont parallèles, ainsi que le font plusieurs bryologues modernes, M. Morin se décide, d'après l'étude de la nervure, pour la seconde alternative. Il n'y a pas, dit-il, de nervure cleistocarpienne, et l'auteur distingue dans les Mousses cleïstocarpes quatre types de nervures (Ephémérées, Bruchiacées, *Phascum*, *Voitia nivalis*), que l'on peut retrouver dans des groupes parallèles de genres stégocarpes peu élevés en organisation.

Les Leucobryacées se rapprochent des Sphaignes par la présence de cellules aérifères et aquifères mêlées aux cellules à chlorophylle. Mais la disposition de ces cellules en plusieurs assises implique déjà un degré de différenciation plus grand que chez les Sphagnacées.

Les Dicranées comprennent des types divers, hétérogènes en apparence, que relient entre eux des formes intermédiaires et l'ensemble forme un groupe par enchaînement ; par l'intermédiaire des *Dicranum albicans* et *longifolium*, ce groupe se rapproche des Leucobryacées. Ces espèces, en effet, montrent dans leur nervure des éléments dits eurycystes, que l'on peut considérer comme équivalents aux cellules à chlorophylle des Leucobryacées ; toutefois elles forment une assise continue. Par l'intermédiaire de ces deux espèces, on passe insensiblement aux *Campylopus* dont la nervure est plus compliquée et chez lesquelles on trouve des stéréides ou éléments de soutien divisés par paquets et de véritables eurycystes. Cette structure se complique encore chez le *C. polytrichoides* par l'adjonction de lamelles dorsales rappelant de loin celles des *Polytrichum*. D'ailleurs ce groupe des *Campylopus* se montre très naturel, aussi bien par la structure de sa feuille que par celle de sa capsule. Les *Dicranodontium* et les *Dicranella* font le

passage des *Campylopus* aux *Dicranum*. Ces derniers se font remarquer par une série ascendante de perfectionnements, par la fusion en arc complet des stéréides et la multiplication des eurycystes.

Les *Fissidens*, les *Eustichia* et les *Distichium* se rattachent assez bien au type *Dicranum*. Quant aux Weisiées, ce sont des Dicranées en miniature et on y retrouve des types campylopodiens (*Weisia zonata*, etc.), dicraniens (*Weisia*, *Seligeria*, *Gymnostomum*) et cynodontiens.

Dans un groupe suivant, l'auteur réunit cinq genres naturels au point de vue de la nervure, et qui ont vraiment entre eux des affinités, ce sont les *G. Orthotrichum*, *Zygodon*, *Rhacomitrium*, *Grimmia* et *Tetraphis*. Peut-être y a-t-il encore ici, l'auteur oublie de le faire remarquer, une convergence par adaptation; la plupart de ces espèces sont xérophiles et croissent sur des parois généralement verticales, où elles sont sujettes aux grandes variations de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

Le groupe des Barbuloidées présente des types assez divers. M. Morin le divise en Asténocystées (type inférieur) et Sténocystées, chacun des deux groupes contenant des espèces munies ou dépourvues de filaments ventraux. Les genres *Trichostomum*, *Cinclidotus*, *Desmatodon* et *Didymodon* offrent les mêmes particularités.

Les Bryacées sont caractérisées par la présence générale de sténocystes : quatre types principaux qui s'enchaînent forment ce groupe : 1° *Bryum argenteum*, 2° *Bryum* proprement dits, 3° *Webera*, 4° *Leptobryum*.

Les *Mnium* ont un type uniforme qui les place entre les *Bryum* et et les *Aulacomnium*.

Les Polytrichacées sont les Mousses les plus élevées en organisation et forment un groupe des plus autonomes ; elles sont caractérisées par leur nervure munie d'un faisceau conducteur, d'un hypoderme ventral et d'un épiderme lamellifère.

Enfin les Pleurocarpes sont inférieures aux Acrocarpes par la structure de leur nervure. La structure homogène y est très fréquente et la structure hétérogène beaucoup plus rare.

M. Lorch (1) a limité davantage le sujet de ses recherches ; mais aussi son idée directrice était-elle plus étroite que celle des auteurs précédents. Il partait en effet de cette idée que son maître, M. Gœbel, essaie de faire prévaloir, c'est que bien des organes des Muscinées sont développés en vue de capter l'eau provenant des précipitations atmosphériques et de la conserver pour les usages de la vie journalière. Je reviendrai plus loin sur cette idée à propos des travaux de M. Gœbel, M. Lorch a surtout étudié le développement des tissus de la feuille dans les Muscinées du groupe des *Leucobryum*, voisins des Sphaignes (*Leucobryum*, *Octoblepharum*, etc.). Il entre en des détails où il me

(1) Lorch : *Beiträge zur Anatomie und Biologie der Laubmoose*, Flora, p. 424.

serait impossible de le suivre. D'après cette étude très-serrée de la différenciation du tissu de la feuille en deux sortes de cellules, les unes petites, formant un réseau de mésophylle et contenant de la chlorophylle, les autres grandes et incolores et montrant la plus grande ressemblance avec les cellules aquifères des Sphaignes, on peut établir une parenté entre ces dernières et les *Leucobryum*, les *Arthrocormus*, les *Leucophanes*, les *Schistomitrium* et les *Spirula*, qui sont de vraies Leucobryacées, et même avec les Pottiacées des genres *Calymperes*, *Syrrhopodon* et *Encalypta*, qui présentent à la base de leurs feuilles des cellules poreuses et aquifères.

La nécessitée de ces formations, de ces réservoirs d'eau, ressort, d'après l'auteur, des conditions de station que présentent certaines de ces Mousses. Plusieurs, comme les *Syrrhopodon* et les *Calymperes*, habitent la surface des troncs d'arbres des régions chaudes; aussi ont-elles besoin de faire des provisions d'eau, lorsque l'occasion s'en présente pour elles, afin de pouvoir franchir sans inconvénients les longues périodes de sécheresse qu'elles peuvent avoir à traverser.

De cette première sorte de réservoirs aquifères, l'auteur passe à d'autres dispositions présentées par les Mousses et qui ont le même but. Telles sont les oreillettes des feuilles, qui sont comme un vestige des cellules aquifères des Leucobryacées. Les lamelles, les filaments, les papilles qui ornent la surface des feuilles seraient aussi des appareils destinés à retenir l'eau. Il n'est pas jusqu'à la disposition des tiges en coussinets denses qui ne soit destinée à retenir également l'eau, ou encore la disposition rapprochée et serrée des feuilles sur la tige.

Pour trouver des homologies entre les différents groupes de Muscinées, M. Gœbel (1) s'adresse aux premiers états du développement. Ainsi la spore, en germant, produit un protonema qui est algoïde. Bien que dans certains cas ce protonéma ne soit pas filamenteux (*Sphagnum*, *Andreæa*), il n'est qu'une modification de la première forme. Il en est de même du protonema des Hépatiques qui s'adapte très bien au milieu où il vit. Dans quelques cas la tige de l'Hépatique qui porte les organes sexuels est un simple appendice du protonéma : ainsi, dans le *Metzgeriopsis pusilla*, la tige feuillée est réduite à l'appareil involucral des organes sexuels. De même la forme la plus simple des Mousses est le *Buxbaumia* que l'auteur étudie en détail. Cette étude était nécessaire car plusieurs des données de Gümbel et de Schimper sur cette plante sont fausses. Les deux espèces européennes du genre et le *B. javanica* se sont montrés identiques sous ce rapport. Ces Mousses sont dioïques et la plante mâle, très petite, apparaît comme une ramification latérale du protonéma. Elle est formée d'une feuille engaînante munie d'une fente et dépourvue de chlorophylle; elle est portée directement sur le protonéma sans qu'il se forme de tige. L'anthéridie unique qu'elle renferme,

(1) K. Gœbel : *Archegoniaten-Studien*. (Flora, 1892, p. 112) et : *On the simplest form of Moss* (Annals of Botany, 1892, p. 355).

par sa forme ovale ou sphérique et son long pédoncule, rappelle celles des Sphaignes ou des Hépatiques. Le développement de cette fleur mâle se fait de la manière suivante : sur le protonéma qui ne diffère de celui des autres Mousses que par la présence d'anastomoses entre les filaments, il se forme un rameau plus vigoureux. La cellule terminale se cloisonne obliquement, et donne la cellule mère de l'anthéridie, tandis qu'une seconde cloison oblique, perpendiculaire sur la première, découpe la cellule mère de l'enveloppe. La feuille involucrale diffère de celles des autres Muscinées pour son développement : la cellule terminale au lieu de se cloisonner sur ses deux faces, est partagée en deux par une cloison, et il se forme un système d'anticlines divergeant faiblement.

La plante femelle possède une petite tige et un seul archégone enveloppé de plusieurs feuilles involucrales ayant le même développement que la feuille de l'involucre mâle; elles sont également dépourvues de chlorophylle et leur bord est muni d'appendices piliformes qui, d'après l'auteur, peuvent fonctionner comme poils absorbants s'ils s'enfoncent en terre, ou bien peuvent servir à retenir l'eau, s'ils restent aériens. La présence de ces poils permet de considérer les feuilles involucrales comme des ramifications élargies du protonéma.

L'absence de chlorophylle dans les feuilles des *Buxbaumia* ne doit pas faire considérer ces Mousses comme parasites, car le sporogone et le protonéma assimilent le carbone. Il ne faut pas non plus considérer le *Buxbaumia* comme un type régressif et dégradé, mais simplement comme un type inférieur et primitif. Les *Diphyscium*, qui forment un genre voisin, se rapprochent des *Andreæa* et des *Sphagnum* par leur capsule subsessile ; la base de celle-ci émet des cellules en forme de boyau qui s'enfoncent dans la tige feuillée. Mais leurs feuilles s'accroissent par une cellule à double face. La vraie place des Buxbaumiées serait, en résumé, à côté des Andréæacées et des Sphagnacées.

5° *Hépatiques*.— M. Ruge (1) a fait de son côté une étude générale des organes végétatifs des Hépatiques. Toutes les espèces observées ont montré une tige appliquée par une de ses trois faces au support, sauf le *Haplomitrium Hookeri* et le *Calobryum Blumei* qui ont des tiges feuillées et dressées et les *Riella* qui vivent dans l'eau. L'auteur constate la présence de divers tissus : le tissu assimilateur, le tissu à réserves et le tissu mucilagineux. Les Ricciacées et les Marchantiacées présentent l'exemple du tissu assimilateur le plus différencié. Toutes les Hépatiques sans exception sécrètent du mucilage. En général cette substance est produite par des poils à tête sphérique qui couvrent le point végétatif. Mais il y a un tissu mucilagineux particulièrement bien développé chez les Marchantiacées et les Anthocérotacées.

L'auteur fait observer aussi que la multiplication par voie asexuée

(1) G. Ruge : *Beiträge zur Kenntniss der Vegetationorgane der Lebermoose* (Inaug.-Diss.) Munich. 1893.

est très fréquente chez les Hépatiques. Il est même probable que chaque espèce peut se reproduire de cette manière ; c'est tantôt par des rejets du thalle, tantôt par des bourgeons, tantôt par des tubercules ou des corbeilles à propagules, etc.

M. Gœbel (1) étudie certains types d'Hépatiques exotiques qui ont leur intérêt au point de vue de la biologie et de la morphologie générales. Tel est, par exemple, le *Treubia insignis*, espèce découverte à Java par l'auteur, et type d'un genre nouveau. C'est une Hépatique feuillée anacrogyne, qui comme les *Blasia*, établit un passage aux formes thalloides. Les feuilles des deux rangées latérales peuvent atteindre plus d'un centimètre (chez aucune autre Hépatique elles n'atteignent cette taille). Mais le *Treubia* tient des Hépatiques à thalle par la différenciation peu avancée de ses membres et par la position de ses organes reproducteurs. Il n'y a pas trace d'amphigastres. Mais la face supérieure de la tige rampante porte des sortes de houppes en zig-zag formant deux rangées de crêtes dorsales. La cellule initiale se divise par deux anticlines produisant des segments inférieurs qui forment les feuilles et la tige. Du segment supérieur naissent les crêtes dorsales. Dans l'espace angulaire situé entre ces crêtes et la face supérieure de la tige se forment les archégones et les propagules. M. Gœbel n'a pu, faute de matériaux, observer ni les fruits ni les anthéridies.

M. Stephani (2) qui a reçu de Java cette même Hépatique, fait, dans une planche, ressortir quelques particularités qui n'avaient pas été figurées assez clairement dans les dessins de M. Gœbel. Il montre aussi que dans une série d'espèces faisant le passage des formes à thalle, à celles qui sont feuillées, telles que *Pellia*, *Symphyogyna sinuata* et *Blasia*, c'est à côté de ce dernier qu'il faut placer le *Treubia*. Cependant M. Stephani ne reconnaît pas aux expansions latérales la valeur de feuilles, parce que leur mode d'insertion est différent de celui des Hépatiques feuillées, et qu'elles ont plusieurs assises de cellules. Quant aux appendices dorsaux, on retrouve quelque chose de semblable dans la thalle mâle des *Aneura*. C'est donc aux Hépatiques à thalle qu'il faudrait réunir le *Treubia insignis*.

M. Gœbel (3) étudie aussi une autre Hépatique de Java décrite depuis 60 ans par Nees et qu'on n'avait jamais retrouvée depuis, le *Calobryum Blumei*. Cette espèce est voisine du *Haplomitrium Hookeri*, dont elle a le port dressé. Les tiges aériennes naissent d'un véritable rhizome sympodique comme celles du *Convallaria Polygonatum*. Les points végétatifs sont pourvus de mucus. Les feuilles sont sur trois rangs et ont une consistance charnue parce qu'elles sont, comme chez le *Treubia*, formées de plusieurs assises de cellules. La cellule initiale a trois faces

(1) K. Gœbel : *Morphologische und biologische Studien. Ueber javanische Lebermoose.* (Ann. du jardin bot. de Buitenzorg. IX, 1890).

(2) F. Stephani : Treubia insignis. (Hedwigia. 1891).

(3) K. Gœbel : *loc. cit.*

et chaque segment donne naissance à une rangée de feuilles; mais on ne voit pas dans cette espèce les dichotomies habituelles aux Hépatiques acrogynes. La croissance du bourgeon terminal est limitée par la formation des organes reproducteurs, qui sont disposées en inflorescence terminale entourée de feuilles involucrales. En somme le *Calobryum* est actuellement le type extrême d'une série où se trouverait l'*Haplomitrium* comme base.

Quant au *Colura ornata*, c'est une Hépatique épiphyte vivant sur les feuilles. De son protonéma réduit à deux rangs de cellules naît, au moyen d'une cellule à trois faces, la plante feuillée. On n'observe pas de propagules chez cette espèce. Dès le début de la formation de la feuille les deux lobes sont distincts; le lobe inférieur se modifie en une sorte d'étroit conduit qui mène au lobe supérieur modifié en sac aquifère, le bord du lobe supérieur forme une sorte d'excroissance et celui du lobe inférieur donne naissance à un clapet qui ferme l'ouverture du sac. D'ailleurs beaucoup de feuilles sont dépourvues de ces sortes de sacs.

M. Gœbel a aussi observé la formation de sacs aquifères sur une espèce javanaise du genre *Plagiochila* : c'est le premier cas d'une telle formation observée dans ce genre d'Hépatiques.

Enfin, le *Kurzia crenacanthoidea* montre un nouvel exemple d'une Hépatique à feuilles réduites sur la tige stérile et bien développées sur la tige fertile. Les amphigastres sont formés de quatre cellules disposées sur deux rangs. Les feuilles latérales sont réduites à trois filaments, réunis à la base; deux d'entre eux correspondent au lobe supérieur, le troisième au lobe inférieur des feuilles normales. Cette espèce doit d'ailleurs être placée dans le genre *Lepidozia*.

M. Gœbel (1) a encore étudié quelques types d'Hépatiques rudimentaires. Dans le *Petrocephalozia ephemeroïdes* Spr. il y a comme chez les *Ephemerum* un protonéma persistant et la tige feuillée semble n'en être qu'un appendice. Le protonéma possède une portion verte, à filaments munis de parois épaisses, et une portion incolore dont les filaments ont des parois minces. La tige est à un état embryonnaire jusqu'à la formation des organes de reproduction qui sont enveloppés de feuilles semblables à celles de *Buxbaumia*.

Le *Petropsiella frondiformis* que Spruce considérait comme un Hépatique à thalle, est regardé par M. Gœbel comme un Hépatique feuillée, dont les feuilles latérales sont concrescentes : car elles n'ont qu'une seule assise de cellules, et leur bord est muni d'appendices qui rappellent ceux de certaines Hépatiques à feuilles libres. D'ailleurs il y a des amphigastres rudimentaires à quatre cellules. Sur les rameaux fertiles les feuilles sont isolées et insérées obliquement, leurs lobes sont munis de simples papilles.

Le *Zoopsis argentea* se rapproche davantage des formes feuillées : la tige est dorsiventrale et ses feuilles horizontales n'ont que deux cellules,

(1) K. Gœbel : *Archegoniaten-Studien*. (Flora, 1893, p. 82-108).

l'une porte un poil en fléau de balance, l'autre une simple rangée de cellules.

Pour le *Lejeunea metzgeriopsis* qu'il a déjà décrit, l'auteur complète la description qu'il a donnée ailleurs.

Quant à l'*Amphibiophytum dioicum* il présente le cas d'une Hépatique à thalle formant des feuilles caduques et se rapprochant des véritables Hépatiques à thalle comme les *Symphyogyna*. Les feuilles sont horizontales et n'ont qu'une seule assise de cellules : elles correspondent aux dents situées au bord du point végétatif des espèces typiques de *Symphyogyna*.

M. Gœbel considère toutes ces formes comme embryonnaires et comme représentant un état inférieur que d'autres Hépatiques parcourent dans leur jeunesse. Le thalle peut aussi se présenter chez les formes feuillées ; la différence entre les espèces à thalle et les espèces feuillées consiste surtout en ce que chez ces dernières, qui montrent un développement plus avancé dans l'appareil végétatif, l'apparition des organes sexuels n'a lieu que sur la tige feuillée. Ce sont les Hépatiques acrogynes. Chez les Hépatiques à thalle (anacrogynes) il peut y avoir des feuilles, mais elles n'ont rien de commun avec les organes sexuels : ceux-ci sont protégés par d'autres moyens.

L'auteur termine son travail par des remarques sur le développement des *Riella*. Hofmeister considérait le thalle de ces Hépatiques comme équivalent à celui des Marchantia, moins les ailes latérales. Mais M. Gœbel arrive à cette conclusion que les *Riella* ont un thalle dont le développement est vertical au lieu d'être horizontal : en somme le thalle des *Riella* est à celui des *Marchantia*, comme un phyllode d'*Acacia* est à une feuille ordinaire.

Dans un travail plus récent, M. Gœbel (1) reprend ses idées sur le rôle des organes qu'il qualifie d'aquifères et que Spruce et surtout Zelinka ont considéré comme produits par certains animaux inférieurs (Rotifères, Anguillules, etc.) vivant en symbiose avec l'Hépatique. L'auteur revient à ce propos sur une Hépatique néozélandaise, le *Metzgeria saccata*, qui, bien que thalliforme, possède des sacs aquifères. Cette plante est lignicole et a besoin de faire une provision d'eau. Les autres *Metzgeria* paraissent moins bien doués sous ce rapport; aussi leur développement est-il beaucoup moins grand. Cependant l'auteur décrit un *Metzgeria adscendens* de la Guyane anglaise qui retiendrait l'eau au moyen de touffes de poils, et une variété de notre *M. furcata* présenterait quelque chose d'analogue.

L'auteur groupe ensuite les Hépatiques d'après la forme de leurs appareils aquifères. Les unes, comme les *Trichocolea*, *Lophocolea muricata*, *Gottschea Blumei*, ont tout ou partie de leur appareil végétatif fortement ramifié et retiennent l'eau dans les intervalles de ces ramifications. D'autres, comme les *Frullania atrosanguinea* et *Lejeunea*

(1) K. Gœbel : *Archegoniaten-Studien*. (V. Flora, 1893, p. 423 et sqq.)

lumbricoides, ont des feuilles serrées et imbriquées qui déterminent des espaces capillaires où s'emmagasine l'eau : ce sont généralement des Hépatiques des régions chaudes pendant aux branches d'arbres à la manière des *Usnea* de nos régions. Enfin ces réservoirs aquifères peuvent être plus spécialisés et être formés par les auricules. Cela se produit de diverses manières : tantôt, comme chez les *Radula*, *Phragmicoma*, *Lejeunea*, etc., les deux lobes de la feuille ne laissent entre eux qu'un espace étroit. Dans ce cas rentre une espèce de *Radula* hétérophylle (probablement *R. amentulosa*) et le *Coluro-Lejeunea paradoxa*, que l'auteur décrit très en détail. Tantôt le lobe inférieur seul forme un sac aquifère en se gonflant ; c'est le cas des *Frullania* et des *Polyotus*. C'est ici surtout que M. Gœbel est obligé de défendre son opinion contre celle de M. Zelinka. Tantôt enfin l'appareil aquifère a la forme d'une coupe fermée par un clapet comme chez les *Physiotium* et l'auteur décrit tout au long l'appareil végétatif encore peu connu du *P. cochleariforme*. Ce *Physiotium* présente en dehors de cela une particularité remarquable, celle d'avoir une cellule terminale se cloisonnant seulement sur deux faces, et non sur trois, comme cela a lieu chez les autres Hépatiques.

M. Reeves (1) a étudié en détail le développement d'une autre Hépatique du même genre, le *Physiotium giganteum* Web. La cellule initiale de la tige est également à deux faces. Après chaque division, la cellule latérale se divise en deux cellules : la supérieure donne naissance au lobe principal de la feuille, et l'intérieure à l'auricule en forme de sac qui s'ouvre du côté de la tige. Les amphigastres manquent.

6° *Anatomie du sporogone.* — M. Bunger (2), dans un travail assez détaillé, s'est surtout occupé de la structure et du mécanisme des stomates dans la capsule des Mousses et aussi du tissu assimilateur.

M. Vaizey (3) dans ses études sur le sporogone des Polytrichacées se laisse guider par cette idée générale que les Mousses peuvent sous beaucoup de rapports être mises en comparaison avec les Phanérogames. Ainsi dans le pied du sporogone des Polytrichacées, il distingue un épiderme, une écorce, une enveloppe protectrice, et dans le cylindre central un leptophloème (Leptome d'Haberlandt) et un leptoxylème (Hadrom d'Haberlandt). Ces tissus sont les conducteurs des matières organiques et de l'eau. Le cylindre central est formé par l'endomérisième et le reste des tissus par l'exomérisième dont l'assise la plus interne donne la gaîne protectrice. En somme le leptophloème a les

(1) J. Reeves. *On the developpment of the stem and leaves of Physiotium giganteum* Web. (The Journal of Botany, 1894, p. 33).

(2) E. Bunger : *Beiträge zur Anatomie der Laubmoos-Kapsel* (Bot. Centralbl. 1890, II. p. 193 et suiv.).

(3) R. Vaizey : *On the Anatomy and developpment of the Sporogone of the Mosses. I. Polytrichaceæ* (Journal of the Linnean Soc. Bot. Vol. XXXIV, p. 262-285. 4 pl.).

mêmes fonctions que le liber des plantes vasculaires ; il y a d'ailleurs des analogies dues à la présence de tubes criblés à perforations non ouvertes. Le leptoxylème est conducteur de l'eau comme le bois des plantes vasculaires.

L'apophyse est un organe d'absorption et d'assimilation des gaz. Les stomates diffèrent un peu du type fondamental qu'on rencontre chez les plantes vasculaires. Le pied du sporogone correspond physiologiquement à la racine des plantes supérieures ; il est vrai qu'il n'est pas d'origine endogène, mais les *Phyllogonium* ont aussi une racine exogène ; ce serait là un terme de passage. L'absence de la coiffe s'explique par le mode de vie parasitaire du sporogone On sait que les racines des Phanérogames parasites manquent aussi de coiffe.

M. Vaizey (1) a étudié aussi en détail la structure du sporogone du *Splachnum luteum*, espèce norwégienne. Voici un aperçu de cette structure. Une coupe transversale pratiquée au niveau où la pédicelle s'enfonce dans la plante mère montre que l'épiderme de celui-ci est formé de grandes cellules allongées radialement et en contact avec les cellules de la plante mère ; le protoplasme paraît condensé du côté de cette dernière, et contient en ce point de nombreux leucites, tandis que la portion interne de la cellule épidermique montre de grandes vacuoles. Les leucites paraissent avoir un rôle absorbant, car ils manquent dans les cellules sous-jacentes où le protoplasme est cependant orienté de la même manière que dans l'épiderme. D'après l'auteur, ces couches sous-jacentes à l'épiderme joueraient le rôle du liber. Au centre du pédicelle sont de grandes cellules vides qui sont conductrices de l'eau.

Plus haut on trouve une assise de soutien sous l'épiderme, et une lacune d'origine lysigène au centre du pédicelle. Dans l'apophyse en ombrelle, sous la capsule, il n'y a plus de cavité, mais un tissu aqueux prolongeant celui du pédicelle. Dans la portion mince de l'ombrelle se trouve un tissu lacuneux chlorophyllien, qui, sous l'épiderme, à la face supérieure, prend l'aspect d'un tissu en palissade. Ce dernier manque sur la face inférieure. La face supérieure porte aussi des stomates, son épiderme est cutinisé et ses cellules contiennent de l'amidon. L'apophyse joue donc ici le rôle d'une feuille, dont elle a la structure. La capsule montre un épiderme très épaissi, puis 2-3 assises de cellules et une columelle.

M. Philibert (2) termine en 1889 et en 1890 la série de ses nombreux articles sur le péristome des Mousses. Dans le huitième article l'auteur étudie le péristome des Tétraphidées, et montre que celui-ci est une ébauche de celui des Polytrichacées qu'il a étudié précédemment. Ces

(1) J. R. Vaizey : *On the Morphology of* Splachnum luteum. (Ann. of Botany, 1890, p. 1). Voir aussi : *On* Splachnum luteum. (Proceed. of the Cambridge philosoph. Soc. 1888-1889).

(2) H. Philibert : *Etudes sur le péristome.* Huitième article. (Revue bryologique, 1889, p. 1, p. 39, p. 67 et 1890, p. 8, p, 25, p. 40.

deux familles ont un péristome différent du type des Arthrodontées, car les dents (de 4 à 6 4) sont formées de cellules en tissu compact, tandis que chez les Arthrodontées ces dents sont formées d'une seule rangée de cellules. Ces deux groupes montrent des intermédiaires. Il faut chercher ceux-ci dans les *Buxbaumia* en particulier, qui, dans une même capsule présentent l'alliance de la structure arthrodontée et de la structure némadontée. Ce genre doit être considéré comme un exemple de ces formes moins bien définies et plus variables qui ont dû précéder les types fixes et nettement caractérisés que nous observons aujourd'hui. Pas son isolement au milieu des familles actuelles de Mousses, par l'aspect étrange de ses fruits, par la multiplication et l'inconstance des éléments de son péristome, il offre tous les caractères d'une race très ancienne. Les Dawsoniées avec leur péristome divisé en lanières piliformes représenteraient l'une des formes les plus anciennes du type némadonté, tandis que les *Buxbaumia* représenteraient le commencement de la transition aux Arthrodontées. Enfin les Encalyptées correspondent à une autre phase de cette transition, déjà plus rapprochée de nous, où le péristome arthrodonté tend à prendre des formes plus précises et plus semblables à celles qui ont définitivement prévalu. On y voit en effet des espèces, telles que *E. longicolla*, *E. brevicolla* et *E. apophysata*, appartenant au type némadonté, mais passant par degrés au type arthrodonté. D'autre part l'*E. procera* et l'*E. streptocarpa* sont diplolépidés, tandis que dans les *E. rhabdocarpa*, *ciliata* et *vulgaris*, le péristome s'amoindrissant par degrés présente le type aplolépidé, qui disparaît.

Ce dernier type est celui auquel paraît s'être arrêté cette famille après avoir oscillé entre les deux autres. Les genres exotiques voisins, les *Syrrhopodon*, par exemple, appartiennent à ce même type aplolépidé souvent très amoindri. Ce type atteint, au contraire, un développement très remarquable dans les Barbulacées, qui par leur système végétatif (en particulier les *Syntrichia*) sont voisines des Encalyptées. C'est donc là qu'on pourrait chercher le point de départ des Mousses aplolépidées.

L'auteur termine par l'étude de quelques types de transition qui semblent avoir conservé la trace des degrés par lesquels a dû passer l'organisation péristomiale des Diplolépidées, tels les Discéliées, etc.

7° *Anthéridies et anthérozoïdes*. — M. Guignard (1) a étudié le mode de formation des anthérozoïdes qu'il a trouvé être assez uniforme chez les Muscinées. Voici comment cela se passe chez le *Pellia epiphylla*. Les cellules-mères des anthérozoïdes s'isolent ou restent unies deux par deux, par une face plane. Le protoplasme s'est contracté laissant un vide entre son bord et la membrane et le noyau forme en son

(1) L. Guignard : *Développement et constitution des Anthérozoïdes*. (Rev. génér. de Botanique. I, 1889, p. 63).

centre une masse importante. Ce dernier se porte bientôt sur le côté, devient ovoïde, puis réniforme. Une de ses extrémités s'allonge alors en bec, l'autre restant arrondie et plus volumineuse. A cet âge le bec se colore moins vivement que le noyau, par les réactifs de la nucléine, car il est formé, ainsi que l'auteur l'a démontré pour les Characées, de la partie fondamentale du noyau qui sert de support à la chromatine, cette dernière restant dans l'autre partie du noyau.

Le noyau prend bientôt la forme d'un croissant dont les extrémités ne tardent pas à se rejoindre de manière à former un premier tour de spire. La croissance continuant par l'extrémité rostrale, le noyau arrive à former un deuxième, puis un troisième tour. Les cils se forment de la manière suivante : lorsque le noyau encore ovoïde commence à former un bec qui sera la partie antérieure de l'anthérozoïde, le corps du noyau est entouré d'un côté par une mince couche de protoplasme. Cette portion ne contient pas de granulations. On voit alors se différencier à partir du bec une bande protoplasmique qui donnera les cils. La portion du protoplasme non employée diminue beaucoup de volume ; elle peut être complètement disparue lorsque l'anthérozoïde est mis en liberté, mais elle peut aussi persister dans le tour de spire postérieur sous forme d'une petite masse.

M. Kruch (1) décrit la reproduction dans un cas particulier chez une Hépatique d'Algérie, le *Riella Clausonis*. Voici ce qu'il a observé : la division nucléaire dans la cellule mère des anthérozoïdes est semblable, dans ses traits principaux, à celle que l'on observe chez les Phanérogames. Le nombre des segments nucléaires est toujours de huit dans les divisions successives des cellules de l'anthéridie destinées à donner les cellules mères des anthérozoïdes. Le même nombre se retrouve à la formation de l'anthérozoïde. La fusion de ces segments se fait lorsque déjà le corps de l'anthérozoïde commencer à se courber. Celui-ci pénètre dans le cytoplasme de l'oosphère, et y forme un noyau mâle où on retrouve les huit segments; le noyau de l'oosphère en possède également huit. Au contraire les noyaux secondaires provenant de la division du noyau de la cellule embryonnaire, offrent seize segments, nombre double de celui que présentent les noyaux sexuels.

On sait que chez les Muscinées l'anthéridie, par un processus général, dérive d'une cellule superficielle : M. Mottier (2) a trouvé que dans les *Notothylas*, genre d'Hépatiques de l'Amérique du Nord, voisin des *Anthoceros*, en compagnie desquels il croît, l'anthéridie dérivait d'une cellule hypodermique. L'archégone de ces Hépatiques se rapproche beaucoup de celui des Fougères. Dans le sporogone il se forme une columelle, comme chez les *Anthoceros*, mais cette columelle se diffé-

(1) O. Kruch : *Appunti sullo sviluppo degli organi sessuali e sulla fecundazione della* Riella Clausonis Lév. (Malpighia, 1890, p. 403, 2 pl.).

(2) D. M. Mottier : *Contributions to the life-history of* Nothothylas (Annals of Botany, 1894, p. 391, 2 pl.).

rencie en même temps que le sporogone se développe, et ce n'est pas une formation secondaire comme l'a prétendu M. Gœbel.

M. Farmer (1) a étudié de son côté une Hépatique de Ceylan, le *Pallavicinia decipiens*. C'est en somme la description détaillée d'une espèce peu connue, mais qui n'apprend rien au point de vue général. On y voit un rhizome formé d'un cylindre central, constitué par de longues cellules et entourées d'une écorce épaisse et d'un épiderme pilifère. La fronde est dichotomique et s'accroît à la manière des Hépatiques thalliformes. L'espèce est dioïque et les organes sexuels sont sur la face dorsale de la fronde fertile, qui est un peu plus étroite que la fronde stérile, ainsi que cela a lieu chez certaines Fougères. L'auteur a aussi observé la division des noyaux dans l'appareil reproducteur; les chromosomes y sont peu nombreux, quatre seulement.

(1) J.-B. Farmer : *Studies on Hepaticæ : On* Pallavicinia decipiens Mitt. (Ann. of Botany 1894, p. 35).

(A suivre).

L. Géneau de Lamarlière.

Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

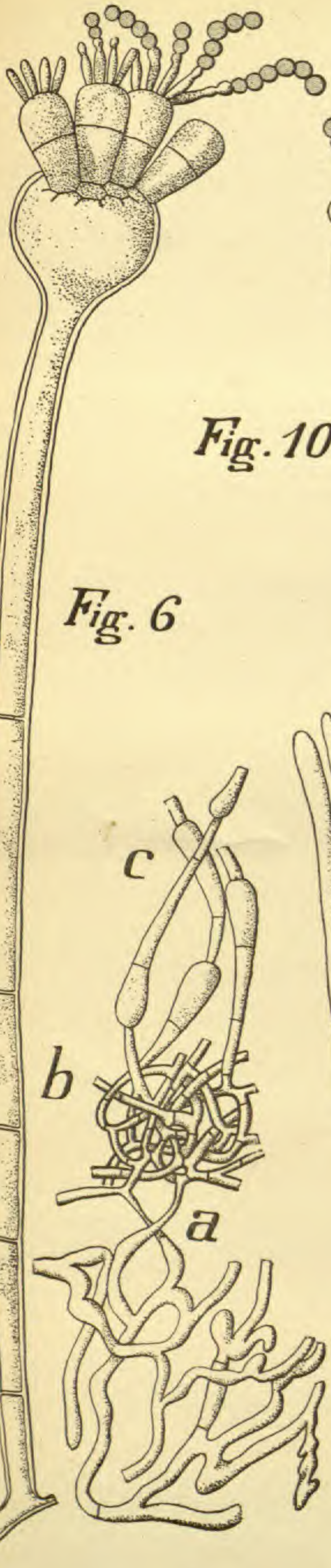


Fig. 6



Fig. 10



Fig. 11

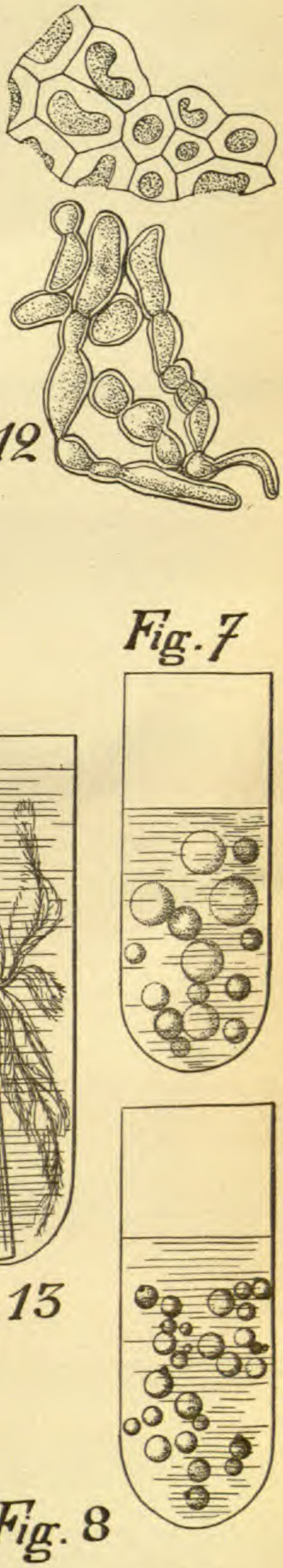


Fig. 12

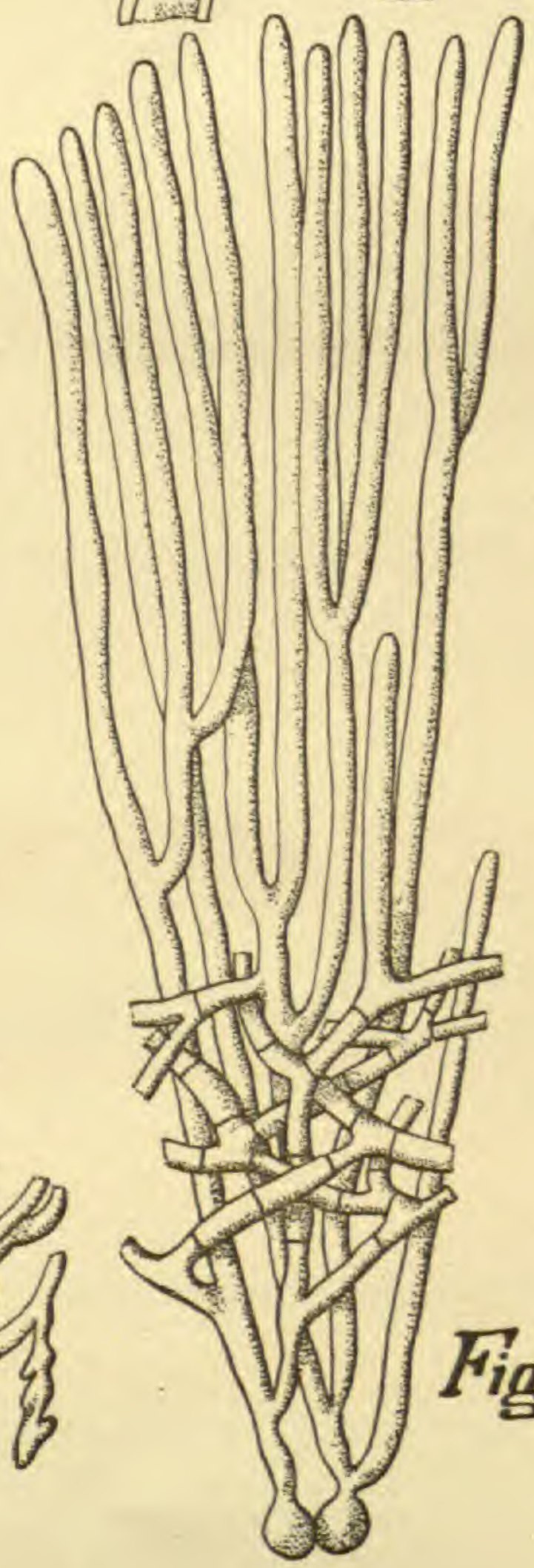


Fig. 9

Fig. 7

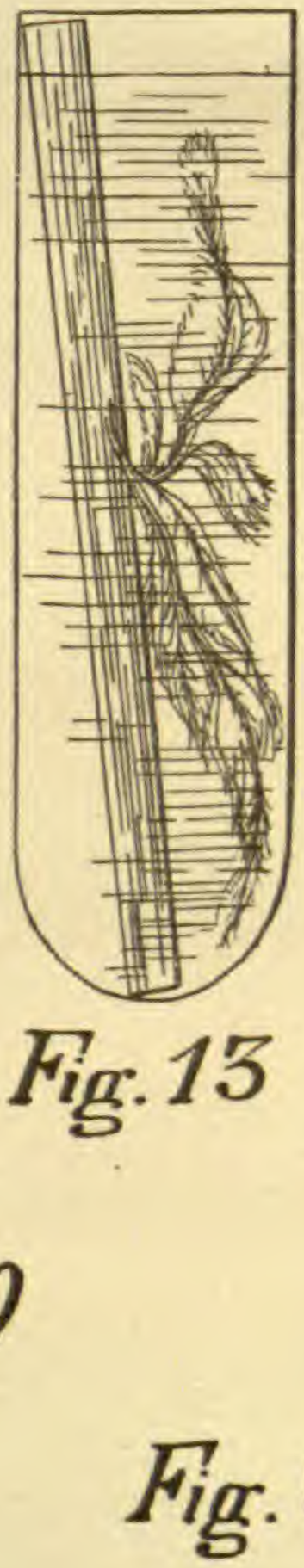
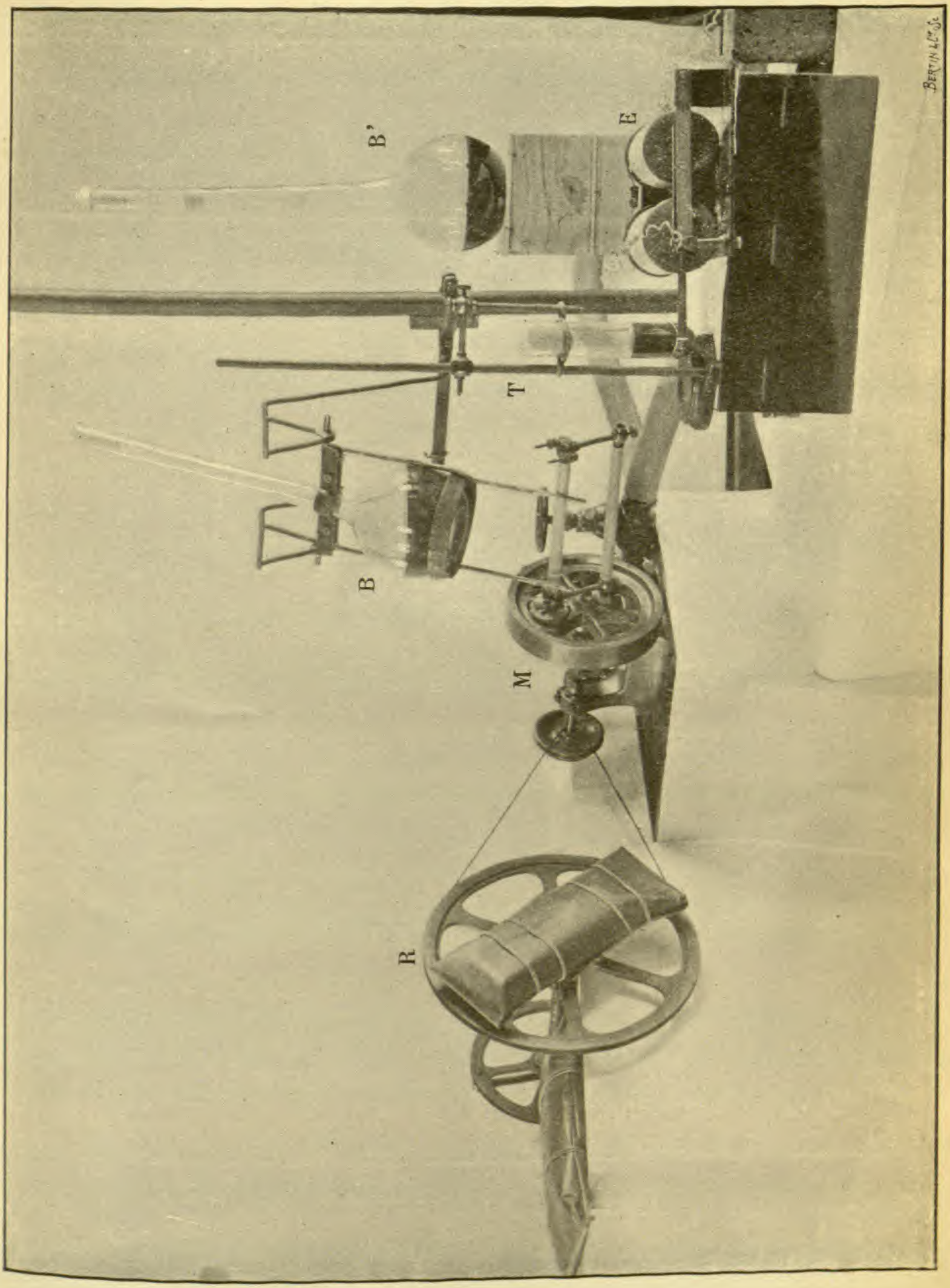


Fig. 13

Fig. 8

J. Ray del. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Bertin sc.*

Sterigmatocystis alba.



J. Ray, phot. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Berlin sc.*

Appareils pour cultures en liquides agités.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** parait le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne. 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales ***des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.***

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maitre de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maitre de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maitre de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Août 1897

N° 104

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 AOUT 1897

I. — SUR LES FAISCEAUX STAMINAUX, par **M. P. Grélot.** 273

II. — VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU (avec planches et figures dans le texte), par **M. J. Ray** *(fin)* 282

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 15. — *Sterigmatocystis alba.*

PLANCHE 16. — *Penicellium Sacchari.*

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LES

FAISCEAUX STAMINAUX

Par M. P. GRÉLOT.

L'absence de vaisseaux différenciés dans les faisceaux libéro-ligneux d'un organe adulte, est à coup sûr un fait digne de remarque et en contradiction avec la définition même du faisceau.

Assez répandue chez les Monocotylédones, cette particularité est considérée par tous les botanistes comme très rare chez les Dicotylédones.

Il y a plus d'un demi-siècle déjà que Mohl signalait chez les Palmiers la présence de cellules vasculaires imparfaites. 30 ans plus tard, Caspary (1) décrivait dans les genres *Aldrovandia*, *Monotropa*, *Nelumbium*, des faisceaux composés de cellules allongées, étroites, à membranes sans ponctuations et contenant un liquide coloré et granuleux (cellules conductrices simples), et de « vaisseaux imparfaits » dont les anneaux plus ou moins espacés alternent par groupes avec des tours de spire. Ces derniers vaisseaux se résorbent parfois totalement *(Aldrovandia, Nymphea)* pour ne laisser que des lacunes.

En 1864, M. Prilleux (2) constatait des faits à peu près identiques dans la tige de l'*Althenia filiformis*.

En 1868, M. Van Tieghem (3) étudiait la structure anatomique de la tige de l'Utriculaire commune où le faisceau unique qui occupe l'axe possède, outre des cellules conductrices simples, un vaisseau central imparfait, à anneaux espacés, mais dont la paroi ne se résorbe pas.

En 1870, le même savant, dans ses « Recherches sur la symé-

(1) Monatsberichte der Berliner Academie, 1862.

(2) Prilleux : « Recherches sur la végétation et la structure de l'*Althenia filiformis* ». Annales des sciences naturelles, 3e série, t. II, 1864.

(3) Ph. Van Tieghem : « Anatomie de l'Utriculaire commune ». Annales des sc. nat., 5e série, t. X, 1868.

trie de structure des plantes vasculaires » (1), signalait des vaisseaux entièrement résorbés dans les faisceaux de la racine chez *Elodea canadensis*, *Najas major*, *Potamogeton lucens*, et enfin des racines ne possédant ni vaisseaux ni cellules libériennes, ni cellules conjonctives, par suite de la destruction hâtive de la cellule-mère du cylindre central (*Vallisneria spiralis*, *Lemna polyrhiza*, *L. minor*, *L. trisulca*).

Enfin, en 1896, M. Van Tieghem (2) signalait un fait encore plus curieux : je veux parler de l'absence de méristèle dans les feuilles florales de certaines phanérogames. Chez *Gaiadendron Tagua* et *G. nitidum*, par exemple, « les faisceaux libéro-ligneux du calice sont remplacés par tout autant de minces cordons de cellules étroites et longues, renfermant une matière colorante jaune brun, mais entièrement dépourvus de vaisseaux et de tubes criblés ». Tantôt quelques sépales seulement (*Gaiadendron luteum*), tantôt tous les sépales à la fois sont dépourvus de méristèle (*Gaiadendron punctatum*. *G. puracence*, *Atkinsania ligustrina*, etc. Ainsi que la plupart des genres qui composent les Loranthacées). Ailleurs, ce sont les étamines qui sont dépourvues de méristèle (Arceuthobiacés, Ginalloacées, etc...) ; le même fait s'observe aussi dans les carpelles (*Arceuthobium*).

En résumé, d'après les exemples cités dans ce court historique, qu'il y ait arrêt de développement, résorption ou même absence complète de vaisseaux, on remarquera que ces faits n'ont été observés que dans des plantes considérées comme possédant une organisation inférieure (Loranthinées), ou le plus souvent dans des organes adaptés à la vie aquatique.

Je ne sache pas qu'on ait signalé jusqu'ici des faits analogues dans des fleurs appartenant à des familles considérées comme élevées dans la hiérarchie botanique.

Quelques exemples tirés des Gamopétales supérovariées feront le sujet de la présente note.

Si on suit attentivement sur des coupes sériées la marche des faisceaux staminaux depuis l'anthère jusqu'au niveau où ils entrent dans le système fibro-vasculaire du réceptacle, on est frappé des

(1) Ph. Van Tieghem : Annales des sc. nat., 5e série, t. XIII, 1870.

(2) Ph. van Tieghem : « Sur l'existence de feuilles sans méristèle dans la fleur de certaines phanérogames ». Revue générale de Bot. T. VIII, n° 96, 1896.

modifications nombreuses qu'ils peuvent subir chez certains types tant dans leurs connexions avec les faisceaux des autres cycles (comme je l'ai laissé entrevoir dans une note précédente) (1), que dans la nature des éléments qui les composent.

Examinons d'abord ce qui se passe dans le réceptacle.

Bon nombre de fleurs parfaitement développées observées au moment de l'anthèse, présentent dans leurs faisceaux staminaux (et souvent même dans ceux des autres cycles floraux) une interruption brusque des vaisseaux ligneux dans le réceptacle.

Qu'il soit collatéral, bi-collatéral ou concentrique (cette dernière forme est très répandue), le faisceau se trouve alors composé d'un liber normal, en tout semblable à celui des méristèles des autres cycles, et d'un parenchyme à cellules étroites et prismatiques, à membranes minces, cellulosiques et imperforées, au lieu et place de vaisseaux ligneux.

Les exemples suivants montrent une gradation croissante dans l'imperfection des vaisseaux.

Eutoca viscida. — Les faisceaux sépalaires et staminaux sont coalescents jusqu'au dessus du niveau d'insertion des faisceaux du gynécée (l'ovaire est légèrement semi-infère); les faisceaux staminaux, nettement bifasciculés, perdent sur un court espace leurs vaisseaux ligneux dès le niveau de courbure des faisceaux sépalaires auxquels ils sont superposés.

Polemonium reptans. — Les vaisseaux différenciés manquent dans les faisceaux staminaux dès le niveau où ceux-ci sortent du cylindre central, pour reparaître lorsque ces faisceaux auront gagné la périphérie, c'est-à-dire un peu au-dessous de l'insertion apparente de la corolle. Ces faisceaux staminaux sont concentriques dans le réceptacle. Il en est à peu près de même chez *Lavandula vera, Salpiglossis sinuata, Phlox paniculata*.

Erinus alpinus. — Mêmes faits que ci-dessus ; parfois on trouve vers la périphérie un tronçon de vaisseau spiralé très déroulé et très grêle.

Cynoglossum officinale. Symphytum echinatum. — Au niveau de

(1) Comptes rendus de l'Ac. des Sc., mai 1896. « Recherches sur la nervation carpellaire chez les Gamopétales bicarpellées de Bentham et Hoocker ».

courbure des faisceaux staminaux, un à trois vaisseaux seulement sont entraînés vers la périphérie, puis ils disparaissent bientôt ; les vaisseaux différenciés ne se retrouvent qu'à la base de la corolle.

Pulmonaria saccharata. Echium pyrenaicum. Myosotis alpestris. — Il existe encore des vaisseaux dans les traces staminales (dans le système central du réceptacle), mais ils manquent dès le niveau de courbure jusqu'à la base de la corolle.

Enfin, les faisceaux pétalaires donnent lieu parfois aux mêmes observations :

Jasminum fruticans. — Dès que les faisceaux pétalaires sont sortis du système central du réceptacle, ils prennent la forme concentrique et les vaisseaux disparaissent complètement : on n'en retrouve qu'un peu au-dessous du niveau d'insertion de la corolle.

Schizanthus pinnatus. — Sur un court espace, dans le réceptacle, les faisceaux pétalaires, concentriques, ne possèdent pas de vaisseaux. Ceux-ci apparaissent vers la périphérie un peu au-dessous du niveau où les faisceaux pétalaires se trifurquent avant de pénétrer dans la corolle.

Si maintenant nous montons du réceptacle jusqu'à l'anthère, nous voyons que chez la plupart des exemples cités plus haut, l'imperfection constatée dans le faisceau staminal se retrouve sous une autre forme dans la corolle.

Le groupe des Gamopétales bicarpellées sur lequel ont porté mes recherches nous fournit tous les degrés de soudure du cycle staminal avec le cycle pétalaire. On y rencontre des fleurs à étamines libres et des fleurs à anthères sessiles avec tous les termes de passage entre ces deux types extrêmes.

Nous remarquerons dès à présent que c'est surtout chez des fleurs où la concrescence des deux cycles, pétalaire et staminal, est le mieux accusée que l'imperfection du faisceau staminal se montre avec le plus de netteté.

On peut déjà considérer comme un premier degré de dégradation, la réduction qu'on observe dans le nombre des vaisseaux ligneux du faisceau staminal. Les files de vaisseaux se réduisent parfois à deux (*Echium grandiflorum*) et même à une seule (*Heliotropium europeum. Caryolopha sempervirens. Pulmonaria saccharata*). Les vaisseaux annelés et spiralés ont leurs anneaux espacés et leurs

épaississements ne présentent que très faiblement les réactions caractéristiques du bois.

Il arrive de rencontrer des faisceaux staminaux où les épaississements annelés et spiralés manquent sur une certaine longueur (*Cynoglossum bicolor. Cy. officinale*). La différenciation ligneuse va en diminuant progressivement vers la base de la corolle puis cesse tout à-coup environ vers le 1/3 inférieur de la hauteur du tube. Si on s'adresse à des sujets jeunes, bien avant l'épanouissement de la corolle, on constate que les faisceaux staminaux ne présentent pas encore de vaisseaux différenciés alors que les faisceaux pétalaires en possèdent déjà depuis longtemps. Il y a un retard dans l'apparition des vaisseaux staminaux.

Mais il arrive aussi que les vaisseaux du faisceau staminal, dans une fleur adulte ne présentent plus du tout d'épaississement annelés ou spiralés. Parfois un court tronçon avec des épaississements très grêles, témoigne de la nature vasculaire de la cellule examinée.

Prenons comme exemple la corolle de *Nonnea flavescens*.

Dans des corolles jeunes, on trouve dans le filet staminal un tronçon de vaisseau très grêle, étiré, mesurant 3-4 μ de diamètre environ, avec des bandelettes annelées ou spiralées extrêmement ténues. Au-dessous du filet il n'en existe pas. A l'état adulte, parfois les épaississements persistent en s'étirant de plus en plus ; très rarement, dans le tube, il s'en forme de nouveaux qui sont toujours très courts (1/10 millim. environ) et semblables à ceux qui se trouvent dans le filet. Toute la partie vasculaire du faisceau ne comprend alors, outre ces tronçons, que des cellules allongées, à membranes cellulosiques, sans ponctuations ni sculptures.

Quant au liber qui accompagne ces vaisseaux imparfaits il m'a toujours paru semblable à celui des faisceaux normaux du cycle pétalaire, c'est-à-dire qu'il comprend des tubes libériens du *type Courge* (1) et des éléments allongés que l'on peut considérer, soit comme des cellules-compagnes, soit comme des cellules de parenchyme libérien.

La modification que subit le faisceau peut être plus profonde encore, car chez certaines corolles, dans le filet, on ne retrouve plus

(1) Lecomte. « Contribution à l'étude du liber des Angiospermes ». Thèses de Paris, 1889, p. 228.

aucun vestige d'épaississement, alors qu'il en existait dans le filet sur la corolle jeune. Il faut donc qu'ils se soient résorbés. Et en effet, des coupes longitudinales à 1/300 millim. m'ont montré que le vaisseau annelé et spiralé subit dans certains cas, outre l'étirement corrélatif à l'accroissement intercalaire de la corolle, une résorption presque toujours totale de sa bandelette d'épaississement, mais sans formation de lacune comme dans les plantes aquatiques étudiées par M. Van Tieghem (1).

Il m'a été donné d'observer des vaisseaux spiralés présentant encore des vestiges de bandelettes. Celle-ci, qui est restée cellulosique, se résorbe peu à peu et apparaît alors sur la membrane propre du vaisseau sous forme de courts filaments interrompus çà et là, très grêles, amincis par places ; *la membrane cellulosique primitive du vaisseau persiste* et s'épaissit même légèrement tout en restant cellulosique : *la bandelette seule disparaît.*

Les mêmes faits se retrouvent à peu près identiques chez *Nonnea rosea* et chez plusieurs espèces appartenant au genre Myosotis.

Ainsi, la différenciation des faisceaux staminaux se fait d'une manière très imparfaite et longtemps après celle des faisceaux pétalaires chez *Myosotis alpestris*. Dans la fleur adulte, les épaississements annelés et spiralés ne se sont pas faits ou ont complètement disparu, sauf quelques tronçons très grêles dans la partie supérieure du filet ; il en est de même chez *Myosotis silvatica* (doublé) et *M. hispida.*

Chez *M. Azoricas*, quelques échantillons possédaient des vestiges de vaisseaux différenciés. La plupart n'en contenaient pas.

L'imperfection vasculaire est plus complète chez *M. intermedia* que chez tous les Myosotis cités jusqu'ici. J'ai examiné dans cette espèce un grand nombre de fleurs à tous les états de développement et je n'ai pu en trouver qu'une seule, jeune, présentant un vaisseau différencié dans un faisceau staminal. Il est rare d'en découvrir des vestiges dans la fleur adulte.

Toutes les fleurs examinées plus haut appartiennent aux Borraginées. Chez les Scrophulariées, je n'ai encore trouvé les mêmes faits que chez *Erinus alpinus.*

La fleur est sensiblement zygomorphe et comprend 4 étamines

(1) Ph. van Tieghem loc. cit. page 2.

didynames : la 5e est totalement avortée. Les deux étamines latérales qui sont les plus développées ont un court filet contenant çà et là quelques tronçons de vaisseau spiralé, très peu différenciés, très minces et étirés ; on en retrouve encore quelques-uns au-dessous du filet dans la partie supérieure de la région concrescente.

Dans une corolle très jeune (1 millim. 1/2 de long), on trouve une file de vaisseaux spiralés mesurant 5 μ de large environ dans chaque faisceau staminal ; ces vaisseaux ont le même diamètre que ceux des faisceaux pétalaires mais présentent déjà çà et là de courtes interruptions avec des régions étirées. Dans la corolle adulte (1 cent. long.), on remarque que les derniers vaisseaux spiralés formés dans les faisceaux pétalaires sont au moins deux fois plus larges que l'unique vaisseau staminal qui a conservé son diamètre primitif. Les deux étamines latérales, plus courtes que les antérieures, ne contiennent plus aucun vestige d'épaississement, soit dans leur filet, soit au-dessous. Là encore ils ont été résorbés.

Enfin les Labiées m'ont offert également un type présentant les mêmes phénomènes.

Chez *Lavandula vera*, les vaisseaux staminaux au nombre de 2-3 files dans le filet sont bientôt réduits au-dessous à une seule file, en même temps que les anneaux s'écartent de plus en plus et que les tours de spire se déroulent. Vers la base de la corolle, ils disparaissent parfois totalement, parfois ne présentent plus qu'un très faible tronçon. Leur diamètre ne dépasse pas 5 μ tandis que celui des vaisseaux pétalaires atteint 12-15 μ.

Examinons maintenant les conclusions que l'on peut tirer de ces faits.

On a vu que, dans le réceptacle, il n'y a pas formation de vaisseaux différenciés. Les cellules qui devraient donner les vaisseaux ligneux restent procambiales. Dans la corolle au contraire, à l'état jeune, il y a généralement formation de vaisseaux, mais ces vaisseaux, au lieu de suivre les développements successifs des éléments environnants, ne s'accroissent plus. Leurs tours de spire s'étirent par suite de l'accroissement intercalaire et le plus souvent disparaissent. Quoi qu'il en soit, dans la corolle, l'état procambial de la partie ligneuse des faisceaux a été dépassé puisqu'il y a eu différenciation en vaisseaux annelés et spiralés.

L'étude du réceptacle nous montre donc que dans un faisceau

le liber peut se former avant le bois, tandis que ce dernier peut rester procambial; cela nous amène à dire qu'il convient d'apporter une restriction à cette proposition de M. Bertrand (1) concernant la formation du faisceau : « Si l'on considère un faisceau d'un organe dans toute son étendue, les premières trachées qui s'y caractérisent se forment dans les régions de cet organe qui n'ont à subir qu'un accroissement ultérieur peu considérable. Il n'y a donc pas lieu de chercher une règle spéciale pour connaître si cette formation procède toujours de bas en haut ou de haut en bas. Ce résultat était facile à prévoir a priori ». En effet, une corolle de *Symphytum echinatum*, mesurant 3 mill. 1/2 de long, présente déjà des vaisseaux différenciés dans ses faisceaux staminaux et il est incontestable que ces faisceaux auront à s'accroître considérablement en longueur jusqu'au moment où la corolle aura atteint sa taille définitive, environ 1 cent. 1/2 de long. Dans le réceptacle au contraire, ces mêmes faisceaux n'auront à subir qu'un très faible accroissement intercalaire et cependant il ne s'y formera pas de vaisseaux. Le lieu d'apparition des premiers vaisseaux ne représente donc pas toujours le niveau de la plus faible croissance intercalaire si on considère le faisceau dans toute sa longueur.

Et maintenant on peut se demander si cette imperfection, cette dégénérescence du système vasculaire entrave dans une certaine mesure le développement normal de l'anthère et du grain de pollen.

J'ai pu constater chez les nombreux échantillons que j'ai examinés pour chacune des espèces citées plus haut que toujours le grain de pollen avait une structure normale. On pourra objecter que la fécondation chez ces fleurs peut être faite par des graines de pollen venant d'autres fleurs de la même espèce mais ne présentant pas cette dégradation vasculaire, et que celle-ci peut-être imputée à la nature du sol, à l'exposition spéciale des plantes ayant fourni les corolles étudiées, etc.

Et d'abord, dans les espèces citées plus haut, je n'ai trouvé aucune corolle adulte présentant un faisceau staminal normal. De plus, j'ai fait l'expérience suivante sur un pied de *Myosotis silvatica*.

Après avoir supprimé toutes les fleurs flétries ou épanouies pour ne laisser subsister que des fleurs en bouton, j'ai placé la plante en

(1) C. E. Bertrand. « Théorie du faisceau ». Bull. scient. du département du Nord, février 1880, en note page 55.

observation dans un pot que jai entouré complètement de mousseline fine de façon à opposer un obstacle infranchissable aux insectes ou aux poussières atmosphériques. Le pot fut placé sur une fenêtre du laboratoire. J'ai pu constater par le développement des ovules après la chute des corolles que la fécondation avait eu lieu. Toutes les corolles ont été recueillies et examinées ; toutes présentaient les particularités signalées plus haut.

Ces faits, ajoutés à ceux décrits par M. Van Tieghem chez les Loranthacées, montrent donc clairement que le développement du système vasculaire des étamines n'est pas absolument nécessaire au développement normal de l'anthère et à la formation du grain de pollen parfait.

On peut se l'expliquer ainsi : le rôle principal des vaisseaux ligneux, surtout chez des organes de nature foliaire, est avant tout de transporter de l'eau avec des matières dissoutes. Or cette eau se rend surtout aux feuilles végétatives, aux organes verts, pour y être évaporée en grande partie et concourir aussi à la formation des multiples combinaisons chimiques qui s'édifient au niveau du grain de chlorophylle. Les étamines qui n'ont, comme la corolle, qu'une durée éphémère, dont la masse parenchymateuse est relativement faible et n'offre pas les phénomènes de la chlorovaporisation, n'exigent donc pas un apport considérable d'eau. Ce qu'il leur faut pour assurer le développement de l'anthère c'est surtout de la sève élaborée qui circule dans le liber. Aussi ce liber existe, comme on l'a vu, sur tout le parcours des faisceaux staminaux, alors même que les vaisseaux ligneux ne se sont pas formés ou qu'ils ont subi une dégénérescence complète. Les vaisseaux ligneux, n'ayant pas à fonctionner, disparaissent.

(Travail fait au laboratoire de Matière médicale de l'École supérieure de Pharmacie de Nancy).

VARIATIONS DES CHAMPIGNONS INFÉRIEURS

SOUS L'INFLUENCE DU MILIEU

par M. J. RAY *(Fin).*

Chapitre III.

ADAPTATION. — DÉSADAPTATION. — ÉVOLUTION D'UNE CULTURE D'UN ORDRE DÉTERMINÉ.

I.

Etudions maintenant comment un caractère nouveau s'établit. Considérons par exemple le cas de notre première culture. Nous avons recueilli des spores d'un *Sterigmatocystis alba* sur du fromage moisi, nous les avons semées dans une solution de glucose : il a été obtenu de la sorte la culture d'ordre 1 relative à ce milieu. Au bout de quinze jours seulement des fructifications ont commencé à paraître tandis que les têtes sporifères se montrent au troisième jour quand on répand des spores sur le fromage. Examinons la plante à ce moment où elle devient complète. Le thalle, peu étendu, est constitué par un mycélium dont les articles ont des dimensions intermédiaires entre celles de la culture origine et celles qui ont été données dans le chapitre premier relativement à la culture sur glucose.

L'appareil reproducteur rappelle assez nettement la forme primitive ; le pied seul est différent ; c'est un filament du calibre ordinaire des hyphes mycéliennes moins cloisonné pourtant que celle-ci, et dressé : il porte (Pl. 14, fig. 15) un gros renflement terminal, avec basides, stérigmates et chapelets de spores, mais il y a une certaine indétermination dans la forme et les dimensions des basides et stérigmates. En outre, les diverses têtes ne se ressemblent

pas ; il y en a de moins modifiées par rapport à la forme primitive, et de plus rapprochées de la forme finale. Donc, dans cette culture d'ordre 1 ou première culture, pas de pied différencié, indétermination de la tête, des basides et stérigmates.

Recueillons les spores pour les semer dans un tube nouveau de la même solution de glucose. C'est la culture d'ordre 2, ou deuxième culture. Faisons une troisième culture : dans celle-ci, dès le dixième jour, nous aurons une plante plus développée que dans la première culture après quinze jours. Le thalle est plus abondant, les fructifications aussi ; de plus, il y a des différences dans leur constitution avec la première culture : les articles tendent nettement vers une forme cylindrique courte ; l'appareil reproducteur est constitué par un filament dressé encore, moins différencié en pied que dans le cas précédent, et à peine renflé au sommet ; mais il porte quatre ou cinq grosses proéminences arrondies (Pl. 14, fig. 16), munies de stérigmates avec spores, et ces spores ont toujours le même diamètre. La tête commence donc à s'effacer, après le pied ; les basides et stérigmates, ces replis de premier et deuxième ordre du renflement terminal, ont pourtant subsisté, et la propriété du sommet du pied s'est pour ainsi dire reportée sur les replis de premier ordre. On ne rencontre plus ici les fructifications observées dans la première culture.

Continuons à faire des reports sur tubes frais. Quand nous arrivons à la sixième culture, nous obtenons dès le huitième jour un développement encore plus abondant que dans la troisième culture au dixième jour, et cette fois l'appareil reproducteur a la forme décrite plus haut comme caractérisant une culture sur glucose. Les basides et stérigmates se sont effacés, il ne reste plus que les chapelets de spores insérés au sommet d'un filament dressé. A partir de maintenant, toutes les cultures d'ordre plus élevé montrent les mêmes caractères. Pourtant la neuvième se développe un peu plus vite que la huitième, la dixième un peu plus vite que la neuvième, mais les différences de temps décroissent graduellement : il arrive un moment où toutes les cultures d'ordre successif sont identiques.

Voilà, dans le cas de notre Champignon, un résultat semblable à celui que Wasserzug a obtenu avec *Micrococcus prodigiosus* : cette Bactérie était devenue un Bacille au bout de *quinze*

cultures. C'est également une variation héréditaire que M. Laurent a réalisée dans le Bacille de Kiel rendu incolore par l'exposition à la lumière.

L'ensemble des phénomènes que nous venons de décrire constitue *l'adaptation* du *Sterigmatocystis* à la vie dans un jus sucré et la *désadaptation* par rapport au milieu primitif. Il a fallu six cultures pour que le Champignon prenne sa forme définitive. Dans la première, la spore semée tend à produire une plante ayant les caractères de celle qui l'a engendrée, mais ces caractères ne sont pas en rapport avec l'aliment fourni et les nouvelles conditions physiques. Reportons-nous à l'époque où une spore, venue d'une origine quelconque, est tombée sur le fromage moisi, se trouvant alors dans les conditions qui ont fait le *Sterigmatocystis alba*. Supposons que cette spore soit, au lieu de cela, tombée dans une solution de glucose ; elle n'aurait pas donné le *Sterigmatocystis alba*, elle n'aurait pas donné non plus la forme que nous avons décrite relativement au glucose.

En somme, étant considéré la spore, S, apportant en elle certaines tendances, on peut écrire :

$$S \rightarrow \begin{cases} \text{Fromage : } \textit{Sterigmatocystis alba.} \rightarrow \text{Glucose : forme } F. \\ \text{Glucose : Forme } \Phi. \end{cases}$$

F est une forme participant de Φ et du *Sterigmatocystis alba*. La forme que prend un être introduit à l'état de spores dans un milieu déterminé est le résultat des tendances héréditaires apportées par le germe et des conditions où peuvent s'accomplir les phénomènes vitaux dans le milieu nouveau.

Les deux actions se combinent, l'une tendant à produire une forme, l'autre une forme différente ; on arrive à un état d'équilibre. Cet état d'équilibre présente la particularité suivante : sa stabilité varie avec le temps. Ainsi, recueillons des spores de la huitième culture sur glucose, et semons-les sur fromage. Le Champignon se développe, mais moins vite que si notre semis provenait d'une plante ayant poussé sur le fromage : au lieu de fructifier en trois jours, il fructifie au bout de cinq jours seulement et encore ne donne-t-il pas la forme primitive. Mais les spores issues de cette première culture donneront en quatre jours une plante fertile, bien mieux développée d'ailleurs, et plus semblable au *Sterigmato-*

cystis alba. Au bout de trois cultures, nous aurons de nouveau ce dernier. Faisons la même opération en partant de la dixième culture de la forme *F*, il faudra au moins quatre reports pour retrouver le stérigmatocyste blanc. Le retour à la forme première est d'autant plus difficile que nous nous adressons à une culture d'ordre plus élevé de la forme *F*. Nous voyons d'autre part qu'il faut moins de temps pour revenir au *Sterigmatocystis alba* en partant de *F* qu'il n'en a fallu pour l'inverse.

En résumé, dans l'exemple que nous avons pris, se manifestent les phénomènes suivants :

1° Pendant huit cultures successives, le Champignon *varie progressivement* de la forme *Sterigmatocystis alba* à la forme *F* ; à chaque culture, le développement demande un certain temps, différent du temps correspondant à la culture origine, et la durée du développement va sans cesse en décroissant ;

2° A partir de la huitième culture, *la forme F est d'autant plus stable que l'ordre est plus élevé* ;

3° Les caractères ont varié dans l'ordre suivant :

a) Forme du pied ;
b) Tête renflée ;
c) Dimensions des basides et stérigmates ;
d) Présence de tête, basides et stérigmates.

Les dimensions des spores sont restées constantes pendant toute la période de transition.

Ces résultats n'étaient pas évidents à priori, comme on pourrait le croire. En se bornant aux hypothèses, sans faire d'expériences, on pouvait aussi bien supposer qu'à la première culture sur glucose, il se produirait tout simplement un développement moindre, avec même appareil reproducteur (sinon avec un thalle semblable, à cause du contact intime de ce dernier avec le substratum) ; et de même aux cultures suivantes, jusqu'à l'apparition d'une forme reproductrice nouvelle, définitive, susceptible de suppléer la première. On pouvait supposer encore que l'adaptation consistait en un ralentissement considérable du développement lors du premier semis pour aboutir, sans qu'il soit nécessaire de pratiquer un deuxième semis, à la forme reproductrice nouvelle seule possible dans le milieu nouveau. Il est remarquable de voir au contraire *une*

série de formes reproductrices nettement définies et fertiles. De plus il est intéressant d'assister pour ainsi dire à l'action du milieu ; et la marche de cette action, en train de se produire, nous éclaire aussi bien sur la valeur des caractères de structure que l'a fait le résultat définitif .

Pour certains milieux, il suffit de une ou deux cultures successives, qui ont d'ailleurs un développement plus rapide que dans le cas précédent, pour arriver à la forme correspondante ; il en est ainsi dans le cas des cultures sur carotte, pomme de terre, gélatine ; les mêmes lois s'observent au cours de l'adaptation ; la vitesse est simplement plus grande.

Pour d'autres, les sels minéraux par exemple, la vitesse d'adaptation est plus faible, notamment dans l'emploi du phosphate d'ammoniaque. La première culture, au bout de cinquante-deux jours, n'avait donné qu'un très léger stroma, formant couronne autour du tube, avec une fructification très ténue. La dixième culture, quarante-trois jours après le semis, produisait déjà un stroma cousistant recouvrant une bonne partie de la surface liquide, fructifié aussi. A la douzième, dès le trente-neuvième jour, le développement était plus abondant encore. Ajoutons que progressivement on tendait vers la forme définitive, presque établie dans la douzième culture.

Enfin, dans le cas des sucres, de l'amidon, la vitesse d'adaptation est intermédiaire entre ces deux extrêmes.

Cette vitesse est fonction de deux variables : le nombre des cultures nécessaires pour arriver à l'état d'équilibre, la durée du développement de chaque culture. Chacune de ces variables dépend de deux facteurs ; la nature de la spore semée (son passé), la nature physique et chimique du milieu. On ne voit pas un rapport immédiat entre les deux variables ; si l'on ralentit le développement par un moyen quelconque, on ne trouve pas qu'il faille moins de cultures ; les milieux à développement lent ne demandent pas un nombre de cultures plus petit, un développement rapide n'entraîne pas un grand nombre de cultures.

Pour tous les milieux, on remarque que le retour au milieu primitif ne demande pas le même temps que le chemin inverse ; tantôt le retour est plus rapide, tantôt il est plus lent ; nous n'avons pu établir de loi générale.

En résumé :

1° L'adaptation du *Sterigmatocystis alba* se fait par *une série de formes successives fertiles.*

2° La variation suit la marche que nous représentons par ce tableau :

Thalle	*Appareil reproducteur*
Dimensions.	*a*) Dimensions des divers organes. *b*) Différenciation du pied ; en se modifiant, elle fait varier les dimensions de la tête, des stérigmates et basides, le nombre de ceux-ci. *c*) Tête renflée ; sa disparition est suivie des mêmes effets. *d*) Deux ordres de replis, stérigmates et basides.

Plaçons en regard le résultat fourni par l'examen des cultures fixées ; désignons par α les caractères variant souvent, par β ceux qui ne varient pas souvent, et par γ ceux qui ne varient jamais.

Thalle	*Appareil reproducteur*
α) Dimensions.	α) Dimensions.
	β) Différenciation du pied. Tête renflée, avec stérigmates et basides.
γ) Filaments. Articles.	γ) Filament dressé. Ramification terminale. Chapelet de spores. Volume des spores.

Ces deux tableaux peuvent nous conduire à formuler cette conclusion :

Pour le thalle, la forme filamenteuse, la structure articulaire sont les deux premiers caractères acquis, dominant tous les autres.

Pour l'appareil reproducteur, il y a d'abord eu des filaments dressés, se ramifiant au sommet en chapelets de spores ; puis se sont développées des têtes sphériques avec deux ordres de replis.

Enfin le filament dressé s'est différencié, ce qui a déterminé le nombre et les dimensions des organes apparus.

Nous retraçons ainsi l'histoire de la plante par l'examen de ses variations.

II.

Jusqu'à présent, nous avons étudié des cultures arrivées à leur entier développement, c'est-à-dire produisant des spores, en d'autres termes des plantes adultes.

Nous aurons complètement terminé l'examen de la moisissure dans ses divers états quand nous aurons considéré l'évolution d'une culture, la série des phénomènes compris entre la germination et l'épuisement complet du substratum.

Deux points y sont intéressants :

1° Le développement d'une tête sporifère ;

2° L'apparition de sclérotes dans une culture vieille.

1° Développement d'une tête sporifère.

Prenons par exemple le cas de la culture sur carotte. Il s'élève du thalle un gros filament cloisonné, d'abord de même calibre sur toute son étendue ; ce filament se renfle à son sommet et la tête ainsi formée bourgeonne sur toute sa surface : les basides naissent ; bientôt sur elles se dressent des stérigmates.

On voit que ce développement ne reproduit pas exactement l'évolution dans le temps ; il y a *renversement dans l'ordre de certains stades* (tête, pied).

Pourtant le développement d'une culture sur pomme de terre nous offre le phénomène suivant, très remarquable. A la surface du thalle se forment d'abord des fructifications comme celles que représentent les fig. 3 et 4 de la pl. 12 ; c'est la *reproduction exacte de la phylogénie*, avec arrêt à un stade éloigné encore de l'état actuel : ces fructifications, en effet, ne sont point stériles. Plus tard, d'ailleurs, apparaissent les têtes sporifères normales, par le même processus que pour la carotte.

Voilà les seuls faits sur lesquels nous devions appeler l'attention dans l'ontogénie de la plante.

2° Apparition de sclérotes.

Les sclérotes se forment sur les points de la culture où le milieu commence à s'épuiser, ou tout au moins en des régions de la plante dont les fructifications ont produit toutes leurs spores. Dans des cas exceptionnels, comme celui des liquides agités, nous les avons cependant obtenus quand la plante était encore jeune; il a été dit comment on peut l'expliquer. Quand on les trouve sur un thalle âgé, ils ont une constitution assez différente (Pl. 13, fig. 12). Ce sont des corpuscules plus ou moins ronds, pouvant atteindre un millimètre de diamètre, bruns foncés, résistant à l'écrasement. La périphérie est formée d'un stroma noirâtre simplement un peu plus compact que le stroma du thalle, et à parois cutinisées; tout le reste de la masse est un pseudoparenchyme d'articles gros et courts à parois épaisses demeurées cellulosiques. L'origine filamenteuse de ce parenchyme est par endroits très visible.

Les sclérotes se développent soit dans l'épaisseur du milieu nutritif, soit à la surface. Plus la culture vieillit, plus ils sont nombreux. Quand le milieu est complètement épuisé, la plante se réduit aux sclérotes et l'ensemble des spores. Nous en avons rencontré sur tous les milieux, sauf les sels minéraux; dans ce dernier cas, ce n'est peut-être qu'un retard, dû à la lenteur de l'évolution. Sur les matières amylacées, le riz, l'amidon, la pomme de terre, ils se montrent plus tôt que partout ailleurs et en plus grand nombre. Nous avons conservé toutes nos cultures, les sclérotes n'ont pas encore évolué ; il se pourrait que ce soit là un stade d'une forme reproductrice parfaite.

Tel est l'ensemble de nos observations sur le *Sterigmatocystis alba*.

Les résultats obtenus ont leur utilité pour la classification. Si nous en tenons compte pour d'autres Champignons ou si nous procédons sur celles-ci au même travail, il sera aisé de faire un groupement naturel.

D'autre part, la variabilité des caractères nous suggère une remarque importante. Les spores étant toujours emportées d'un milieu sur un autre, une forme trouvée est une forme passagère; nous ne sommes jamais sûrs de la retrouver plus tard. Maintenue sur son milieu, elle peut demeurer indéfiniment constante.

Chapitre IV.

CULTURES D'AUTRES ESPÈCES.

Nous avons étudié par les mêmes méthodes deux autres formes appartenant également au genre *Sterigmatocystis* : ce sont par conséquent des plantes à thalle filamenteux articulaire, se reproduisant par têtes sporifères munies de basides et stérigmates avec chapelets de spores.

La première a été trouvée dans un tube de carotte contaminé accidentellement. Son thalle est constitué par un mycélium blanc rosé et un stroma de cassure ocracée. Les fructifications ont une double teinte, rose et verte. Le pied, non cloisonné, est terminé par un renflement peu accusé couvert de basides globuleuses ; les stérigmates sont courts, les spores rondes et leur surface est hérissée de petites pointes. Un pigment rouge vif remplit les basides et la tête ; on le trouve en gouttelettes dans le pied ; les spores sont vertes, d'une dimension de 2 μ, 6. Il nous a été impossible de rapprocher ce champignon d'une espèce connue ; nous l'appellerons *Sterigmatocystis bicolor*.

Dans tous les milieux, ces caractères de forme et de structure ont varié, sauf pourtant la dimension des spores. En particulier, dans une solution sucrée, nous avons obtenu des formes très simples réduites à de courts filaments ramifiés au sommet. Entre cette forme extrême et la forme origine, nous avons rencontré toutes les transitions, comme pour le *Stérigmatocystis alba*.

Nous avions ici à examiner un caractère absent dans l'exemple choisi pour type, la présence d'un pigment. Ce pigment appartient à la catégorie des *lipochromes* ou « Fettfarbstoffe », ces substances colorantes rouges ou jaunes qu'on trouve dans les cellules vivantes dissoutes dans les corps gras. Dans un certain nombre de cas, ce pigment est dissous dans le liquide de culture : c'est ainsi que le jus de raisin prend une belle coloration rose. A propos de

la distribution de ce pigment, nous croyons devoir placer ici une remarque, nous renseignant davantage sur sa nature ; sa présence dans le thalle est corrélative de ce fait que les hyphes du Champignon sont réunies en cordons, qu'il y a fasciation. Des hyphes isolées semblent incolores ; elles sont roses, *chacune isolément*, quand elles font partie d'un faisceau. En outre, il arrive dans toutes les cultures que le thalle, dans son développement, vient, pour ainsi dire, butter contre la paroi du tube : au contact de cette paroi se manifeste une pigmentation rouge intense. On sait enfin que le stroma est toujours plus ou moins coloré, alors qu'en général le mycélium est incolore. Ces phénomènes sont probablement en rapport avec la nature d' « excreta » des pigments : l'excrétion se fait par toute la surface de la plante ; or, si un filament est isolé, le produit de l'excrétion s'élimine facilement, puisqu'il y a une grande surface libre ; au contraire, dès que, par un contact plus ou moins étendu, cetle surface libre est réduite, souvent même réduite à zéro, on comprend que le pigment demeure en place. Quoi qu'il en soit, la *couleur de ce pigment a varié*, mais entre des limites assez rapprochées. Ainsi :

Culture sur glucose : Stroma *blanc* avec taches *roses ;*
fructification *vert pâle.*

Culture sur gélatine : Stroma *jaune brun ;*
fructification *vert foncé.*

Ce sont les deux plus grandes variations qui aient été obtenues. Une circonstance qui a particulièrement occasionné des changements de couleur est la culture en tube paraffiné. Ainsi, dans une solution de lévulose en tube ordinaire, on a un certain nombre de petits îlots gris brun, très foncés au centre, et de spores vertes. Quand le semis est effectué dans un tube, qu'on bouche ensuite hermétiquement, ce sont au contraire des îlots roses dont le centre est très foncé, avec des spores de couleur intermédiaire entre le fauve et le rose.

En somme, pour tout ce qui est des caractères autres que ce dernier, nous obtenons des variations qui viennent à l'appui des conclusions relatives au *Sterigmatocystis alba*. Quant au caractère plus spécial de notre nouveau *Sterigmatocystis*, il n'est pas étonnant de le voir varier ; que la matière excrétée change avec

l'aliment, ceci s'observe chez tous les êtres vivants. Cette variation peut ne pas correspondre à un changement dans le protoplasma, qui, restant identique à lui-même, utilise simplement d'une façon différente des aliments différents.

Nous terminerons cet examen du second *Sterigmatocystis* en disant qu'il n'a pas donné de sclérotes ni de forme parfaite.

Le troisième *Sterigmatocystis* étudié, voisin de *S. fusca*, présentait un stroma blanc et des têtes sporifères brun foncé; nous l'avons trouvé sur des tranches de citron moisi. Nous n'en parlons que pour nommer le sujet d'une troisième série d'expériences dont les résultats concordent parfaitement avec les précédents et indiquer trois particularités intéressantes qui lui sont spéciales.

1° La couleur brune de ses spores s'est maintenue la même dans toutes les cultures. Nous avons appelé l'attention sur la constance du diamètre des spores; c'est ici une seconde propriété, relative au protoplasma et à la membrane, qui demeure constante. D'ailleurs, dans le champignon précédent, les variations de la couleur n'ont été dans la spore que des variations d'intensité.

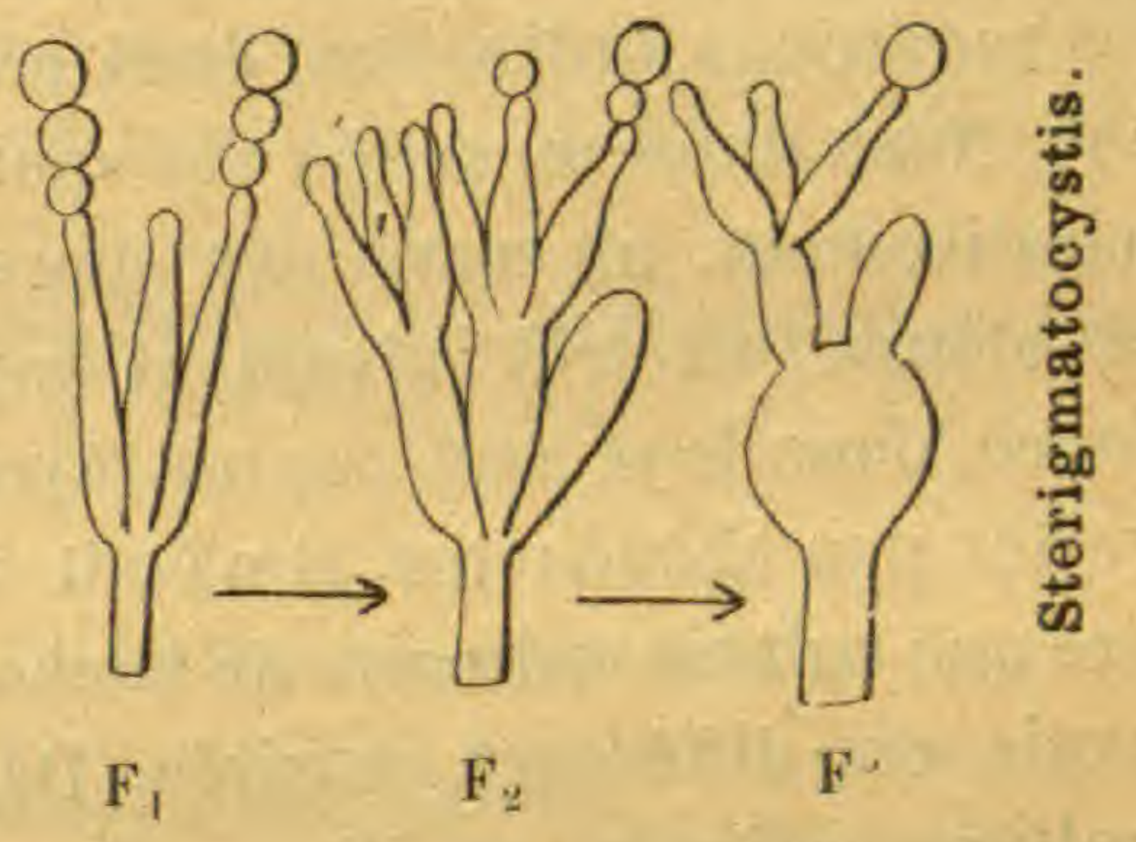
2° Une seconde remarque se rapporte à l'évolution d'une culture. Quand la culture vieillit, il se passe, pour beaucoup de filaments mycéliens, alors même qu'ils sont isolés, ce que l'on observe dans la formation d'un sclérote. Leur membrane prend une épaisseur trois à quatre fois plus grande, ce qui constitue de solides cordons. On a, pour ainsi dire, alors des *sclérotes formés d'une file d'articles*. Il ne s'agit pas là d'hyphes épuisées qui durcissent en vieillissant: les régions en question sont encore parfaitement en vie; la troisième observation que nous présentons le montre.

3° Sur le mycélium constitué par de semblables hyphes, se développent, en beaucoup d'endroits, des filaments étroits, à membrane mince, contenu clair, qui s'entortillent autour des premiers, comme une tige volubile autour de son support ; ils se ramifient et les rameaux se comportent de même. Ce mycélium secondaire forme parfois des buissons très touffus. Souvent cette prolifération se manifeste aux endroits où s'élève un pied sporifère maintenant vide ; c'est dans la cavité du pied que plus d'une fois s'allongent de minces filaments, ils y donnent même des fructifications rudimentaires réduites à une ou deux basides avec stérigmates commençant à bourgeonner.

Nous avons, avec le troisième *Sterigmatocystis*, réalisé des cultures en liquide agité ; elles nous ont fourni les mêmes résultats que le *Sterigmatocystis alba*.

Sans revenir ici sur les actions du milieu, résumons par un schéma ce que l'étude des variations, poursuivie avec ces trois *Sterigmatocystis*, peut nous donner relativement aux divers stades par lesquels cette forme a dû passer; ce schéma est représenté fig. 2.

Autant la forme F_1, avait de spores de diamètres différents, autant elle a produit de *Sterigmatocystis* différents à ce point de vue.



Sterigmatocystis.

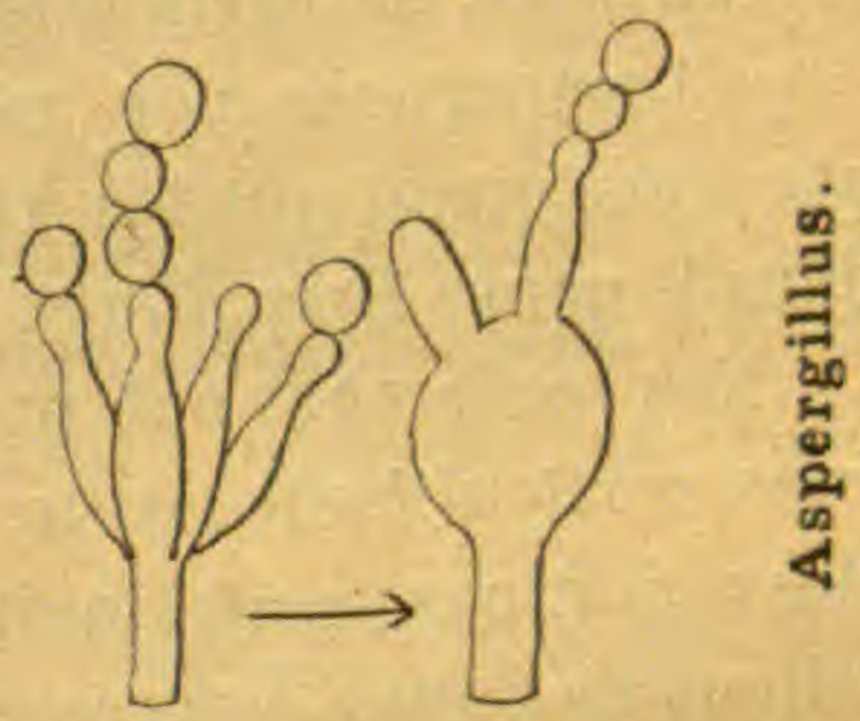
Fig. 63.

Une étude de *Sterigmatocystis* appelle une étude d'un genre qui a une grande ressemblance avec le premier, et qu'on pourrait prendre pour une forme du premier.

On comprend dans le genre *Aspergillus* un certain nombre de formes qui toutes ont un appareil reproducteur constitué par un gros filament dressé renflé en une tête qui est couverte de stérigmates avec chapelets de spores. Nous avons étudié deux de ces formes : l'une à spores jaunes présentant un grand nombre de caractères communs avec *A. flavescens*, l'autre à spores vertes se rapprochant beaucoup d'*A. fumigatus*. Elles ont été cultivées dans des conditions aussi variées que les précédentes et nous sommes arrivés à ce résultat :

Le thalle demeure filamenteux articulaire, avec variation continuelle suivant le milieu de la forme et de la dimension des articles.

L'appareil reproducteur présente des formes qui oscillent entre Φ_1 et Φ_2.



Aspergillus.

Fig. 64.

Φ_1 et Φ_2 sont deux stades de l'évolution de la plante, ce que nous pouvons exprimer par le schéma de la fig. 3.

Donc *Aspergillus* et *Sterigmatocystis* dérivent de formes F_1 et Φ_1, très diverses d'ailleurs.

— L'un des deux *Aspergillus* (*A. flavescens*), nous a fourni une observation intéressante sur la vie en espace clos. Un tube de culture sur carotte, T, avait été, après complet développement, fermé à la paraffine. Au bout d'un an, il présentait à peu près le même aspect, tandis qu'une culture de même date, T′, laissée dans les conditions ordinaires, était réduite à un amas de spores desséché. Nous fîmes un semis des spores T dans un tube frais, et, comparativement, un semis des spores T′. Dans le premier cas, il se développa un très abondant mycélium avec fructification vert foncé, dans le second cas un mycélium chétif avec fructifications vertes peu abondantes. Il n'était d'ailleurs pas nécessaire de prendre une culture ordinaire de même date que la culture fermée pour avoir une différence sensible. Déjà, en semant des spores d'une culture ordinaire, vieille seulement de quatre mois, nous avions un plus faible développement que dans le premier cas. Donc les spores se conservent beaucoup mieux et fort longtemps en espace fermé ; c'est ce que M. Roux (1) a montré pour la Bactéridie charbonneuse ; et c'est ce que l'on connaît bien dans le cas des graines des plantes Phanérogames.

Enfin, nous avons répété un grand nombre des expériences précédentes, en particulier toutes celles du chapitre premier, sur des Champignons non moins répandus et non moins intéressants par conséquent que les *Aspergillus* et *Sterigmatocystis*. On les range dans le genre *Penicillium*.

Nos recherches ont porté sur deux *Penicillium* ; nous insisterons particulièrement sur l'un d'entre eux, qui s'est présenté dans des conditions peu ordinaires. Il a été recueilli par nous sur des échantillons de Canne à sucre malade venus de la Martinique. Dans les cavités des tiges creusées par les « borers » se trouvait en assez grande quantité, appliqué contre le bois, un feutrage d'un beau jaune ; c'était, en regardant de plus près, un amas de petits coussinets ronds, d'un millimètre au plus, serrés les uns contre les

(1) Annales de l'Institut Pasteur, 1887.

autres. Beaucoup laissaient au doigt une poussière jaune. Cette poussière, au microscope, se montrait formée d'asques ovales ou rondes renfermant chacune six spores.

Nous en fîmes des semis sur fragments de canne à sucre stérilisés et sur tous les autres milieux employés plus haut. Nous obtenions partout les têtes fructifères en pinceau caractéristiques d'un *Penicillium*, qui d'ailleurs ne tarda pas à produire dans la plupart des tubes d'abondantes fructifications d'une autre nature, semblables à celles que nous avions trouvées sur la Canne. Il y a donc deux sortes de fructifications: la première est ce qu'on appelle forme conidienne, la seconde est une forme parfaite, constituée par des périthèces.

Examinons par la même méthode que précédemment un certain nombre de ces cultures.

1° Cultures de *Penicillium* en liquides sucrés (Glucose, Lévulose, Saccharose).

(Pl. 16, fig. 23 et 24).

Au bout de dix jours, la surface du liquide est voilée par un léger stroma orangé portant un peu partout des têtes fructifères, et, sur la plus grande partie de son étendue, des périthèces, sous l'aspect de nombreux points jaunes.

Les filaments du thalle sont étroits (moins de 2 μ), de calibre uniforme, sans ramification sur de grandes longueurs, très sinueux, fort enchevêtrés, souvent anastomosés. Les cloisons sont rares ; assez fréquemment ils présentent une fasciation, mais sur de faibles longueurs. Le stroma se distingue uniquement par un enchevêtrement plus grand encore, avec pigmentation jaune orangé.

Les fructifications ont les caractères suivants : de longs filaments dressés, simplement deux fois plus larges que les hyphes végétatives, portent, à une certaine distance au-dessous du sommet, un verticille de quatre à cinq branches identiques à l'axe ; chacune de ces branches se ramifie au sommet en quatre ou cinq branches plus étroites et de même longueur : à leur extrémité atténuée, s'attache un chapelet de spores. Un verticille semblable, mais de

dimensions réduites, termine l'axe ; les spores sont ovales : elles ont 2 μ de long sur 1 μ de large, leur couleur est verte.

Les périthèces ne sont pas autre chose que des régions plus compactes du stroma, des filaments formant une pelote assez serrée. Leur surface a la même structure que le stroma, mais, à l'intérieur, se trouvent des filaments de nature spéciale, sur lesquels sont insérées les asques : ils sont très contournés, très ramifiés, d'un calibre fort irrégulier, tantôt minces comme des fils, tantôt élargis en ampoules ; les asques ne pas sont autre chose que les plus grosses de ces ampoules ; leur membrane est mince, les six spores ont au contraire une membrane dont l'épaisseur est le septième du grand diamètre. Toutes parties du périthèce contiennent un pigment jaune soluble dans l'alcool.

La plante présente donc la diagnose suivante :

Thalle. — Filaments à longs articles, étroits, sinueux. Stroma peu différencié ;

Appareil reproducteur. — Filament large dressé, portant deux verticilles de 4-5 branches munies de 4-5 rameaux sporifères, chapelets de spores (Conidies) de 2 μ sur 1 μ, périthèces formés de pelotes rondes de filaments, ramifiés intérieurement en branches ascogènes ; asques ovales à 6 spores de 3 μ sur 2 μ,5.

Pigmentation jaune dans toutes les parties compactes.

2° Culture du *Penicillium* sur carotte

Les caractères se résument en :

Thalle. — Filaments à articles moins longs, étroits, peu sinueux. Stroma très épais, différencié, orangé vif.

Fructifications. — Tête conidienne à dimensions plus grandes et spores de mêmes dimensions. Périthèces identiques moins nombreux.

3° Culture du *Penicillium* sur gélatine nutritive (Pl. 16, fig. 25).

La culture est très différente des premières.

A la surface de la gélatine s'étend un mince stroma blanc avec

fructifications brunes. Ce stroma offre au microscope un aspect tout à fait caractéristique : des filaments un peu plus gros que dans la culture sur liquides sucrés, produisant des rameaux plus étroits, ceux-ci à leur tour se ramifiant en de plus étroits encore, et ainsi de suite ; les filaments de tous les ordres sont d'ailleurs, à part la dimension, semblables entre eux, très tortueux, peu cloisonnés. Les fructifications consistent en des verticilles de trois branches portant des chapelets de spores et supportées par des filaments semblables à ceux du thalle. Les spores n'ont pas varié.

Donc :

Thalle. — Filaments très ramifiés, de calibre décroissant.

Têtes conidiennes à un verticille de trois branches terminées par des spores. Point de périthèces.

4° Cultures de *Penicillium* sur sels minéraux

a) *Azotate de potasse* (Pl. 16, fig. 27).

C'est surtout le thalle, ici, qui présente une constitution spéciale ; les filaments sont aussi étroits que dans la culture sur glucose, mais souvent fasciés en minces cordons, et en outre, qu'ils soient isolés ou forment la périphérie d'un de ces cordons, ils développent en grand nombre de petites proéminences de forme variable, en général larges à la base, atténuées à l'extrémité. Cela donne à l'appareil végétatif un aspect caractéristique ; nous n'avons pu nous rendre compte de la cause de cette modification.

La plante n'a pas fructifié ; la culture se réduit à un stroma blanc dont la surface est finement chagrinée.

a) *Azotate d'ammoniaque.*

Dans la solution de ce sel, il ne s'est pas développé davantage de conidies ou de périthèces ; on obtient un énorme flocon de mycélium remplissant tout le tube, opalescent, et comme formé de couches minces superposées.

5° Cultures de *Penicillium* en tubes fermés.

D'une façon générale, ces cultures présentent une réduction dans toutes leurs dimensions, comme dans le cas des *Sterigmatocystis* et *Aspergillus*. Mais il y a ici des modifications spéciales qui ont leur intérêt au point de vue de la variabilité de la plante ; l'intérêt en est moins immédiat quant à l'action du milieu, dont il est peu aisé de se rendre compte.

Dans les cultures sur lévulose ou sur glucose, c'est le thalle (Pl. 16, fig. 26) qui est à considérer particulièrement : il est formé de faisceaux de filaments qui décrivent des spirales à très petit rayon et plus ou moins serrées, cela souvent sur une grande partie de leur longueur. Cette forme des filaments s'observe encore, mais à un degré moindre, dans la culture sur gélatine en tube fermé. Certes, il est difficile de voir même dans un examen minutieux, la moindre ressemblance (en dehors de la structure filamenteuse articulaire) entre ce thalle et celui des cultures précédentes.

Dans les tubes de riz, on constate également, en même temps qu'une légère fasciation, une grande sinuosité dans la course des filaments, mais ce sont les fructifications qui se distinguent surtout. Au lieu d'avoir deux verticilles, elles n'en ont qu'un, mais qui comprend un plus grand nombre de branches : il y a réduction dans le développement en longueur avec maintien de la tendance à produire malgré cela le même nombre de branches sporifères.

L'action du milieu limité se manifeste enfin dans toutes les cultures en tube fermé par des périthèces plus nombreux que dans les tubes ouverts, alors qu'au contraire les fructifications conidiennes sont moins abondantes.

Telles sont les variations principales observées dans nos cultures de *Penicillium*. En aucun cas, le champignon ne s'est suffisamment rapproché d'une forme connue de *Penicillium* pour que nous puissions le placer dans la classification. Maintenu indéfiniment sur la Canne à sucre par exemple, il constituerait une espèce nouvelle, que nous appellerons *Penicillium Succhari*.

Nous résumerons ses variations dans le tableau suivant :

MILIEUX	THALLE		APPAREIL REPRODUCTEUR	
	Mycelium	Stroma	Tête conidienne	Périthèces
1 Liquides sucrés	articl. longs, étroits, sinueux.	peu différencié.	2 verticilles de 4-5 br. à 4-5 stérigm. Spores vertes 2μ sur 1μ	pelotes ascophores. 6 spores
2 Carotte	articles plus courts.	épais, orange.	2 verticilles de 4-5 br. à dim. plus grandes, Spores vertes 2μ sur 1μ	id.
3 Gélatine	articles longs.	mince, blanc.	1 verticille de 3 br. sporif. Spores brunes 2μ sur 1μ	id.
4 Sels minéraux	id.	faisceaux à émergences.	0	0
5 Tubes fermés de glucose	id.	faisceaux sinueux.	comme 1, avec dim. réduites, Spores vertes 2μ sur 1μ	comme 1.

Ce sont les caractères établis, fixés dans chaque condition de milieu. Dans l'ordre de variabilité, on peut les classer ainsi (en commençant par ceux qui varient le moins) :

1° Structure du thalle ;
Ramification verticillée de l'appareil conidien.
Dimension des conidies.
Nombre et dimensions des ascospores.

2° Nombre des verticilles ;

3° Ordre du rameau sporifère (2e ordre) ;

4° Nombre des branches d'un verticille et des rameaux de premier ordre ;

5° Dimensions des branches et rameaux.

L'adaptation a exigé un grand nombre de cultures successives, nous avons pratiqué pour chaque cas une quinzaine de cultures environ. En étudiant alors l'ordre dans lequel varient les carac-

tères, nous avons constaté, dans le cas d'une culture sur gélatine par exemple, où la variation a été la plus grande :

1° Dimensions des branches et rameaux ;
2° Nombres ;
3° Ordre des rameaux sporifères ;
4° Nombre des verticilles.

De la sorte, nous classons les caractères par ordre d'importance, et, en même temps, nous pouvons dire que l'évolution de la forme Penicillium a pu être ce qu'indique le schéma de la fig. 4.

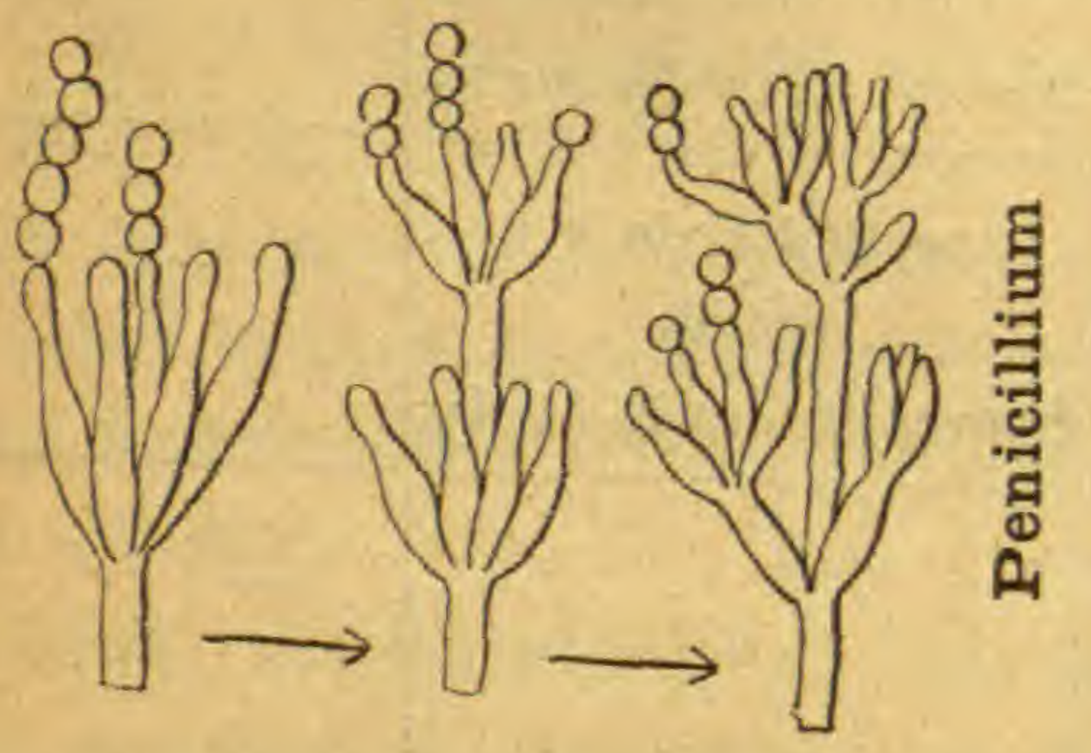


Fig. 65.

Nous partons toujours de la même forme origine ; la forme représentée par F_1, Φ_1, P_1 est l'origine commune des trois formes *Sterigmatocystis*, *Aspergillus*, *Penicillium*.

Enfin, en étudiant l'évolution d'une culture sur un milieu déterminé, nous avons vu les mêmes stades se succéder dans le même ordre pour donner l'appareil reproducteur ; parfois pourtant se montrent de légères interversions.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les Champignons que nous venons d'étudier ont manifesté une *grande variabilité* lorsque nous avons modifié leurs conditions d'existence : ainsi les spores d'un *Sterigmatocystis alba* ont produit sur chaque milieu où elles ont été semées (sucres, amidon, carotte, pomme de terre, jus de carotte, gélatine, sels minéraux, — liquide agité) une forme différente. Ces transformations *n'ont pas été immédiates* : le premier semis sur l'un quelconque de ces milieux a donné une plante intermédiaire entre le *Sterigmatocystis* origine et la forme définitive; les spores de cette première culture, recueillies et portées dans un autre tube contenant le même substratum, se sont développées en une plante ressemblant davantage à cette forme définitive; après un certain nombre de cultures pratiquées de la sorte, on a obtenu la forme définitive, *qui s'est maintenue* identique dans toutes les cultures suivantes. Les mêmes phénomènes d'adaptation et de persistance de la forme prise à la suite de cette adaptation se sont manifestés pour les autres espèces étudiées, appartenant aux genres *Sterigmatocystis*, *Aspergillus* et *Penicillium*.

Quant à la nature des formes diverses obtenues, voici ce qu'il a été constaté d'essentiel, en partant par exemple du *Sterigmatocystis alba*. Le genre *Sterigmatocystis* est, comme on sait, caractérisé par l'appareil sporifère suivant : un filament dressé dont l'extrémité renflée en une tête porte de courts rameaux (basides) divisés en ramuscules (stérigmates) munis chacun d'un chapelet de spores. Ces *caractères de genre se maintiennent* le plus souvent; pourtant, dans les liquides sucrés, les fructifications ne présentent ni tête ni basides, ce sont des pinceaux de filaments sporifères (caractères du genre *Penicillium*); dans les solutions salines, elles se réduisent à un filament sporifère unique. Nous arrivons aux mêmes résultats pour le genre *Aspergillus*. Dans le cas du *Penicillium*, les caractères de genre se sont conservés dans tous les milieux. Mais chez toutes ces plantes, les caractères dont les mycologues se servent pour distinguer les espèces ont varié sans cesse avec le substratum et les conditions de l'atmosphère du tube de culture. Par conséquent, si une moisissure se développe à l'air libre, auquel cas ses

spores se disséminent sur les milieux les plus divers, où elles sont susceptibles de germer, elle peut ne se retrouver jamais avec les caractères qu'elle possède à un moment donné. Donc, une moisissure rencontrée dans la nature pourra souvent n'être pas identique à une espèce décrite dans un livre de détermination.

Enfin la fréquence des variations et surtout l'ordre où elles se sont produites nous ont permis de formuler une hypothèse relative à l'évolution de ces plantes : les premières moisissures apparues dans le temps auraient eu un appareil sporifère simplement constitué par un filament dressé portant des chapelets de spores.

Sans pouvoir toujours déterminer avec certitude la cause de telle ou telle structure d'une forme obtenue, nous avons cependant montré l'influence de certains facteurs.

Avec un milieu homogène, liquide agité ou quelquefois liquide au repos, s'est manifesté le développement égal en tous sens sous la forme de *sphères* ou de thalle à *articles arrondis*; les cultures de *Sterigmatocystis* faites en tubes ou ballons continuellement secoués, et composées de petites masses sphériques, en sont l'exemple le plus frappant. Dans ces mêmes expériences avec liquides nutritifs agités, où entrent en jeu des chocs et des frottements plus ou moins violents, les actions mécaniques ont déterminé la production d'un *appareil de résistance puissant* : les membranes de la plante sont très épaisses, le cloisonnement abondant, la ramification serrée. Lorsque nous avons introduit dans le liquide en mouvement un obstacle fixe, il y a eu *fixation de la plante,* il ne s'est pas formé de sphères.

Entre toutes les conditions physiques créées par l'agitation, il était particulièrement intéressant de considérer le changement continuel d'orientation par rapport à la direction constante de la pesanteur; nous avons montré qu'il en résultait une plus grande vitesse de croissance. Ces dernières expériences ont été faites pour deux *Sterigmatocystis*.

Nous ne nous hasarderons pas à étendre à d'autres plantes que les Champignons étudiés les conclusions que nous avons formulées, nous nous contenterons d'avoir indiqué l'influence très grande du milieu sur la forme et la structure des organismes dans les cas que nous venons de signaler.

EXPLICATION DES PLANCHES 12 A 17.

Planche 12.

Fig. 1. — *Sterigmatocystis alba.* Fructification d'une culture sur pomme de terre. Gr. = 600.

Fig. 2. — Cellules de pomme de terre recouvertes par le mycélium du *Sterigmatocystis alba* ; *a* : Gr. = 120 ; *b* : Gr. = 660.

Fig. 3. — Vue d'ensemble du Champignon à un stade antérieur. Gr. = 300.

Fig. 4. — Fructification correspondant à ce stade. Gr. = 1000.

Fig. 5. — Structure du *Sterigmatocystis alba.* Gr. = 720.

a : extrémité d'un filament du thalle, avec noyaux ;

b : portion de filament plus âgé ;

c : premier stade d'une fructification.

Planche 13.

Fig. 6. — *Sterigmatocystis alba.* Fructification jeune d'une culture sur carotte. Gr. 600.

a : mycélium ; *b* : stroma ; *c* : hyphes superficielles.

Fig. 7. — Culture du Champignon développée en sphères dans un tube contenant du jus de carotte qui a été soumis à une agitation continue de faible intensité. Grandeur naturelle.

Fig. 8. — Culture du Champignon développée en sphères plus petites et plus compactes dans un tube contenant du jus de carotte qui a été soumis à une agitation continue intense. Grandeur naturelle.

Fig. 9. — Secteur d'une sphère jeune, montrant le résultat du développement de deux spores, qui occupent le centre. Gr. = 700.

Fig. 10. — Fructification de la culture en liquide agité. Gr. = 350.

a : pied sporifère très cloisonné ;

b : pied sporifère à membrane très épaisse.

Fig. 11. — Portion de sclérote d'une culture en liquide agité. Gr. = 660.

Fig. 12. — Portion de sclérote d'une culture ordinaire âgée. Gr. = 660.

Fig. 13. — Thalle de *Sterigmatocystis alba* cultivé dans du jus de carotte contenant un morceau de bois fixe et soumis à une agitation continue.

Planche 14.

Fig. 14. — *Sterigmatocystis alba.* Vue d'ensemble d'une culture sur glucose. Gr. = 1100.

Fig. 15. — Forme d'adaptation du Champignon à la vie en liquide sucré. Gr. = 1100.

Fig. 16. — Autre forme d'adaptation succédant à la première. Gr. = 1100.

Fig. 17. — Vue d'ensemble d'une culture du Champignon sur saccharose. Gr. = 1100.

Fig. 18. — Vue d'ensemble d'une culture sur empois d'amidon Gr. = 1100.

Planche 15.

Fig. 19. — Vue d'ensemble d'une culture de *Sterigmatocystis alba* sur azotate d'ammoniaque. Gr. = 1000.

Fig. 20. — Vue d'ensemble d'une culture sur azotate de potasse. Gr. = 1320.

Fig. 21. — Vue d'ensemble d'une culture sur phosphate d'ammoniaque. Gr. = 1000.

Fig. 22. — Vue d'ensemble d'une culture sur gélatine nutritive. Gr. = 660. A droite sont figurées des hyphes d'une culture faite dans un large tube.

Planche 16.

Fig. 23. — *Penicillium Sacchari*. Vue d'ensemble d'une culture sur glucose. Gr. = 1500 (sans les périthèces).

Fig. 24. — Portion du tissu ascogène d'un jeune périthèce. Gr. = 1320.

Fig. 25. — Vue d'ensemble de la culture du Champignon sur gélatine nutritive. Gr. = 2000.

Fig. 26. — Mycélium d'une culture sur glucose en tube fermé. Gr. = 1320.

Fig. 27. — Mycélium d'une culture sur azotate de potasse. Gr. = 1320.

Planche 17.

Vue d'ensemble des appareils pour la culture du *Sterigmatocystis alba* en liquide agité.

M : moteur à eau.

B : ballon de culture agité par le mouvement de ce moteur.

B' : ballon fixe.

R : roue tournant d'un mouvement lent et portant un paquet de tubes de cultures, à côté se trouve un paquet identique fixe.

E : électro-aimant.

T : tube de culture relié à l'interrupteur de l'électro-aimant et secoué par les battements de l'interrupteur.

Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

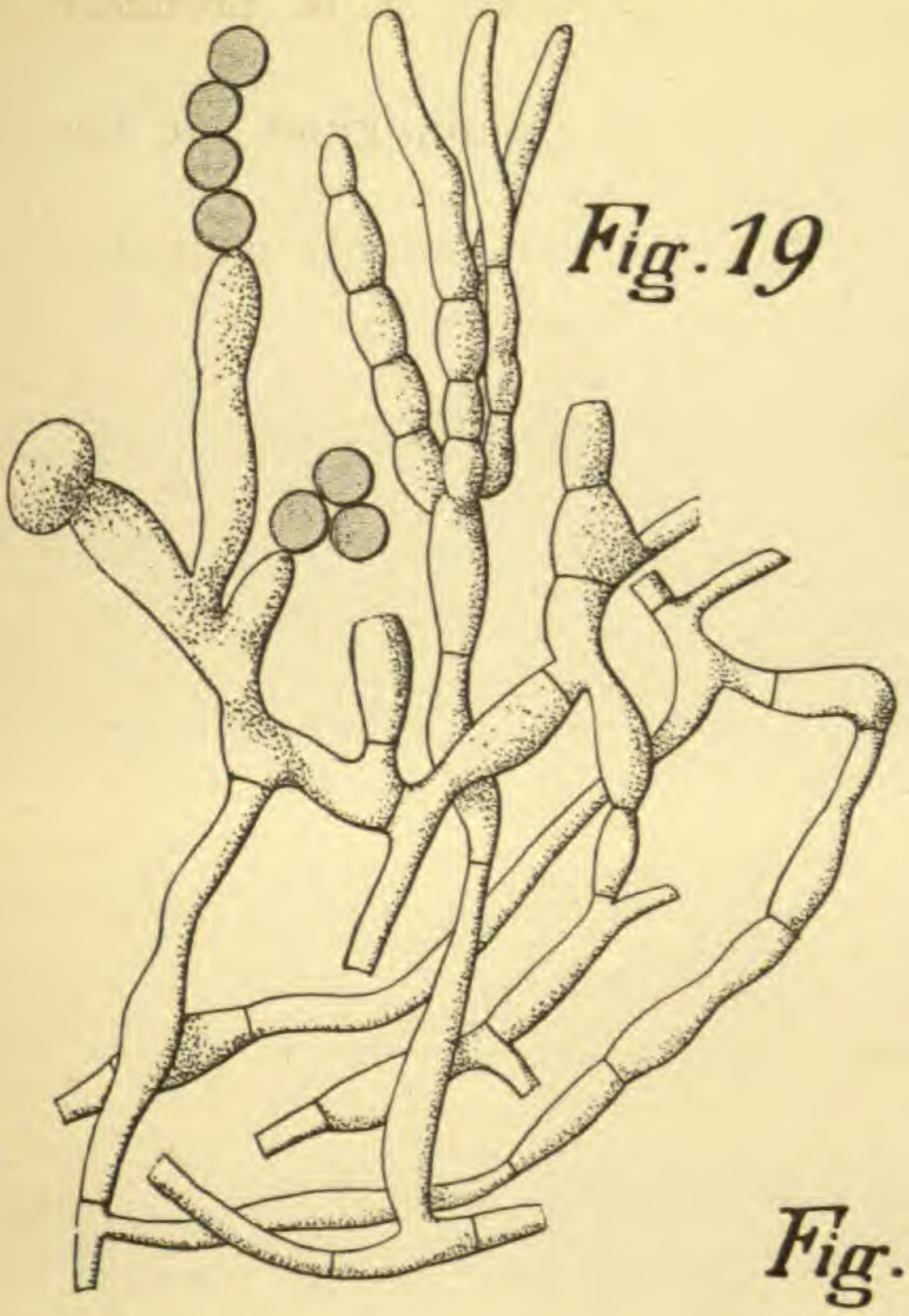


Fig. 19

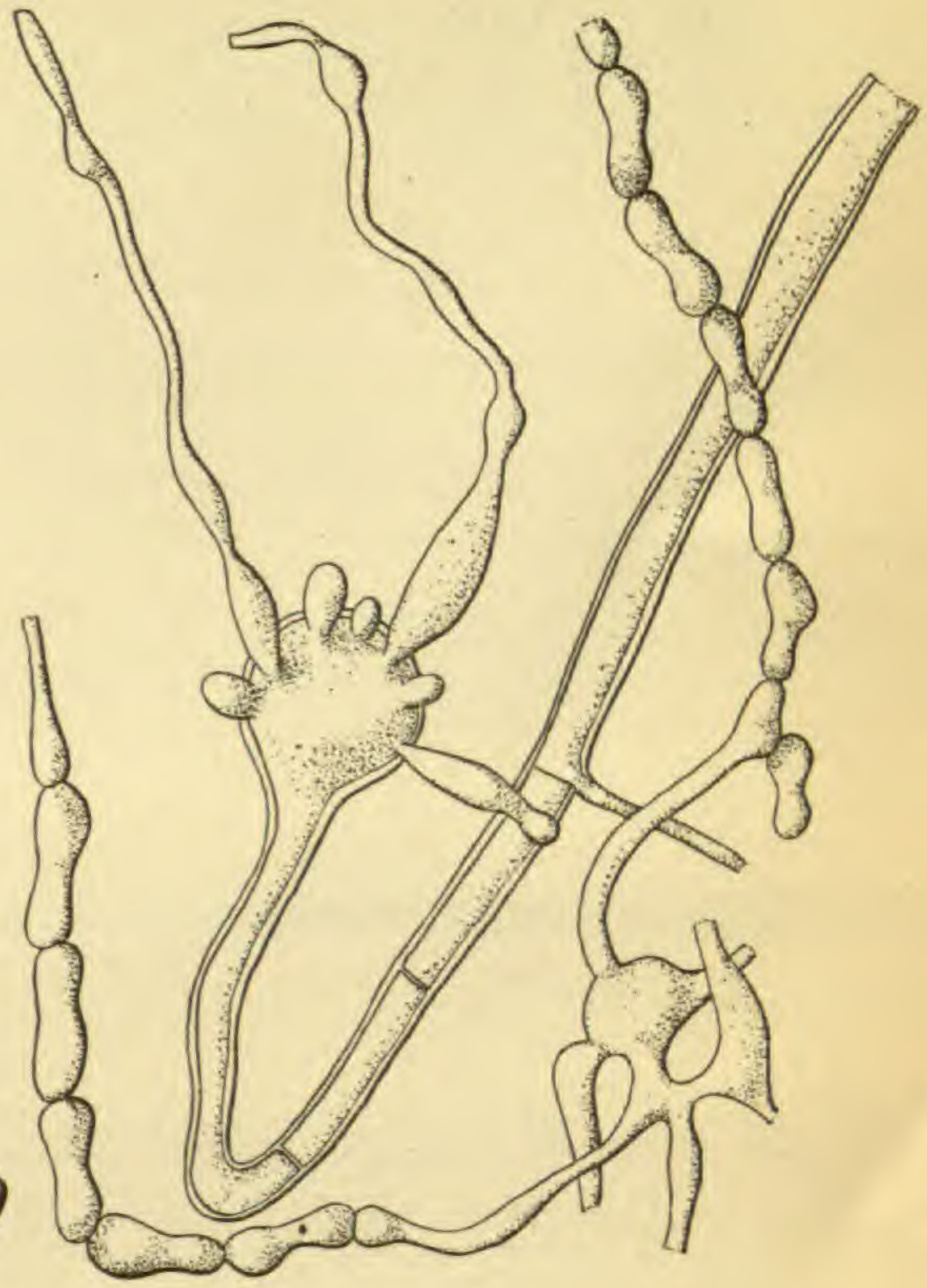


Fig. 20

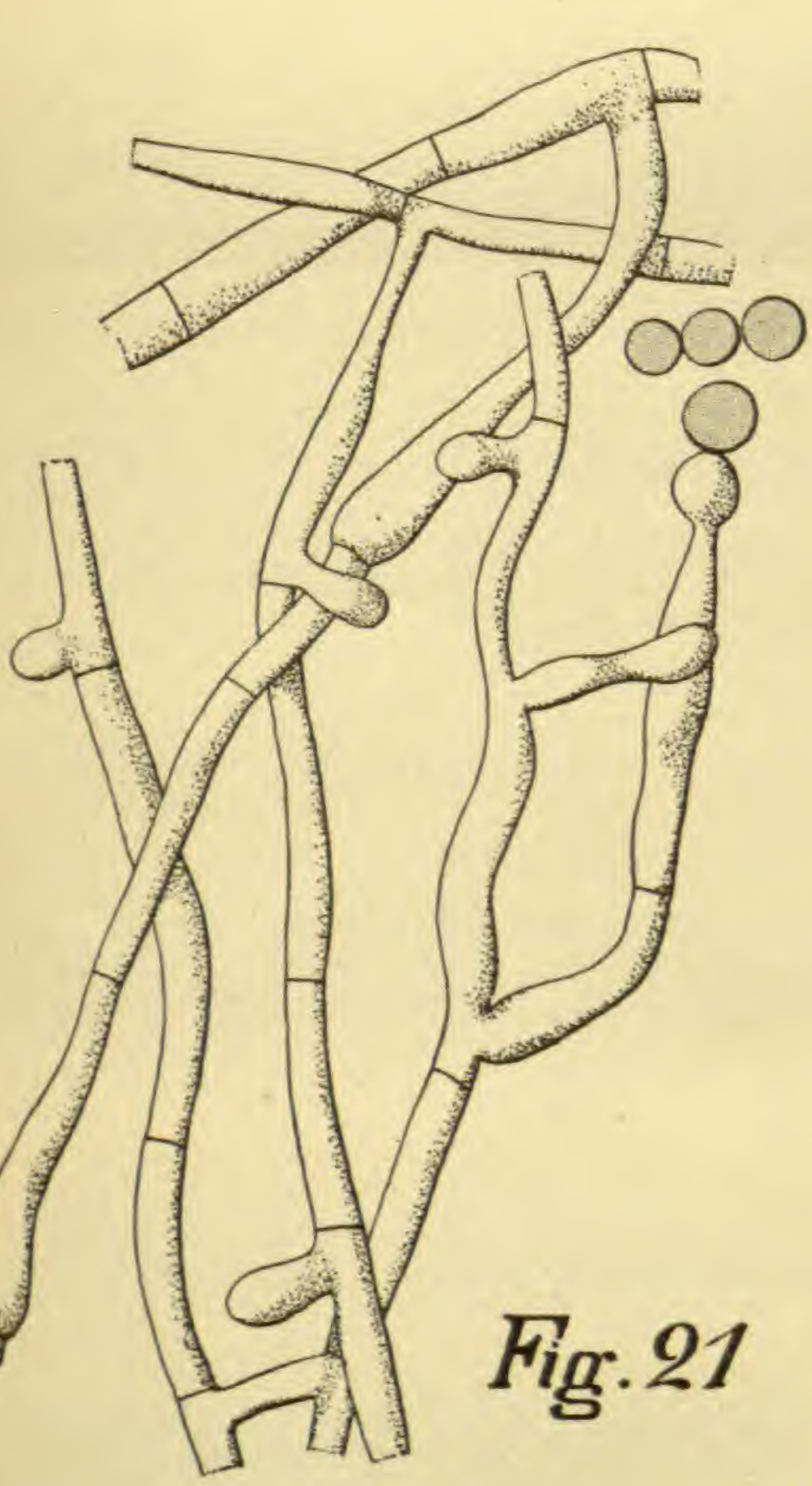


Fig. 21

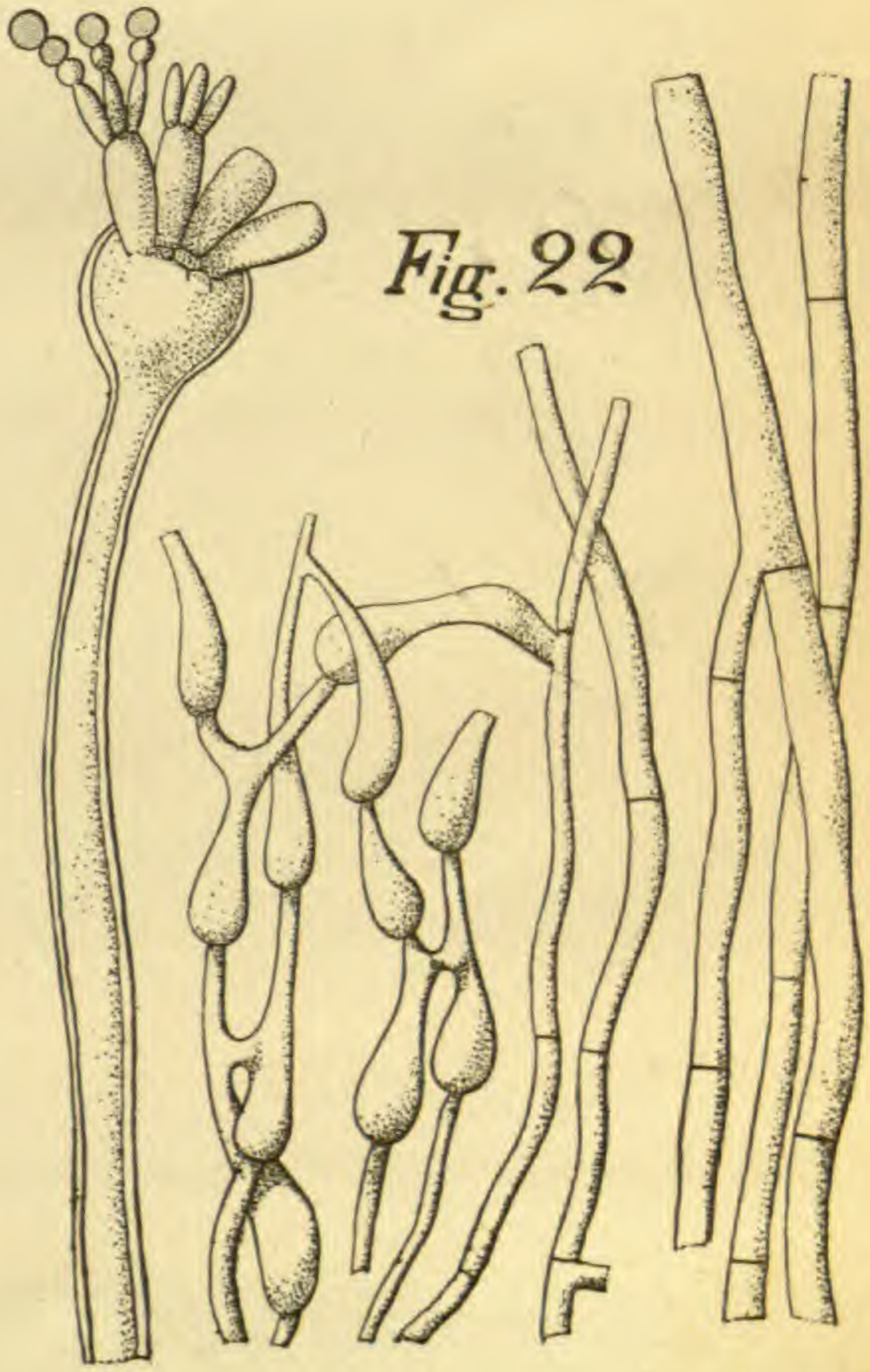


Fig. 22

J. Ray del. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Bertin sc.*

Sterigmatocystis alba.

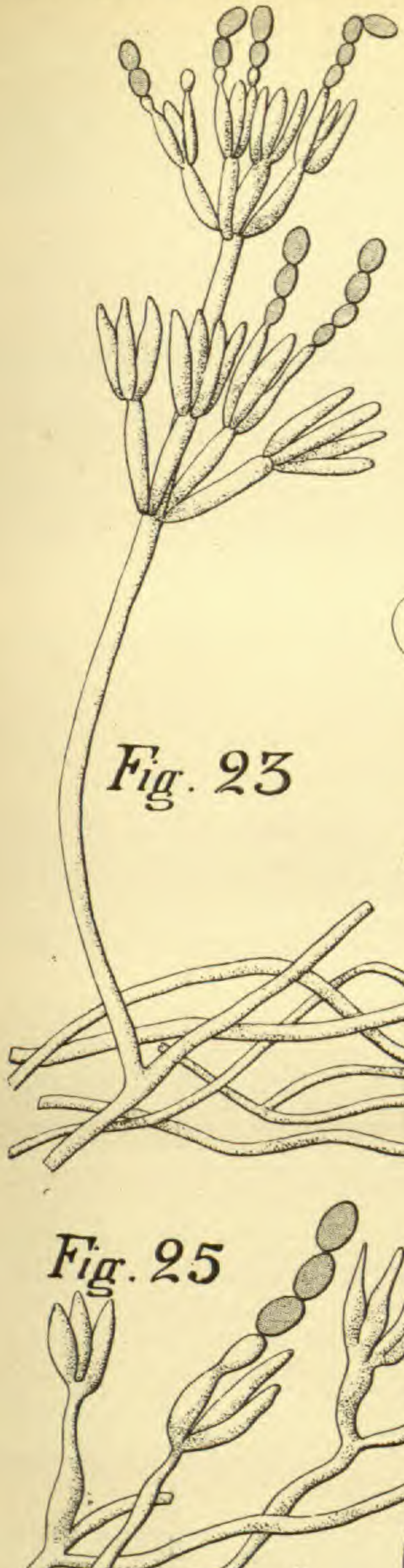


Fig. 23

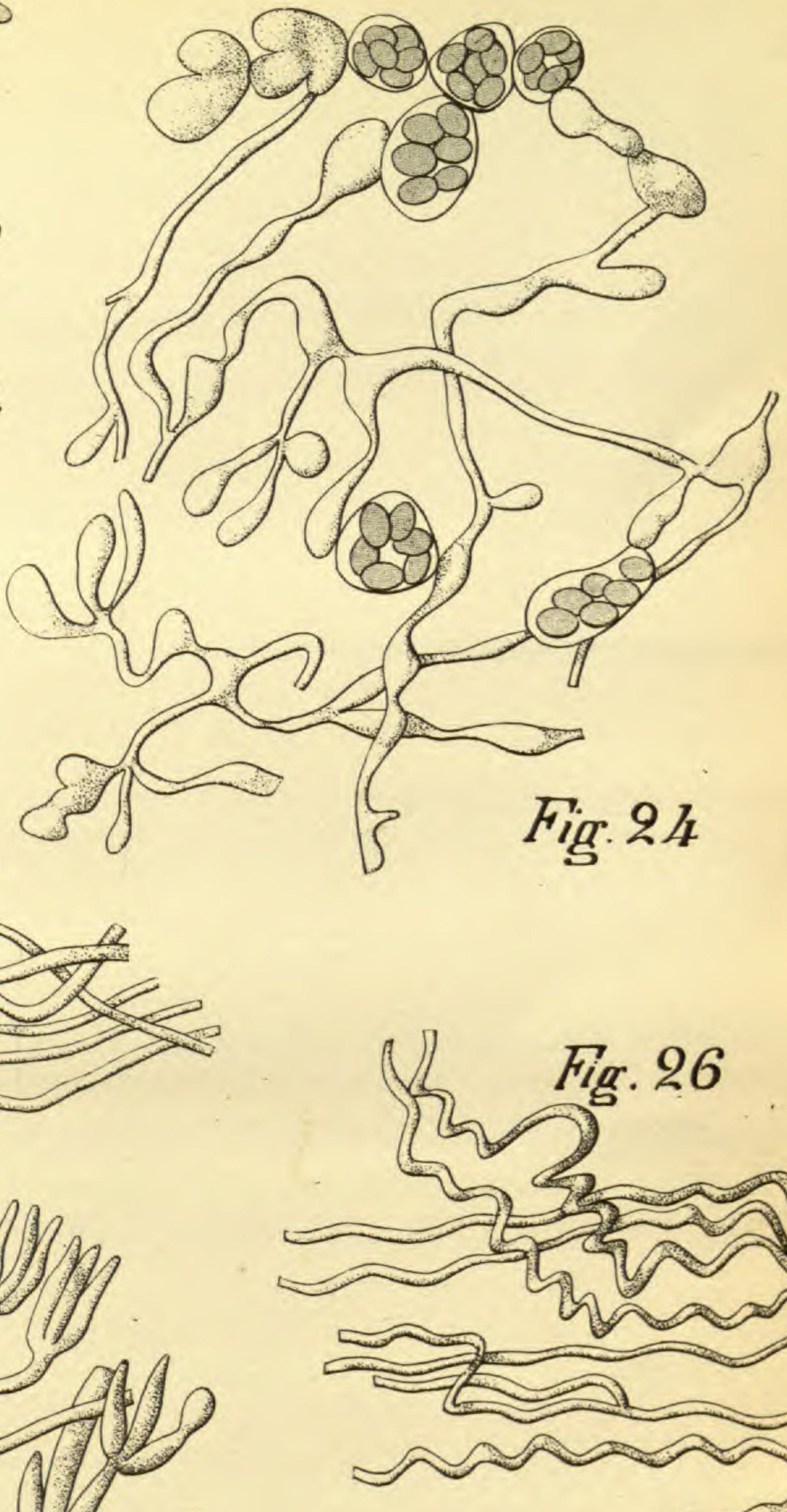


Fig. 24

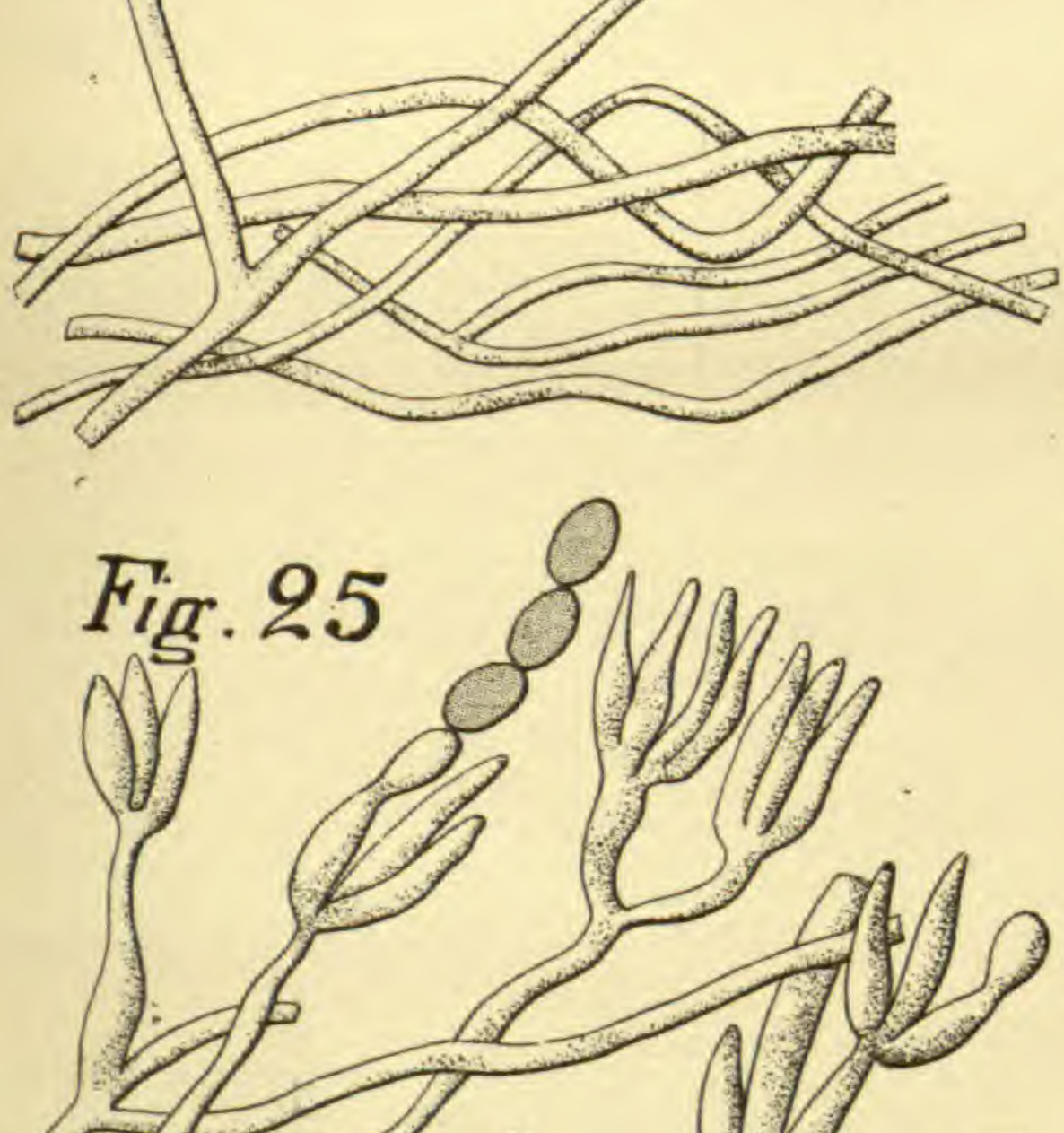


Fig. 26

Fig. 25

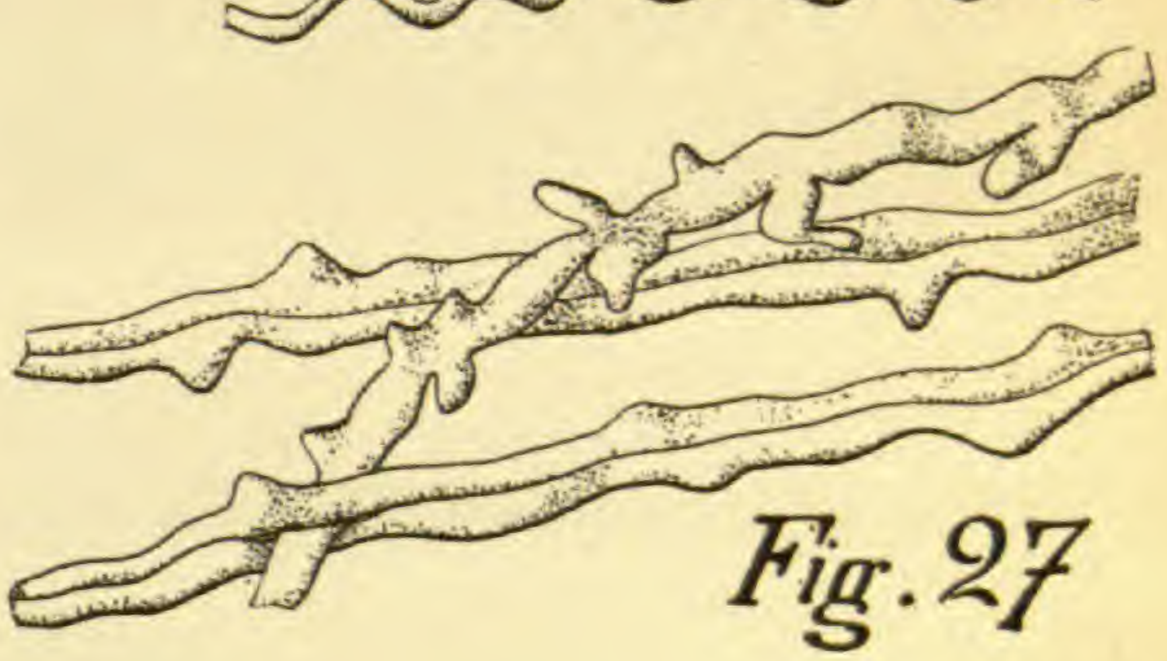


Fig. 27

J. Ray del. *Imp. Le Bigot frères.* *A. Bertin sc.*

Penicillium Sacchari.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La Revue générale de Botanique paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maitre de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maitre de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Septembre 1897

N° 105

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 SEPTEMBRE 1897

I. — SUR LA STRUCTURE DE LA RACINE DE L'*HYDROCHARIS MORSUS RANÆ* (avec figures dans le texte), par **M. Gustave Chauveaud**. 306

II. — SUR LES RÉSERVES OLÉAGINEUSES DE LA NOIX, par **M. Leclerc du Sablon**. 313

III. — REVUE DES TRAVAUX SUR LES MUSCINÉES, depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er janvier 1895, par **M. Géneau de Lamarlière** *(fin)*. 318

IV. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller**. 324

Cette livraison renferme en outre cinq gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

SUR LA STRUCTURE DE LA RACINE

DE

L'*HYDROCHARIS MORSUS RANAE*

par M. Gustave **CHAUVEAUD**.

La racine de l'*Hydrocharis Morsus ranae* a été étudiée par M. Van Tieghem, qui a donné le dessin (1) d'une coupe transversale montrant deux faisceaux ligneux, formés chacun d'un seul vaisseau spiralé, alternant avec deux faisceaux libériens composés de plusieurs cellules. Plus tard, MM. Van Tieghem et Douliot indiquèrent (2) qu'on rencontre assez souvent trois et même quatre faisceaux ligneux alternant avec autant de faisceaux libériens, et signalèrent comme particularité unique chez les Monocotylédones, l'existence d'un épiderme simple et adhérent, se développant en longs poils absorbants (3).

Ayant été amené à étudier cette racine au point de vue du développement des tubes criblés, j'ai constaté d'autres particularités qui, s'ajoutant aux précédentes, me paraissent mériter une description spéciale.

Au début, la stèle est formée de cellules polygonales toutes semblables, mais bientôt deux d'entre elles se différencient et sur une coupe faite très près du sommet de la racine, elles présentent une section arrondie et une taille notablement supérieure à celle des cellules qui les entourent. Ces deux cellules (*v*, *v*, fig. 66) sont séparées l'une de l'autre par deux cellules polygonales et chacune d'elles est séparée de l'endoderme *(e)* par une assise péricyclique. Ces deux éléments, dont la différenciation est si hâtive, sont des vaisseaux.

(1) Van Tieghem : *Mémoires sur la racine* (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. XIII).
(2) Van Tieghem et Douliot : *Origine des membres endogènes*, p. 336.
(3) M. Janczenski a étudié aussi cette racine dans l'intervalle de temps qui sépare la publication des deux mémoires ci-dessus. Il n'a pas trouvé la disposition indiquée par M. Van Tieghem et quoique la figure qu'il donne se rapproche beaucoup de la réalité en ce qui concerne les tubes criblés, ce savant n'insiste pas sur une interprétation différente de la structure. (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. XX, p. 167).

En un point également distant de ces deux vaisseaux, se trouve la cellule mère du premier tube criblé qui ne tarde pas à se cloisonner pour donner naissance à une cellule libérienne *(c*, fig. 66) et au premier tube criblé *(t)*. Ce tube criblé a une forme losangique et sa paroi prend peu à peu un épaississement notable et des propriétés particulières en même temps que se forment les

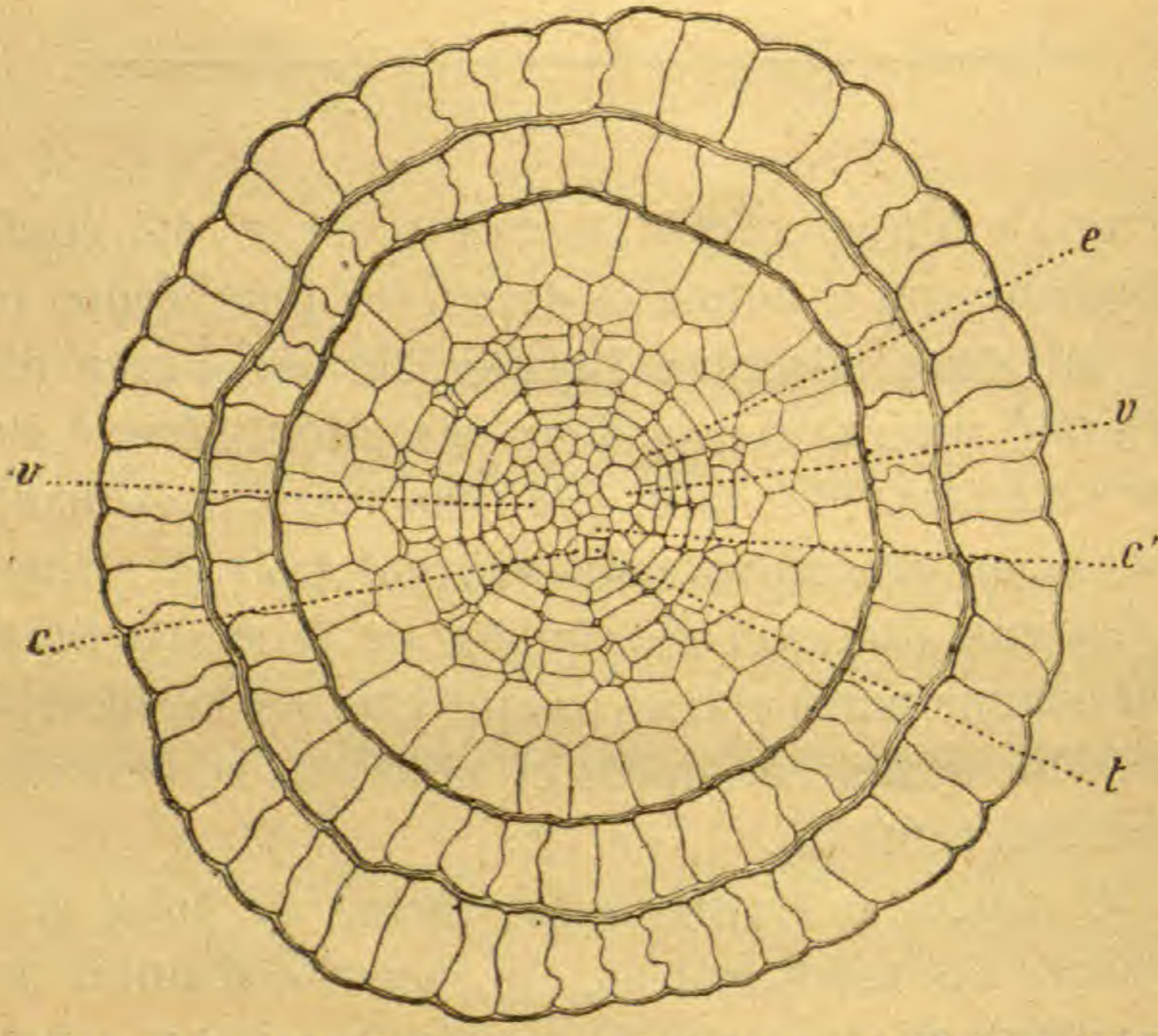


Fig. 66. — Coupe transversale de la racine d'*Hydrocaris Morsus ranæ* (1er état). — *e*, endoderme; *v*, *v*, vaisseaux primitifs; *t*, premier tube criblé; *c*, cellule libérienne; *c'*, cellule sœur de la cellule mère du tube criblé.

ponctuations criblées sur ses cloisons transversales. Cet état que représente la figure 1, est une phase remarquable du développement de tout tube criblé, phase que je signale seulement ici, me proposant de la décrire ultérieurement avec plus de détails. Ce tube criblé est emboîté vers l'intérieur par deux cellules péricycliques et vers l'intérieur par sa cellule sœur *(c)* et par la cellule sœur *(c')* de sa cellule mère. C'est de cette façon que se forment les premiers tubes criblés dans la racine de toutes les autres Monocotylédones que j'ai étudiées jusqu'ici (1). Il se peut, toutefois, que la cloison qui détache le premier tube criblé, au lieu d'être inclinée à

(1) G. Chauveaud : *Sur le développement du faisceau libérien de la racine des Graminées* (Bull. du Muséum, 1895, p. 209). *Sur le développement du faisceau libérien de la racine des Cypéracées* (Bull. Soc. Bot. de France, 1895).

quarante-cinq degrés sur le plan diamétral passant par l'axe du tube, soit autrement orientée, alors le tube criblé prend une forme différente, ce qui entraîne un changement plus ou moins grand dans la disposition des cellules qui l'entourent. C'est ainsi que ce tube peut présenter une forme pentagonale et ne se distingue des cellules voisines que quand sa paroi a acquis les propriétés auxquelles je viens de faire allusion.

Les autres cellules de la stèle continuent à se cloisonner ;

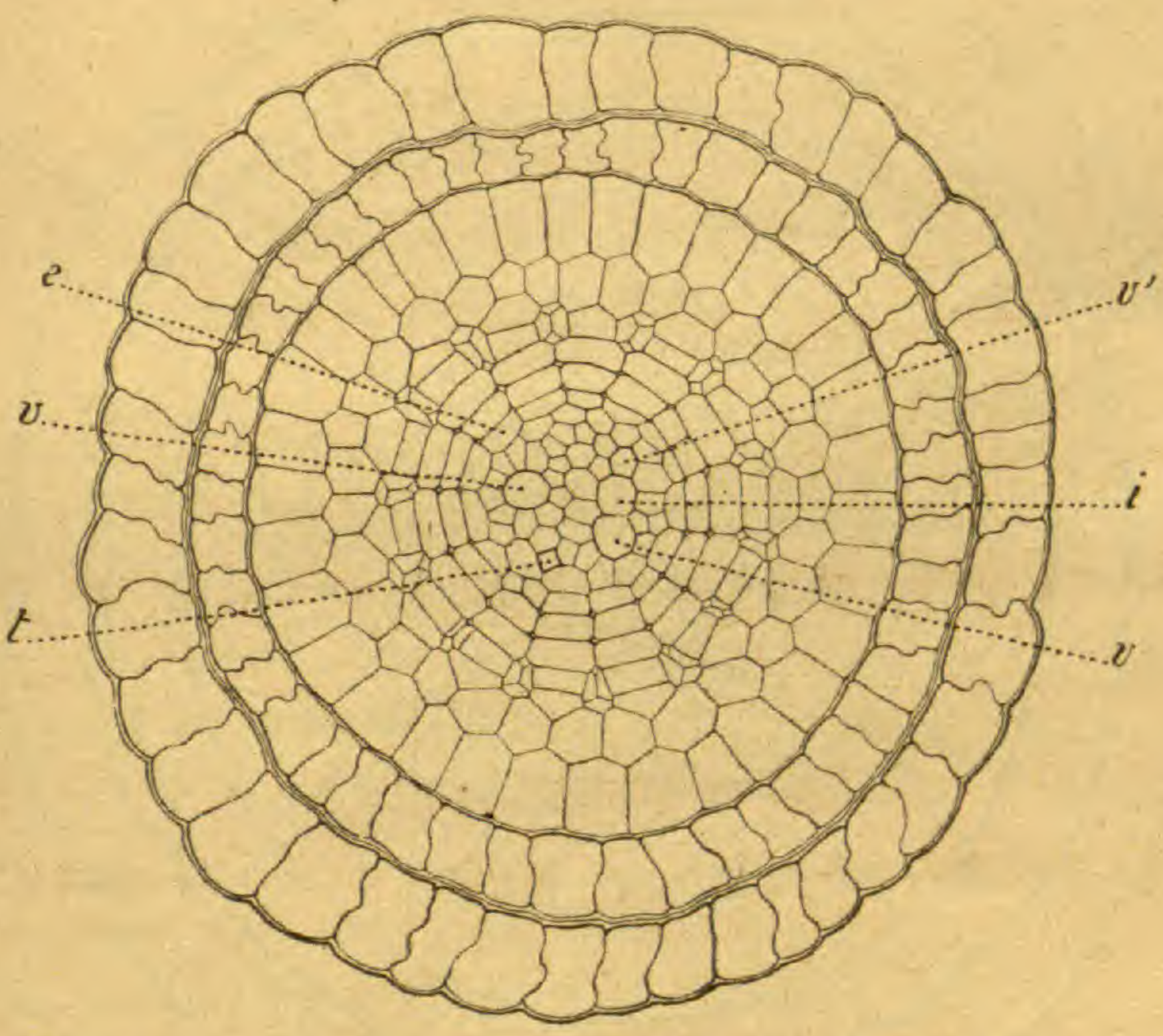


Fig. 67. — Coupe transversale de la racine d'*Hydrocharis Morsus ranæ* (2e état). — *e*, endoderme ; *v*, *v*, vaisseaux primitifs ; *t*, premier tube criblé ; *v'*, troisième vaisseau en voie de formation ; *i*, cellule intermédiaire reliant ce vaisseau *v'* au vaisseau primitif *v*.

bientôt un troisième vaisseau se différencie et nous voyons à l'aide de la figure 67 de quelle façon ce nouveau vaisseau *(v')* se rattache au système vasculaire déjà formé *(v)* par l'intermédiaire d'une cellule *(i)* qui a pris une grande taille. Peu à peu ce nouveau vaisseau *(v')* arrondit sa section et acquiert une taille égale à celle d'un des vaisseaux primitifs *(v)*, tandis que la cellule intermédiaire *(i)* va se diviser pour donner naissance à d'autres cellules qui évolueront les unes en tubes criblés, les autres en cellules libériennes et en cellules de conjonctif. La figure 68 représente un état un peu plus avancé que le précédent ; on voit les vaisseaux

primitifs *(v, v)*, le vaisseau nouveau *(v')* et le premier tube criblé *(t)*. En *(t')* est un autre tube criblé qui s'est formé de la même façon que le premier, mais qui est apparu plus tard. Entre *v* et *v'* se trouve un groupe de cellules provenant de la division de la cellule *i* (fig. 67). La cellule *m* (fig. 68) va à son tour se diviser pour donner naissance à deux cellules dont l'une sera la mère du troisième tube criblé. Quand ce troisième tube criblé sera diffé-

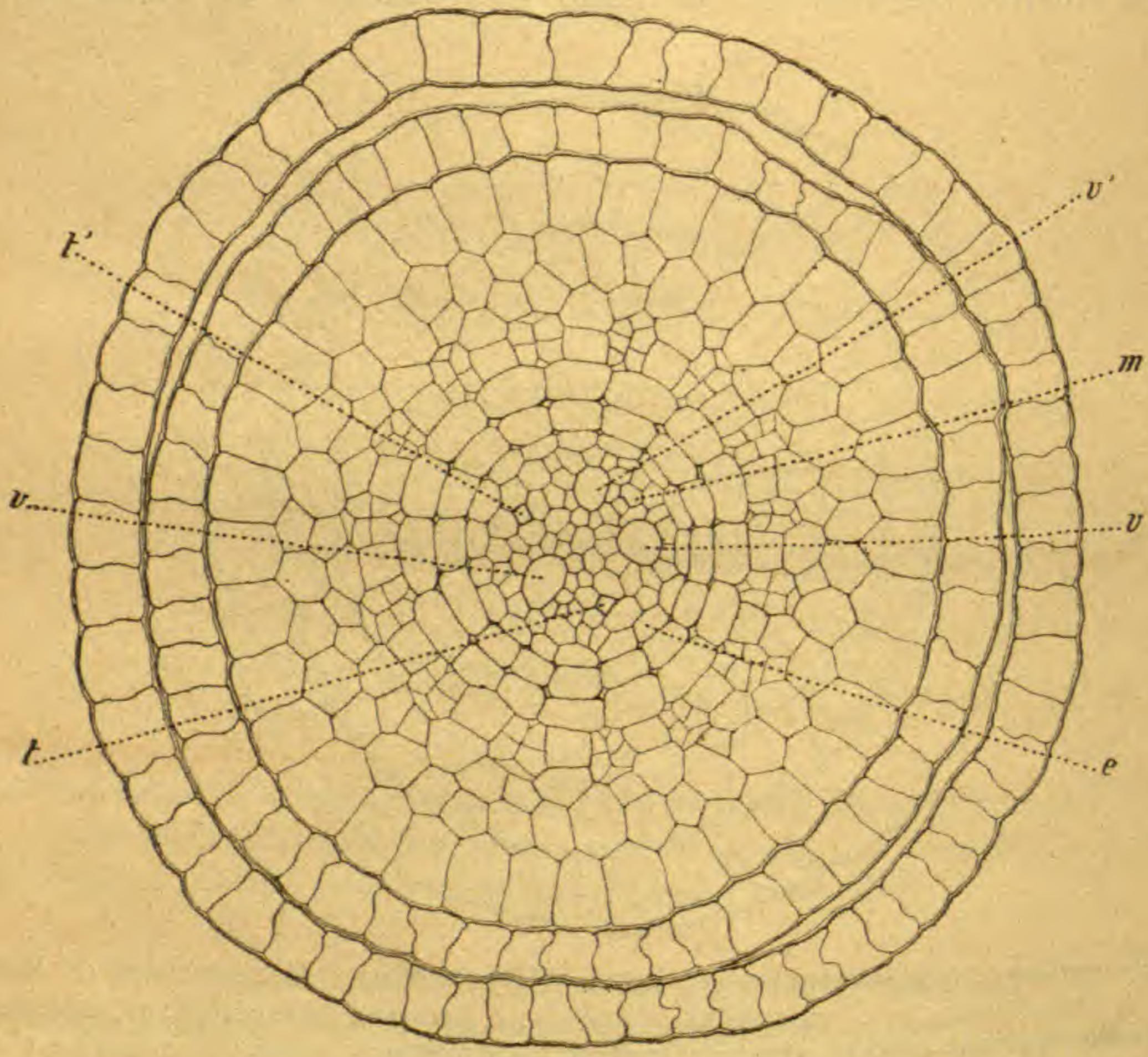


Fig. 68. — Coupe de la même racine (3e état). — Mêmes lettres que dans les figures précédentes : *t'*, second tube criblé; *m*, cellule qui, en se cloisonnant, donnera naissance au troisième tube criblé.

rencié, on aura l'apparence d'une structure typique à symétrie ternaire, dans laquelle les faisceaux ligneux sont réduits chacun à un vaisseau et les faisceaux libériens à un seul tube criblé.

Mais les choses ne restent point en cet état. Par suite de la division des cellules restées à l'état de méristème, le nombre des éléments de la stèle a augmenté et de part et d'autre de chaque tube criblé il se différencie, toujours de la même manière, un autre tube criblé (t_1, fig. 69), ce qui porte à trois le nombre de ces éléments

compris entre deux vaisseaux consécutifs. Quelquefois ce nombre peut être un peu plus élevé par suite d'un inégal espacement des vaisseaux. Quoiqu'il en soit, à un certain état du développement de la racine, on trouve une dizaine de tubes criblés disposés assez régulièrement au contact de l'assise péricyclique et si ces tubes n'offrent pas dans leur disposition une régularité plus grande, c'est qu'ils en sont empêchés par la présence des vaisseaux déjà différenciés. Outre ces tubes qui correspondent à autant de faisceaux

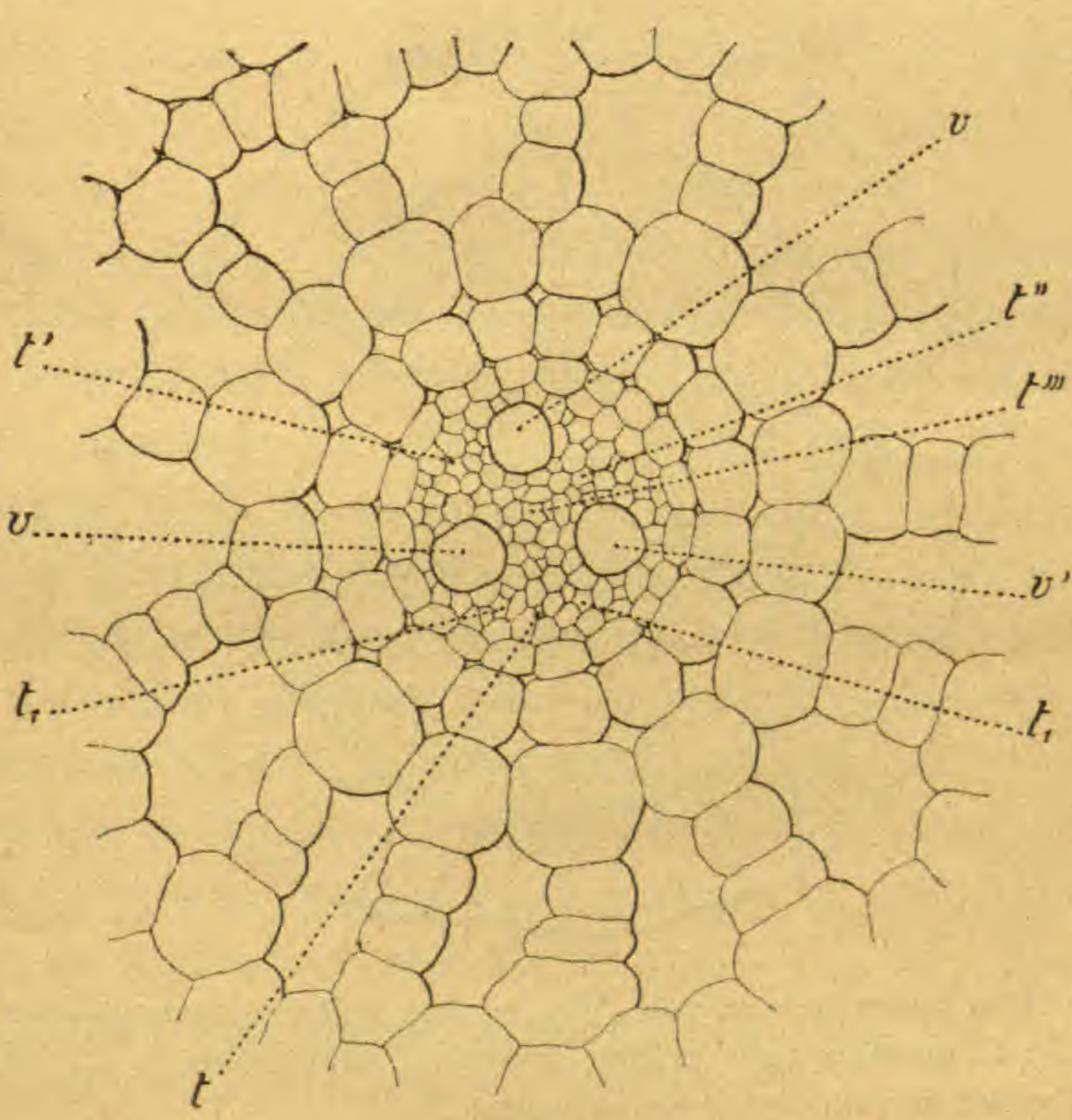


Fig. 69. — Fragment de la même racine (4e état). — Mêmes lettres que dans les figures précédentes : t, t', t_1, t'_1, tubes criblés périphériques représentant autant de faisceaux libériens ; t'', tube criblé médullaire ; t''', tube criblé axile.

libériens, il se forme encore d'autres tubes criblés répartis, ceux-là irrégulièrement en dedans des premiers et dont le nombre peut varier de six à douze suivant la grosseur de la racine. Ces tubes criblés internes ou médullaires (t'', fig. 69) présentent rarement la forme losangique, ils sont plus souvent pentagonaux ou hexagonaux et parmi eux il en est un (t''') qui occupe d'ordinaire l'axe même de la racine. C'est là un caractère qui n'a été signalé jusqu'ici dans aucune autre plante. Avec l'âge, les côtés de tous

ces tubes criblés s'incurvent généralement vers l'intérieur et prennent ainsi un aspect particulier qui permet de les reconnaître assez facilement comme on en peut juger par la figure 70.

Tels sont le mode de formation et la disposition des divers éléments entrant dans la constitution de la stèle. Nous venons de voir que la symétrie binaire existe toujours à l'origine et que la symétrie ternaire succède normalement à la première. Dans des racines de gros diamètre il peut d'ailleurs parfois s'établir ultérieurement une symétrie quaternaire, de même que des racines grêles peuvent conserver une symétrie binaire. Cette apparition successive des faisceaux telle que la montrent les figures précédentes, est un fait que je n'ai constaté dans aucune autre Monocotylédone, car quand on fait une coupe dans une racine quelconque au voisinage du sommet, on voit toujours les premiers tubes criblés répartis symétriquement tout autour de la stèle, leur formation étant simultanée. Il est vrai qu'il y a à cet égard certaines variations dans l'*Hydrocharis*; ainsi, tandis que, dans l'exemple figuré, le troisième vaisseau se différencie avant le second tube criblé,

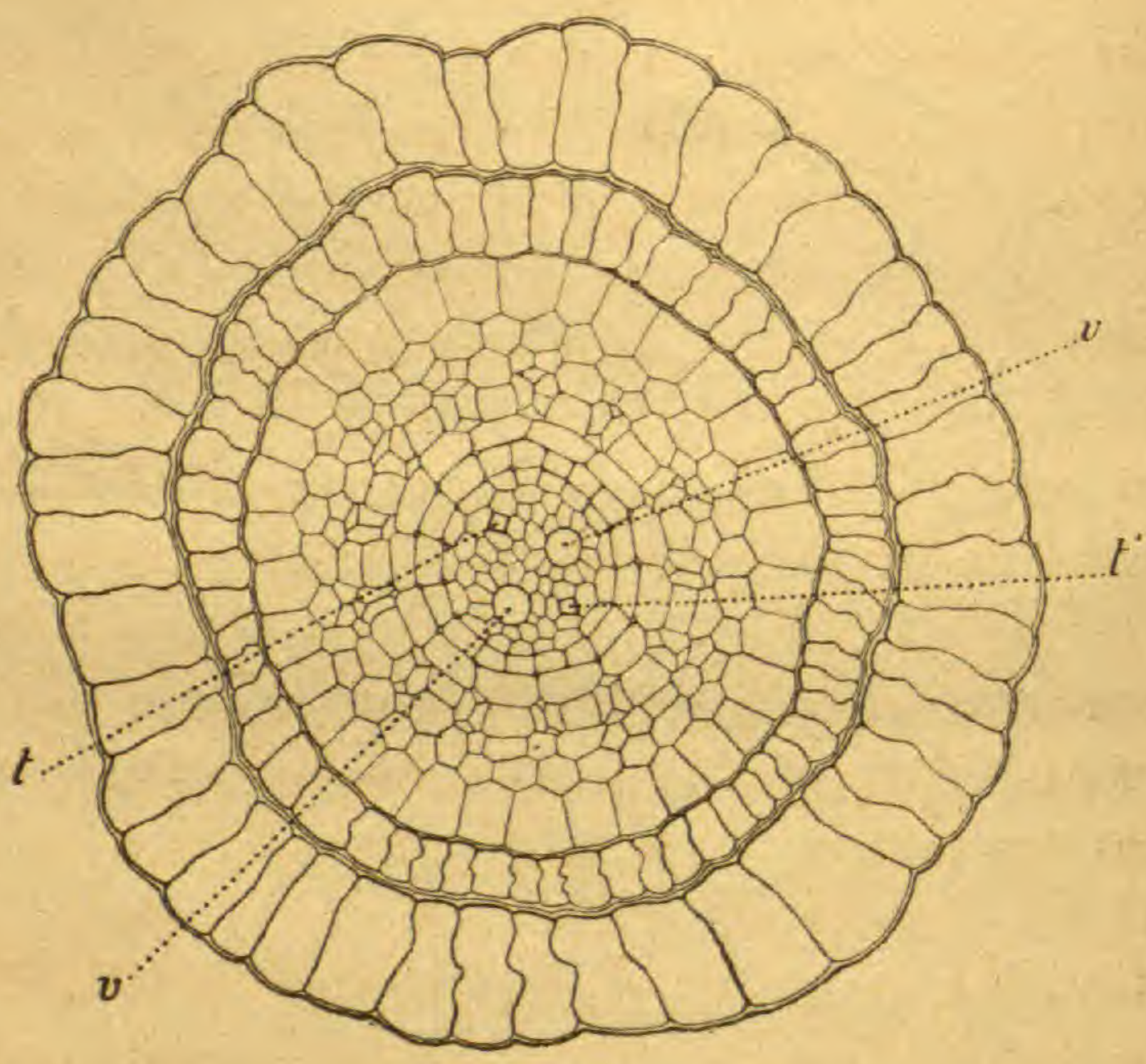


Fig. 70. — État jeune de la racine d'*Hydrocharis Morsus ranæ*. — *v v*, vaisseaux primitifs; *t*, premier tube criblé; le second tube criblé *t'* est bien différencié avant l'apparition du troisième vaisseau.

on peut voir parfois ce second tube criblé bien différencié avant la formation du troisième vaisseau, et, dans ce cas, le second tube est diamétralement opposé au premier, ainsi que le montre la figure 70 qui a une symétrie nettement binaire.

Pour attribuer à cette racine une symétrie soit binaire soit ternaire, on a d'ailleurs jusqu'ici envisagé exclusivement les vaisseaux, accordant à chacun d'eux la signification d'un faisceau ligneux. Or, si ces vaisseaux peuvent être appelés vaisseaux du bois, en raison de la région qu'ils occupent, ils ne sauraient être considérés comme les homologues des vaisseaux semblablement placés chez les autres plantes. En effet, les vaisseaux du bois, c'est-à-dire ceux qui se trouvent à la périphérie de la stèle, ont les caractères suivants : ils ne se différencient que longtemps après les premiers tubes criblés, leur diamètre est généralement étroit, et ils sont pourvus d'épaississements spiralés ou annelés ou tout au moins réticulés. Au contraire, les vaisseaux de l'*Hydrocharis* apparaissent avant les premiers tubes criblés, leur diamètre dès le début est très grand et leur paroi ne présente que des épaississements scalariformes. Ces caractères et d'autres moins précis à définir, mais bien probants pour quiconque a l'habitude du développement des racines, permettent d'homologuer ces organes aux vaisseaux qui se trouvent au centre de la stèle dans la plupart des autres Monocotylédones. Or, ces vaisseaux ne présentent avec les faisceaux du bois aucun rapport de nombre ou de disposition, ils sont surajoutés aux vaisseaux du bois, et pour les en distinguer on les appelle souvent vaisseaux médullaires.

Si cette homologation est exacte (1), l'appareil vasculaire de notre racine se trouve très réduit, les vaisseaux proprement dits font défaut et seuls subsistent ces vaisseaux surnuméraires qui ont pris la place des premiers. C'est là une dégradation considérable, mais qui surprendra moins si l'on se rappelle que cette plante, outre son mode de vie aquatique, possède des poils radicaux

(1) J'ai constaté une fois la présence d'un tube criblé superposé exactement à un de ces vaisseaux qu'il séparait du péricycle. Si l'on accorde à ces vaisseaux la signification de faisceaux ligneux, on est conduit à admettre pour ce cas l'existence d'un faisceau *libéro-ligneux*. Or, bien que ce fait soit rare chez l'*Hydrocharis*, comme on n'a jamais trouvé dans une autre racine des tubes criblés superposés aux vaisseaux proprement dits, il constitue un argument en faveur de l'homologation que je propose.

doués de propriétés particulières. En effet, ces poils sont nombreux et de grande taille, et de plus ils persistent depuis le voisinage du sommet jusqu'à la base de la racine, constituant un appareil parfaitement susceptible de suppléer l'appareil vasculaire.

La description qui précède montre quelles difficultés peut présenter parfois l'interprétation rigoureuse d'une structure en apparence très simple. Elle nous fait voir, en outre, que quand on parle de l'action dégradante exercée par le milieu aquatique sur l'appareil conducteur, il importe de préciser de quelle portion de cet appareil il s'agit. Cette dégradation partielle n'entraîne d'ailleurs pas fatalement une déchéance organique de l'être qui la présente, car dans notre exemple, si l'appareil conducteur est dégradé jusqu'à la suppression des vaisseaux proprement dits. cette suppression est compensée au point de vue physiologique, et il y a par contre une complication du système criblé. En effet, outre les tubes criblés répartis tout autour de la stèle qui représentent autant de faisceaux libériens, tels qu'ils existent dans beaucoup de Monocotylédones, cette racine possède d'autres tubes criblés disséminés dans la moelle, comme on en rencontre seulement dans les racines à structure le plus compliquée, telles que les racines de certaines Aroïdées, et avec un tube criblé axile qu'on ne trouve nulle part ailleurs.

Cela prouve une fois de plus que si les vaisseaux sont soumis plus ou moins étroitement à l'influence des conditions extérieures, les tubes criblés en sont aussi indépendants que possible. C'est pour cette raison qu'il convient d'accorder aux tubes criblés dans les descriptions anatomiques, une importance plus grande qu'aux vaisseaux.

SUR LES RÉSERVES OLÉAGINEUSES DE LA NOIX

Par M. LECLERC DU SABLON

Cette note est un complément aux travaux que j'ai déjà publiés sur la germination des graines oléagineuses (1). Je me suis proposé d'étudier la formation et la destruction des réserves oléagineuses renfermées dans la noix. Pour cela j'ai dosé les matières grasses et les hydrates de carbone dans des graines prises aux différentes phases de leur formation et de leur germination. J'ai suivi la même méthode que pour l'étude des amandes. Les corps gras sont extraits par l'éther anhydre, pesés, puis neutralisés avec de la baryte titrée afin de reconnaître la quantité d'acide gras mélangée à l'huile neutre. Puis la matière épuisée par l'éther est traitée par l'alcool à 90° qui dissout les sucres. Dans une moitié de l'extrait alcoolique, le glucose est dosé directement; l'autre moitié est intervertie pour permettre le dosage du saccharose. On peut ensuite rechercher, dans la matière épuisée par l'éther et l'alcool, les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et qu'on peut réunir sous la qualification d'amyloses.

Les premiers résultats de mon étude sur la formation des réserves ont été publiés dans une note insérée aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Je les reprends ici afin de pouvoir comparer la formation des réserves avec leur destruction pendant la germination. Au commencement de juillet, lorsque j'ai commencé à étudier les jeunes noix, la graine avait déjà acquis à peu près ses dimensions définitives, mais l'embryon, très mince, avait à peine un centimètre de longueur et était entouré d'un albumen abondant et de consistance gélatineuse. J'ai continué à analyser par intervalles des noix fraîchement cueillies jusqu'au mois d'octobre, époque à laquelle j'ai trouvé dans les jeunes noix à peu près la même composition que dans les noix mûres.

(1) Revue générale de Botanique, tome VIII, 1895, pages 145, 205, 258, et tome IX, 1897, page 5.

Le tableau 1 indique les quantités d'huile, de glucose et de saccharose renfermées dans la graine, de juillet en octobre. Pour rendre les résultats plus clairs, j'ai réuni dans le tableau 2 les proportions de ces différents composés rapportées à 100 parties de matière sèche.

Tableau 1

Date de la récolte	Poids de la matière sèche		Huile		Glucose		Saccharose	
	gr.	*mill.*	*gr.*	*mill.*	*gr.*	*mill.*	*gr.*	*mill.*
6 Juillet	1	970	0	064	0	151	0	0
1 Août	2	139	0	358	0	053	0	011
15 »	4	672	1	969	traces		0	030
1 Septembre . .	8	338	4	948	»		0	070
4 Octobre. . . .	10	506	6	617	»		0	176

Tableau 2

Date de la récolte	Eau	Huile	Glucose	Saccharose
	%	%	%	%
6 Juillet	837	3	7,6	0
1 Août	535	16	2,4	0,5
15 »	274	42	0	0,6
1 Septembre . .	48	59	0	0,8
4 Octobre. . . .	10	62	0	1,6

Les tableaux 3 et 4 donnent pour les graines en germination les mêmes renseignements que les tableaux 1 et 2 pour les graines en formation. L'état du développement est indiqué par la longueur de la radicule. Je n'ai donné dans ces tableaux que le résultat de l'analyse des cotylédons. Je dirai plus loin ce qui m'a paru intéressant dans l'étude de la tige et de la racine.

Tableau 3

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche		Huile		Glucose		Saccharose	
	gr.	*mill.*	*gr.*	*mill.*	*gr.*	*mill.*	*gr.*	*mill.*
Non germée. .	7	340	4	669	0	0	0	215
0cm,2	4	666	2	906	0	018	0	125
4cm.	4	482	2	727	0	020	0	117
8cm.	4	815	2	485	0	028	0	160
10cm.	2	720	1	417	0	060	0	174
10cm.	3	898	1	719	0	160	0	420
15cm.	3	363	1	240	0	400	7	330
15cm.	1	137	0	210	0	180	0	105
15cm.	1	035	0	151	0	156	0	102

Tableau 4

Longueur de la radicule	Huile	Glucose	Saccharose
	°/₀	°/₀	°/₀
Non germée .	63	0	4
0cm,2.	62	0,3	2
4cm.	60	0,4	2
8cm.	51	0,5	3
10cm.	52	2	6
10cm.	44	4	10
15cm.	36	11	9
15cm.	18	15	9
15cm.	14	15	9

La seconde colonne verticale du tableau 2 montre avec quelle rapidité la proportion d'eau renfermée dans la graine décroît à mesure que l'on se rapproche de la maturité; c'est là d'ailleurs, comme on le sait, un phénomène général pour toutes les graines; il m'a paru néanmoins intéressant de donner les nombres précis pour la noix. Pendant la germination, le phénomène inverse se produit; la proportion d'eau est d'autant plus grande que la germination est plus avancée. Cette augmentation de la teneur en eau n'est pas en rapport avec le temps pendant lequel les graines sont restées en terre, mais bien avec l'état plus ou moins avancé de la destruction des réserves. Ainsi les graines qui, dans le tableau 4, renferment 52 °/₀ et 14 °/₀ d'huile, ont été semées en même temps et dans les mêmes conditions et arrachés en même temps; cependant elles renfermaient des proportions d'eau très différentes; dans les premières, il y a 93 d'eau pour 100 de matière sèche et dans les secondes, il y a 470 °/₀ d'eau.

La proportion de matières grasses va en diminuant dans les graines en formation et en augmentant dans les graines en germination. La quantité très faible d'huile (3 °/₀) que l'on trouve dans les graines très jeunes s'explique par ce fait, que l'albumen qui occupe alors la plus grande partie de la graine n'est pas oléagineux. Le tableau 4 montre que la marche générale de la digestion de l'huile est la même dans la noix que dans les autres graines oléagineuses.

La mesure de l'acidité des matières grasses extraites des graines donne lieu à des remarques intéressantes. Pendant la germination, l'acidité augmente comme pour les autres graines oléagineuses. Ainsi, lorsque la radicule a 4cm de longueur, il faut seulement 0,005 de baryte pour neutraliser 100 parties d'huile; à

la fin de la germination, au contraire, il faut 0,5 de baryte pour neutraliser la même quantité d'huile. Pendant la formation de la graine, les variations sont encore bien plus grandes. Le 6 juillet, il faut 3 parties de baryte pour neutraliser 100 parties d'huile, le 1er août il en faut seulement 0,2 et le 1er septembre 0,005. Cette constatation tend à prouver que les réactions qui donnent lieu à la formation des huiles dans les graines sont les mêmes que celles qui président à sa destruction. Les acides gras paraissent être dans les deux cas un produit intermédiaire entre les hydrates de carbone et l'huile neutre.

Dans l'étude des sucres, il est essentiel de distinguer le saccharose du glucose. Le glucose, qui est la forme assimilable des hydrates de carbone, se trouve toujours dans les graines à l'état de vie active et manque au contraire pendant la période de vie ralentie. La proportion de glucose va constamment en diminuant pendant la formation de la graine et constamment en augmentant pendant la germination. Le saccharose manque d'abord dans les graines très jeunes. On en trouve ensuite une petite quantité qui augmente peu à peu jusqu'au moment de la maturité. La graine renferme alors environ 4 °/₀ de saccharose que l'on doit considérer comme une matière de réserve. Au commencement de la germination, la proportion de saccharose diminue d'abord un peu ; cela tient à ce que le saccharose emmagasiné dans la graine mûre est digéré et transformé en glucose; mais bientôt la proportion de saccharose se relève, augmente plus vite que celle du glucose, passe par un maximum et diminue légèrement. Si on compare le glucose au saccharose pendant la germination, on voit que le saccharose est pendant assez longtemps en quantité beaucoup plus grande que le glucose ; puis vers la fin de la germination, c'est le glucose qui l'emporte. On peut s'expliquer ces variations dans la proportion des sucres de la même façon que pour les autres graines oléagineuses. L'huile neutre attaquée par les sucs digestifs devient acide puis est oxydée et transformée en saccharose qui donne du glucose directement assimilable. Le saccharose étant un intermédiaire entre la matière grasse et le glucose, on comprend que les cotylédons renferment d'abord plus de saccharose et puis, lorsque la digestion des matières grasses touche à sa fin, moins de saccharose que de glucose. Comme dans les autres graines oléagineuses,

la formation des acides gras et la transformation du saccharose en glucose paraissent dues à l'action de diastases, tandis que l'oxydation qui transforme la matière grasse en hydrate de carbone, paraît liée à la respiration.

Les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et que l'on peut appeler les amyloses, sont en quantité faible et peu variable, sauf tout à fait au début de la formation. Le 6 juillet, en effet, les jeunes graines renferment environ 22 °/₀ d'amyloses ; elles n'en renferment plus que 14 °/₀ le 1er août; puis la proportion tombe à 3 °/₀ environ et varie peu jusqu'à la maturité. Il est probable que la quantité relativement considérable d'amylose trouvée dans la très jeune graine est localisée en grande partie dans l'albumen formé d'une sorte de matière gélatineuse. Pendant la germination, la proportion d'amylose dans les cotylédons varie entre 3 °/₀ et 5 °/₀ et ces composés ne paraissent pas jouer un rôle important dans la digestion des matières grasses.

En même temps que les cotylédons, j'ai étudié les tiges et les racines des graines en germination. Les matières grasses s'y trouvent en quantité très faible; la proportion est d'à peine 3 °/₀ au début de la germination et s'abaisse ensuite. Les sucres sont beaucoup plus abondants surtout dans la tige. Les jeunes tiges d'environ 10cm de long et qui commençaient à verdir, renfermaient environ 12 °/₀ de glucose et 4 °/₀ de saccharose; les racines correspondantes ne renfermaient que 4 °/₀ de glucose et 4 °/₀ de saccharose. Un peu plus tard, lorsque les tiges ont 15cm de longueur et portent une ou deux feuilles vertes, la proportion de glucose tombe à 10 °/₀ et celle du saccharose à 1 °/₀; et les racines correspondantes renferment 3 °/₀ de glucose et 3 °/₀ de saccharose. La proportion d'amylose est beaucoup plus considérable, environ 18 °/₀ pour les tiges et 25 °/₀ pour les racines. Au commencement de la germination, les sucres trouvés dans la tige et dans la racine viennent des cotylédons ; mais plus tard, lorsque la chlorophylle apparaît dans la tigelle, les hydrates de carbone peuvent être formés par synthèse et ne proviennent plus de la digestion des réserves de la graine. Il faut noter la quantité relativement considérable d'amylose qui se trouve dans la tige et la racine et qui, au moins au commencement de la germination, provient de la transformation du glucose venu des cotylédons.

REVUE DES TRAVAUX

PUBLIÉS

SUR LES MUSCINÉES

DEPUIS LE 1er JANVIER 1889 JUSQU'AU 1er JANVIER 1895 (*Fin*)

8° *Noyau.* — MM. FARMER et REEVES (1) ont découvert chez le *Pellia epiphylla*, des centrosphères assez faciles à mettre en évidence dans les spores qui germent, comme on le sait, à l'intérieur du sporogone. Ces auteurs n'ont pu voir le centrosome lui-même, mais seulement les asters. Il y a dans le noyau, de taille volumineuse, huit chromosomes. MM. Farmer et Reeves décrivent avec soin la caryokinèse de ces noyaux.

9° *Spores.* — M. BERGGREN (2) a fait des observations sur l'émission des spores dans l'*Archidium phascoides*.

M. LETACQ (3) résume dans trois notes successives les opinions de plusieurs savants sur les microspores des Sphaignes. Après avoir rappelé leur découverte par Schimper et leur existence contestée ensuite, l'auteur cite l'opinion de M. Warnstorf qui les a observées de nouveau sur plusieurs échantillons de Sphaignes. Le Bryologue allemand pense que chez les Sphaignes, de même que chez les Rhizocarpées, les microspores produisent des prothalles mâles. Cette duplicité des spores à presque toujours été constatée chez des espèces dioïques, sauf pourtant chez le *Sph. acutifolium* qui, étant généralement monoïque, deviendrait, par ce fait, polyoïque. Le même auteur a observé également des microspores chez le *Dillæna Blyttii*, Hépatique de l'Allemagne du Nord, et il conclut immédiatement que certaines Hépatiques sont dioïques comme les Sphaignes. Il pense que l'on pourrait retrouver les mêmes faits chez les Mousses. Mais M. Gravet est tout à fait opposé à la

(1) J.-B. Farmer et J. Reeves : *On the occurrence of centrosphères in* Pellia epiphylla Nees (Ann. of Botany, 1894, p. 219, 1 pl.).

(2) S. Berggren : *Några iakttagelser rörande sporer nas spridning hos* Archidium phascoïdes. (Bot. Not. 1889, n° 2).

(3) A L. Letacq : *Les spores des Sphaignes d'après les récentes observations de M. Warnstorf* (Bull. de la Soc. linn. de Normandie, 1888-1889, p. 27). — *Deuxième note sur les spores des Sphaignes* (Ibid. p. 195). — *Troisième note sur les spores des Sphaignes* (Ibid., 1891, p. 229).

manière de voir précédente. Pour lui les théories de M. Warnstorf ne sont que de simples suppositions. Il considère ces spores, que l'on ne rencontre que rarement, comme des anomalies. Enfin M. Nawaschine, de Moscou, admet que les microspores des Sphaignes sont les spores d'un Champignon parasite, dont les hyphes remplacent les cellules-mères des spores. Ce champignon serait une Ustilaginée, le *Tilletia Sphagni ;* mais l'auteur n'a pu encore obtenir la germination de ces spores.

10° *Elatères.* — Miss Tilden (1) s'est occupée des élatères des Hépatiques, qui, tant à cause de leurs fonctions particulières que de la valeur systématique de leur différenciation, méritent une étude attentive. Les élatères jeunes contiennent toujours de l'amidon, qui disparaît pendant la formation des spires d'épaississement des parois de la cellule ; mais il peut s'en trouver encore un peu dans les élatères mûrs. On rencontre des élatères ramifiés chez les *Targionia*, les *Anthoceros*, les *Radula* et les *Conocephalus*. La ramification est dichotome au moins chez les *Conocephalus*. La ramification des élatères dépend de la forme du sporogone, de la disposition des élatères par rapport à la pression latérale, enfin de leur propre structure. La ramification commence après le détachement des spores et des élatères à l'intérieur du sporogone et continue jusqu'à la déhiscence de ce dernier. Le nombre des bandes spirales varie de 1 à 5, et celles-ci peuvent se ramifier de même qu'elles peuvent disparaître. Les élatères normaux de *Conocephalus* ont, en règle générale, deux spires, dont l'une ou toutes les deux peuvent être ramifiées. Enfin une ramification anormale des élatères amène une ramification anormale des spires.

11° *Anatomie expérimentale.* — Les recherches sur l'influence du milieu sur la structure et le développement des Phanérogames sont aujourd'hui très nombreuses. On doit à M. Bastit (2) d'avoir appliqué cette méthode d'investigation à l'étude des Muscinées.

M. Bastit a étudié d'abord l'influence du milieu aquatique, en forçant une espèce terrestre, le *Polytrichum juniperinum* à se développer au fond d'un cristallisoir rempli d'eau. En deux mois et demi il obtint des tiges aquatiques très différentes des tiges aériennes, par leur taille beaucoup plus petite, par leurs sinuosités, par la disposition des feuilles. Au point de vue de la structure, ces tiges différaient des tiges aériennes par l'absence de cuticule à l'épiderme, par l'augmentation du volume des cellules, et par la minceur des parois cellulosiques. Ces caractères se retrouvent presque intégralement dans les Mousses normalement aquatiques.

Les feuilles aquatiques diffèrent beaucoup aussi des feuilles nor-

(1) J. Tilden : *On the morphology of Hepatic elaters with special reference to branching elaters of* Conocephalus conicus. (Minnesota botanical Studies, 1894, p. 43).

(2) E. Bastit : *loc. cit.*

males. Il y a disparition presque complète de l'acumen et la feuille est arrondie au lieu d'être aiguë; les lames chlorophylliennes disparaissent, les épidermes restent cellulosiques et le limbe ne comprend plus qu'une assise de cellules contenant de la chlorophylle.

Il est vrai que ces résultats ont été contredits par M. Morin (1), qui a fait quelques recherches de ce genre sur les Muscinées. L'auteur a observé les Hépatiques *sans expérimenter toutefois*, et il a trouvé qu'elles étaient peu variables dans leur structure. Mais l'absence d'expérimentation plaçant l'objet d'études dans des conditions de développement déterminées et connues, enlève beaucoup de sa valeur à cette conclusion. Il est vrai que ce procédé a l'avantage de permettre l'observation de sujets mieux développés, au dire de l'auteur. Mais on peut répondre à cela qu'on ne connaît pas les conditions du développement. Toutefois même à l'aide de cette méthode imparfaite M. Morin reconnaît que le milieu aquatique arrête le développement des amphigastres chez certaines espèces, par exemple chez le *Chiloscyphus polyanthos* var. *rivularis*, et le *Madotheca porella*. Il se développe aussi des lacunes aérifères dans les espèces inondées. Chez le *Sphagnecetis communis*, les propagules se développent mieux dans les endroits secs.

Mais pour les Polytrichacés M. Morin a fait quelques expériences. Il arrive par ce moyen à prouver que les lamelles des Polytrichacées peuvent se développer même dans l'eau, après un long temps d'expérience. Et si M. Bastit n'en a pas observé, ce serait, d'après l'auteur, qu'il aurait examiné des feuilles d'individus trop jeunes et encore mal développés.

IV. Physiologie

Physiologie. — M. Bastit n'a pas seulement expérimenté sur l'action du milieu aquatique; il a aussi fait des recherches sur l'influence de la lumière et de la pesanteur sur les tiges. Il a montré ainsi que le pouvoir géotropique négatif des tiges de Mousses aériennes soumises à la vie aquatique et vivant dans l'obscurité est très faible.

Si l'on éclaire ces mêmes tiges par le haut seulement du récipient, on voit qu'elles sont douées d'un héliotropisme positif, qui, se combinant avec le faible géotropisme négatif constaté auparavant, fait prendre à la tige une direction verticale. Si l'on éclaire les récipients par le bas, on voit les tiges se diriger de ce côté, ce qui montre que le pouvoir héliotropique est plus fort que le pouvoir géotropique négatif.

Les mêmes phénomènes se reproduisent absolument si l'on expérimente sur des tiges aériennes.

M. Bastit s'est encore livré à des expériences sur le sommeil de certaines feuilles de Mousses. On sait, en effet, que sous l'influence de la

(1) R. Morin : *loc. cit.*

sécheresse, les feuilles des Polytrics se relèvent contre la tige. Ce mouvement en comprend deux autres qui sont simultanés : 1° un mouvement de rotation dans le plan de la tige, le limbe se mouvant comme s'il était articulé sur la gaîne, 2° un mouvement de flexion longitudinale débutant dans l'acumen et s'étendant au limbe entier. Ces mouvements foliaires se propagent de bas en haut sur la tige. De plus, chaque feuille en même temps se replie dans le sens transversal en forme de gouttière, et même de canal. Lorsque les feuilles ont pris leur position contre la tige, elles sont dans un état de *sommeil hygrométrique*. Ces mouvements sont dus à la variation de la turgescence dans les tissus cellulosiques de la feuille.

A cet état de sommeil hygrométrique, la fonction respiratoire de la plante se fait encore, mais son intensité est beaucoup diminuée, ainsi que le démontre l'auteur dans une nouvelle série d'expériences. Il en est de même de l'assimilation chlorophyllienne.

M. Bastit avait démontré que les fonctions respiratoire et chlorophyllienne s'effectuaient normalement à l'état de veille et de sommeil hygrométrique, c'est-à-dire de la même manière que chez les végétaux supérieurs, où ces mêmes fonctions avaient été étudiées. Mais ses recherches appliquées au seul *Polytrichum juniperinum* manquaient de généralité. M. Jönsson (1) a étendu ces notions à un certain nombre d'autres Muscinées. Après avoir démontré que dans la respiration le rapport de CO^2 émis à O absorbé donne des chiffres à peu près identiques à ceux fournis par les plantes appartenant aux autres embranchements, l'auteur a fait des recherches sur les quantités absolues de CO^2 dégagé en les comparant au poids sec. Ces quantités sont les mêmes, dans une même espèce, mise dans les mêmes conditions. Mais ces quantités sont très diverses si l'on s'adresse à des espèces différant entre elles par la structure anatomique, et surtout par la teneur en eau.

Dans une même espèce, la quantité de CO^2 émis est proportionnelle à la quantité d'eau que contiennent les individus. L'expérience a été faite avec le *Mnium undulatum* et répétée sur plusieurs autres espèces.

Il en est de même pour ce qui concerne l'assimilation chlorophyllienne.

M. Jönsson a aussi étudié l'influence de la coloration rougeâtre que l'on trouve chez les membranes de certaines Muscinées développées au soleil. C'est ainsi que le *Frullania tamarisci* émet moins d'acide carbonique dans l'acte de la respiration et en absorbe moins dans l'assimilation chlorophyllienne quand il est rouge que quand il est vert. Cette coloration rouge est intimement liée àl'éclairement.

A propos de cette coloration rouge, M. Gravet (2) avait observé

(1) B. Jönsson : *Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées* (Comptes-rendus de l'Acad. des Sc., 1894, séance du 20 août). Travail fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

(2) F. Gravet : *Sur la couleur des Sphaignes* (Rev. bryol., 1889, p. 35).

les mêmes particularités pour les Sphaignes qui sont vertes surtout à l'ombre et qui au soleil peuvent être rougeâtres, brunâtres, etc., selon les variétés. Il constata, au moyen de sulfate de fer, qu'il y a du tanin dans les chatons mâles et les capsules des espèces colorées, et selon l'auteur on peut admettre que le tanin est la cause des colorations. Mais alors on peut se demander, avec M. Gravet, comment il se fait que certaines espèces vertes développées à l'ombre sont également riches en tanin dans les mêmes parties. L'auteur qui s'est posé à lui-même l'objection ne s'est pas chargé de la résoudre.

A l'étude du sommeil hygrométrique étudié par M. Bastit peuvent se rattacher les observations de M. Mattirolo (1) sur la réviviscence du *Grimaldia dichotoma*. Des individus de cette espèce, conservés pendant sept ans en présence de l'acide sulfurique, ont repris, après avoir été humectés, leur végétation, et ont donné en moins de deux mois des appareils reproducteurs. L'auteur pense que, pendant la dessiccation, les fonctions vitales ne sont pas entièrement suspendues, mais seulement réduites au minimum.

Ce qu'il y a de curieux c'est que ce changement dans les conditions extérieures a amené des modifications importantes dans la structure. Les épaississements caractéristiques des cellules de l'épiderme deviennent plus faibles, l'assise mécanique s'amincit. Le thalle s'élargit, mais les appendices bruns de la face inférieure deviennent plus petits, moins nombreux, puis disparaissent.

M. Haberlandt (2), qui a déjà démontré que l'accroissement des poils absorbants des Phanérogames est terminal, montre que la même loi préside au développement des rhizoides des *Lunularia* et des *Marchantia*. Ce fait étant posé, on peut se demander comment se font les courbures géotropiques de ces organes. On sait qu'en général lorsqu'il se produit une courbure c'est dans les régions nouvellement formées. M. Haberlandt a montré que dans le cas présent c'est bien au sommet du rhizoide que se produit la courbure. Quant à l'hypothèse de Wortmann, que les courbures doivent leur origine à des mouvements d'excitation du protoplasme, M. Haberlandt ne peut l'admettre pour les rhizoides en question ; car toute l'extrémité de l'organe est remplie de protoplasme qui ne montre aucune différence dans ses diverses parties.

La cloison de cellulose est d'égale épaisseur partout, et, si des rhizoides de *Lunularia* cultivés à la surface d'un milieu nutritif ont montré des courbures avec une membrane plus épaisse à la partie concave, il faut considérer ce fait comme un résultat de la courbure et non comme la cause.

(1) O. Mattirolo : *Nuova osservazione sulla reviviscenza della* Grimaldia dichotoma Raddi (Rendi conti della R. Acad. dei Lincei, p. 579).

(2) Haberlandt : *Ueber das Längenwachsthum und den Geotropismus der Rhizoiden von* Marchantia *und* Lunularia (Österr. bot. Zeitschrift. 1889, p. 93.

Il me reste maintenant à citer quelques travaux sur le contenu cellulaire et les membranes des Muscinées.

M. Amann (1) a étudié la composition de certains corpuscules de couleur vert de mer qui couvrent les feuilles du *Leptotrichum glaucescens*. Ils ne se laissent pas mouiller par l'eau et présentent de la similitude avec le revêtement cireux de certaines phanérogames. Ils sont insolubles dans l'eau froide ou bouillante, mais se dissolvent dans l'éther, le chloroforme et l'alcool à 90 °/₀ bouillant. La matière se précipite par refroidissement ou addition d'eau. La solution éthérée a une réaction acide et laisse par évaporation déposer un corps que l'auteur appelle *acide leptotrichique*, sous forme d'aiguilles prismatiques incolores se groupant autour d'un centre. Ces cristaux sont insipides, sans odeur, et présentent la double réfraction.

Les portions vertes de la plante contiennent environ 13 °/₀ d'acide leptotrichique. C'est la première substance cristallisable qui ait été rencontrée chez les Mousses.

Les cellules à huile de certaines Hépatiques ont fait le sujet d'une étude de M. von Kuster (2). M. Pfeffer avait démontré depuis longtemps que ces corpuscules contiennent surtout des huiles grasses, et qu'un lavage à l'alcool montre une membrane de nature albuminoïde. Ces huiles sont bien des huiles grasses, comme le démontre M. von Kuster, mais il n'y a pas de membrane. L'auteur s'est efforcé de la colorer avec le violet de gentiane après avoir fixé les tissus par l'acide osmique. On voit alors les gouttelettes d'huile noir brun, au milieu d'une masse fondamentale d'un beau violet : il y a donc un plasma dans lequel sont répandus des globules d'huile. Mais la membrane de Pfeffer n'est qu'une formation provenant du traitement par les réactifs. Il n'est pas invraisemblable que le stroma ait une composition albuminoïde, toutefois ce n'est pas sûr. Ces corpuscules huileux apparaissent au début avec des contours irréguliers; ils sont d'abord opaques, on voit ensuite se former dans leur intérieur les gouttelettes d'huile, qui y apparaissent comme des néo-formations et non par division. Ces corps se forment aussi bien à l'obscurité et dans les jeunes feuilles sans chlorophylle. En somme ces corpuscules huileux se montrent identiques aux élæoplastes.

(1) J. Amann : Leptotrichum glaucescens Hampe (Bot. Centralbl., 1889, p. 71).

(2) W. Von Kuster : *Die Oelkörper der Lebermoses und Ihre Verhaltniss zu den Elaioplasten*. (Inaug. diss.), Bâle, 1894.

L. Géneau de Lamarlière.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896

La présente Revue fait suite à celles qui ont été publiées ici même par le regretté Marquis G. de Saporta, et dans lesquelles il a rendu compte des travaux de paléontologie végétale parus en France jusqu'à la fin de 1892. Elle sera conçue conformément au plan qu'il avait adopté et qu'impose presque forcément la considération des périodes principales entre lesquelles se divise l'histoire des modifications successives du monde végétal ; toutefois si l'on est conduit, par cette considération, comme par la spécialisation des travaux qui se rapportent aux végétaux de chacune de ces périodes et qui n'empiétent que rarement de l'une sur l'autre, à adopter une semblable division. elle n'a vraiment toute sa raison d'être que pour les végétaux supérieurs, les végétaux inférieurs ne nous offrant, à ce qu'il semble, que des modifications beaucoup moins tranchées et constituant en même temps un domaine un peu particulier, à la délimitation duquel il convient d'avoir égard.

Je consacrerai donc tout d'abord un chapitre spécial aux végétaux inférieurs, en y comprenant les empreintes problématiques susceptibles d'être avec plus ou moins de vraisemblance rangées parmi les Algues, comme je l'avais fait, d'ailleurs, dans les comptes rendus des travaux de paléobotanique qui ont été insérés successivement, pour chacune des années 1886 à 1893, dans les volumes III à X de l'*Annuaire Géologique Universel*. De même encore que dans ces comptes-rendus, je ne parlerai pas seulement des ouvrages publiés en France, mais je m'efforcerai de rendre compte également des travaux étrangers, dont un bon nombre ont un intérêt considérable, et qui ne sont pas aussi facilement accessibles aux lecteurs français. Il est facile de comprendre néanmoins qu'il ne soit pas possible, dans une revue qui s'étend à plusieurs années, de tout mentionner comme dans un compte rendu annuel et que je sois forcé de me restreindre ici aux travaux les plus importants : il n'a pas été publié en effet, pendant les quatre années 1893 à 1896, moins de 622 ouvrages, brochures ou articles, trai-

tant de paléontologie végétale, sans parler de ceux qui me sont demeurés inconnus, et j'ai pu prendre connaissance d'environ 550 d'entre eux ; je dois dire, il est vrai, que dans ce nombre il en est qui ont été publiés successivement, sans grandes modifications ni additions, dans plusieurs recueils distincts, et qui viennent ainsi grossir un peu fictivement le chiffre total. Il n'en reste pas moins un ensemble considérable, dans lequel je devrai me borner à signaler les faits essentiels, les observations offrant, au point de vue botanique, un intérêt général, en laissant de côté celles qui ne ne présenteraient qu'un intérêt soit purement local, soit exclusivement géologique, telles que la découverte de gisements nouveaux ne comprenant que des espèces déjà connues sur d'autres points.

I. — Végétaux inférieurs et Organismes problématiques.

A. — *Algues et Organismes problématiques.*

Depuis les beaux travaux de M. Nathorst, qui ont fait exclure du règne végétal nombre d'empreintes jusqu'alors classées de confiance, et pour ainsi dire sans examen, parmi les Algues par la plupart des paléontologistes, la discussion est restée ouverte à l'égard de certains types encore énigmatiques, sur l'interprétation desquels on ne parvient pas à se mettre d'accord, tels notamment que les *Spirophyton*, les *Gyrolithes*, les *Chondrites*. M. Th. Fuchs s'est attaché à leur étude, et il se prononce formellement contre leur attribution au règne végétal, n'admettant guère comme Algues véritables, parmi les « Fucoïdes », que quelques rares empreintes provenant principalement, soit du Trias alpin, soit des calcaires lithographiques de Solenhofen, soit encore de la mollasse tertiaire de Suisse. Il a fait connaître en particulier (1), à l'appui de sa manière de voir concernant les *Gyrolithes*, des corps cylindriques plus ou moins contournés, parfois ramifiés, ramenés des grands fonds de la Méditerranée par les dragages de l'expédition de la Pola, et qui offrent réellement une ressemblance frappante avec ces prétendus organismes fossiles : formés de boue à Globigérines durcie, ils ne peuvent être regardés que comme le moulage de tubes d'Annélides, et le fin réseau vermiculé qui couvre leur surface comme celle des *Gyrolithes* paraît correspondre à la présence, sur la paroi de ces tubes, de colonies d'autres vers beaucoup plus petits, plus ou moins voisins du genre *Phoronis*. Il est certain, dans tous les cas, qu'on n'a pas affaire à un végétal.

(1) Th. Fuchs : Ueber einige von der öster. Tiefsee-Expedition S. M. Schiffes « Pola » in bedeutenden Tiefen gedretschte *Cylindrites*-ähnliche Körper und deren Verwandtschaft mit *Gyrolithes* (*Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien*, LXI. 2e part., p. 11-22, 3 pl. 1894).

Pour les Fucoïdes comme pour les Spirophytes (1), M. Th. Fuchs affirme qu'ils sont toujours dirigés normalement à la stratification, s'épanouissant et se ramifiant de haut en bas, à l'inverse de ce qui devrait avoir lieu pour des Algues ; à son avis, les Fucoïdes, les *Chondrites* en particulier, représenteraient le remplissage, par une boue formée des mêmes éléments que la roche encaissante, de trous à ramification régulière, creusés par des vers pour y déposer leurs œufs ; les Spirophytes, auxquels la même interprétation ne peut s'appliquer, seraient des bandes d'œufs de Gastéropodes.

M. H. Potonié ne partage pas cette manière de voir (2) et rapporte les *Spirophyton* à une action purement mécanique, ayant obtenu expérimentalement des empreintes très analogues en donnant à du sable en suspension dans l'eau un mouvement giratoire énergique, conformément à l'idée qu'avait indiquée M. Nathorst.

L'interprétation mise en avant par M. Th. Fuchs pour les Fucoïdes a fait, d'autre part, l'objet de vives protestations, d'abord de la part de M. W. von Gümbel, qui, dans une courte note (3), a défendu l'attribution aux Algues, du moins pour les Fucoïdes du Flysch, et a fait remarquer notamment que, loin d'être toujours normales à la stratification, ces empreintes étaient au contraire le plus ordinairement étalées à la surface des bancs, disposition que j'ai, en effet, constatée moi-même dans les couches à Fucoïdes des environs de St-Jean-de-Luz; il a établi, de plus, que l'analyse chimique révélait pour elles une composition toute différente de celle de la roche encaissante, les montrant essentiellement formées de silicates avec une forte teneur en éléments carburés, tandis que ces derniers n'atteignent qu'une proportion insignifiante dans la roche environnante, laquelle est pour la plus grande partie constituée par du carbonate de chaux.

M. Rothpletz, à son tour, a repris la même étude (4), et l'a complétée, tout en développant les mêmes arguments, par un examen microscopique de la matière noirâtre qui forme le corps et les rameaux de ces Fucoïdes ; il y a reconnu la présence de particules charbonneuses régulièrement distribuées dans la masse et affectant la forme de petits tubes souvent ramifiés, dans lesquels on distingue parfois la trace de cloisons transversales, et qu'on doit regarder comme des cel-

(1) Th. Fuchs : Beiträge zur Kenntniss der Spirophyten und Fucoiden (*Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien,* CII, Abth. I, p. 552-570, 1 pl. 1894). — Studien über Fucoiden und Hieroglyphen (*Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien,* LXII, p. 369-448, 9 pl. 1895).

(2) H. Potonié : Vermeintliche und zweifelhafte pflanzliche Fossilien (*Naturwiss. Wochenschr.*, X, p. 346-351; p. 359-363; 12 fig. 1895).

(3) W. v. Gümbel : Vorläufige Mittheilung über Flyschalgen (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1896, I, p. 227-232).

(4) A. Rothpletz : Ueber die Flysch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liasische, Diatomeen führende Hornschwämme (*Zeitsch. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLVIII, 1896, p. 854-914, pl. XXII-XXIV).

lules rameuses d'origine végétale. Il présume que ces tubes forment un réseau à mailles plus ou moins lâches, qui devait être noyé dans une masse parenchymateuse entourée d'une couche corticale, et qui aurait seul subsisté, après la destruction de ces derniers éléments ; on aurait ainsi affaire à des Algues plus ou moins analogues aux Fucacées ou aux Laminariées. Peut-être encore le thalle était-il simplement formé de cellules tubuleuses dont les couches externes, gélifiées, auraient disparu, auquel cas l'analogie serait plutôt avec les Floridées ; mais quelle que soit l'interprétation, M. Rothpletz regarde l'attribution aux Algues comme incontestable. Il a procédé à cette occasion à une révision des Fucoïdes du Flysch, et il substitue aux noms de *Chondrites* et de *Gigartinites*, créés en 1828 par Brongniart, celui de *Phycopsis*, proposé trente ans plus tard par Fischer-Ooster et qui aurait l'avantage de ne faire présumer de rapprochement avec aucun genre vivant; mais, à ce compte, beaucoup d'autres noms devraient être changés, et si l'on admettait de telles violations de la loi de priorité, la nomenclature, qui tend à prendre plus de stabilité depuis qu'on respecte mieux les règles qui la régissent, ne tarderait pas à offrir une inextricable confusion. Il propose le nom de *Granularia* pour les espèces à thalle ramifié par dichotomie, et offrant une surface granuleuse ; il conserve les genres *Keckia* et *Gyrophyllites*, et groupe sous le nom de *Squamularia* les Fucoïdes à thalles non ramifiés, mais munis d'appendices simulant des feuilles ou des écailles, et offrant ainsi quelque analogie extérieure avec les *Caulerpa*.

Dans le même travail, il crée, sous le nom de *Siphonothallus*, un nouveau genre pour des Algues de l'Oligocène supérieur de Bavière, dont les thalles, tantôt simples, tantôt ramifiés par dichotomie, sont représentés par un tube charbonneux aplati, à très mince paroi, et non cloisonné, ce qui fait songer à une Siphonée. Enfin, il réunit, sous le nom de *Phyllothallus*, diverses empreintes des calcaires lithographiques de Solenhofen, déjà décrites comme *Chondrites*, *Codites* ou *Halymenites*, sur lesquelles il n'a pu trouver aucune trace d'organisation, mais qui paraissent bien correspondre à des Algues dont le thalle aurait été décomposé après avoir été préalablement recouvert par une mince croûte calcaire, grâce à laquelle la forme primitive nous a été conservée.

L'attribution aux Algues ne semble guère discutable non plus pour des empreintes charbonneuses du Wealdien d'Angleterre, ressemblant singulièrement, les unes aux *Chondrus*, les autres aux *Catenella*, que M. A. C. Seward a décrites sous le nom générique d'*Algacites* (1), proposé par lui afin d'éviter toute présomption en faveur d'un rapprochement qui pourrait n'être pas exact.

Il paraît y avoir également certitude à l'égard d'une empreinte du

(1) A. C. Seward : Catalogue of the mesozoic plants in the Department of geology, British Museum. The Wealden Flora. 1. Londres. 1894.

Carbonifère inférieur du Lancashire, à thalle divisé par une série de dichotomies successives en filaments de plus en plus étroits, que M. KIDSTON a décrite comme *Bythotrephis* (1), et sur laquelle il a nettement reconnu d'étroites cellules tubuleuses allongées.

M. PENHALLOW a observé, de son côté, dans le Dévonien des Etats-Unis (2), des empreintes analogues, appartenant manifestement à des Algues, qu'il a classées dans les genres *Haliserites* et *Dictyotites*.

Le même auteur a poursuivi ses recherches sur les *Nematophyton* (3), ces curieuses Algues géantes des mers dévoniennes et siluriennes dont les grosses tiges se retrouvent avec leur structure parfaitement conservée ; il a pu étudier, sur une espèce nouvelle, *Nem. Ortoni*, ainsi que sur le *Nem. crassum*, des fragments appartenant à la base de la tige, et il a constaté qu'ils présentaient une grande ressemblance avec les portions correspondantes des tiges de Laminaires. C'est, du reste, avec les Laminariées, et en particulier avec les *Macrocystis*, que les *Nemaphyton*, d'après M. Penhallow, auraient le plus d'analogies comme structure, bien que M MURRAY soit plus disposé (4) à les rapporter aux Siphonées.

J'ajoute que M. le Comte de SOLMS-LAUBACH a reconnu (5) la présence de ce même genre *Nematophyton* dans le Dévonien supérieur de la région rhénane, représenté par une espèce différente de celles du Dévonien d'Amérique, *Nem. Dechenianum*.

C'est encore aux Laminariées, et en particulier aux *Cladostephus*, que M. DE LIMA compare un organisme recueilli par M. Delgado à la base de la formation silurienne, dans les tufs diabasiques du Cambrien du Portugal (6), et qui se présente sous la forme de cylindres en plein relief simples ou dichotomes, à surface garnie de filaments très fins, surtout à l'extrémité : il y voit une Algue à thalle massif, servant de support à une algue filamenteuse épiphyte, comparable aux *Myriotrichia*, et il lui donne le nom de *Helviensia Delgadoi*. Quelque vraisemblable que soit l'attribution, il est impossible de méconnaître qu'elle n'offre pas le même caractère de certitude que pour les types précédents.

(1) R. Kidston : On a new species of *Bythotrephis* (*Proc. R. phys. Soc. Edinburgh*, XI, p. 241-242, pl. X. 1893).

(2) Penhallow : Notes on Erian plants (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, XVI, p. 105-114. pl. IX-XIV. 1893).

(3) Penhallow : Notes on *Nematophyton crassum* (*Ibid.*, XVI, p. 115-118, pl. XV-XVIII. 1893). — *Nematophyton Ortoni* n sp (*Ann. of Bot.*, X, p. 41-48. pl. V. 1896). — *Nematophyton crassum* (*Canadian Rec. of science*, 1896, p. 151-156, pl. II).

(4) G. Murray : Fossil Algæ (*Science Progress*, II, p. 37-47. 1894).

(5) Graf zu Solms Laubach : Ueber devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern der Gegend von Gräfrath am Niederrhein (*Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. f* 1894, p. 67-99, pl. II. 1895).

(6) W. de Lima : Notice sur une Algue paléozoïque (*Communic. da Direcção. d. trabalh. geologicos*, III, p. 92-96, pl. I-IV. 1895).

Il en est de même à l'égard des petites baguettes tubuleuses cloisonnées que M. STERZEL (1) a observées dans le Permien de la Forêt-Noire et qu'il a décrites sous le nom générique de *Rosenbuschia*, en les comparant au *Chorda filum*, sans prétendre d'ailleurs qu'il faille réellement voir en elles les restes d'une Laminariée.

Il est également permis de concevoir quelques doutes sur l'interprétation d'une série d'empreintes du Silurien moyen des Etats-Unis, provenant du calcaire de Trenton, qui ont été étudiées par M. WHITFIELD (2) et classées par lui parmi les Algues : l'une d'elles, *Buthograptus laxus*, avait été rapportée jusqu'ici, peut-être à juste titre, aux Graptolites : l'auteur n'hésite pas à y voir une Algue analogue d'aspect au *Caulerpa plumaris*, mais à appendices latéraux articulés et épaissis à leur base. Il crée, pour les empreintes connues sous le nom de *Oldhamia fruticosa*, un genre nouveau, *Callithamnopsis*, caractérisé par un thalle à axe articulé, muni de rameaux opposés par paires ou verticillés. Il rapporte, avec doute, il est vrai, au genre actuel *Chætomorpha* des filaments parfois enlacés, non articulés, mais portant des appendices filiformes, articulés et épaissis à leur point d'insertion. Une petite tige articulée, munie de verticilles de filaments capillaires, sert de base à l'établissement du nouveau genre *Chætocladus*, que M. Whitfield compare à la fois aux *Dasycladus* et aux *Wrangelia*. Enfin il rapproche des Corallinées, sous le nom générique de *Primicorallina*, des empreintes à axe articulé, portant des verticilles de rameaux eux-mêmes articulés, une ou deux fois dichotomes, formés d'articles allongés, ovales ou claviformes, qui paraissent bien être des Algues, mais qu'il serait peut-être plus naturel de rapporter aux Dasycladées. Il serait à désirer que les intéressantes observations de M. Whitfield fussent complétées par une étude anatomique, si toutefois l'état de conservation des échantillons le permettait.

L'existence des Dasycladées à l'époque silurienne a, d'ailleurs, été démontrée par M. E. STOLLEY (3), qui a découvert dans les calcaires siluriens de la Scandinavie et des provinces baltiques plusieurs types génériques nouveaux, auxquels il a donné les noms de *Rhabdoporella*, *Arthroporella*, *Vermiporella*, *Dasyporella* et *Palæoporella*. Il n'est pas possible d'entrer ici dans le détail des caractères distinctifs de ces

(1) J. T. Sterzel : Die Flora des Rothliegenden von Oppenau (*Mitt. d. Grossherz.-badisch. geol. Landesanst.*, III, Heft 2. 1895).

(2) R. P. Whitfield : On new forms of marine Algæ from the Trenton Limestone, with Observations on Buthograptus laxus Hall (*Bull. Amer. Mus. nat. hist.*, VI, p. 351-358, pl. XI. 1894) .

(3) E. Stolley : Ueber silurische Siphoneen (*Neues Jahrb. f. Min.*, 1893. II. p. 135-146, pl. VII, VIII). — Ueber die Verbreitung Algenführender Silurgeschiebe. (*Ibid.*, 1894, I. p. 109-110). — Ueber gesteinsbildende Algen und die Mitwirkung solcher bei der Bildung der Skandinavisch-baltischen Silurablagerungen (*Naturwiss. Wochenschr.*, XI, p. 173-178. 1896).

divers genres; il suffira de dire que les *Rhabdoporella* ressemblent extrêmement, sauf leur excessive petitesse, aux *Diplopora* du Trias alpin et que les *Palæoporella* se rapprochent des *Bornetella* vivants. C'est encore à ce dernier genre que l'auteur compare une série de fossiles problématiques du Silurien, tels que *Cœlosphæridium*, *Cyclocrinus*, *Mastopora*, qu'il a reconnus également pour des Siphonées verticillées. Ces diverses formes d'Algues, surtout les premières, ont pris une part importante à la constitution des calcaires siluriens de différents niveaux, en particulier de ceux de Lykholm et de Borkholm, qui appartiennent à l'Ordovicien supérieur et sont presque entièrement formés par elles.

M. Stolley rapporte en outre aux Siphonées, d'accord avec M. Rothpletz, qui l'a rangé dans la tribu des Codiées, le *Girvanella problematica*, reconnu par lui dans certains calcaires siluriens supérieurs de Scanie sous la forme de concrétions variant de la grosseur d'une fraise à celle d'une noix, qui constituent presque toute la masse de la roche, comme les *Lithothamnium* dans certains calcaires tertiaires.

Je mentionnerai encore, comme addition à nos connaissances sur les Siphonées fossiles, la découverte de trois espèces nouvelles de Siphonées verticillées, savoir : un *Diplopora*, *Dipl. lotharingica* du Muschelkalk des environs de Saarlouis, décrit par M. E. W. Benecke (1), et deux *Acicularia*, *Ac. Andrussowi* du Miocène de Crimée, et *Ac. italica* du Pliocène des Monts Lucains, décrits le premier par M. le Comte de Solms-Laubach (2), le second par M. E. Clerici (3). Enfin, M. Th. Fuchs a fait connaître (4), de l'Eocène de Greifenstein, une empreinte qu'il rapporte au genre *Halimeda*, et qui offre en effet une extrême ressemblance avec certaines espèces vivantes de ce genre de Siphonées.

Un type encore problématique est le genre *Solenopora*, qu'on observe principalement dans les calcaires ordoviciens, mais qui se retrouve dans le Jurassique, et qui avait été jusqu'ici classé dans le règne animal. M. A. Brown, qui en a fait une étude spéciale (5), est porté à le ranger parmi les Corallinacées, à raison des analogies de structure qu'il présente, malgré les dimensions beaucoup plus grandes de ses cellules, avec les *Lithothamnium* et les *Melobesia*, particulièrement à raison de son mode d'accroissement par zones concentriques et de l'orientation de ses cellules

(1) E. W. Benecke : Diplopora und einige andere Versteinerungen im elsass-lothringischen Muschelkalk (*Mittheil. d. geol. Landesanst. v. Elsass-Lothringen*, IV, p. 277-285. 1896).

(2) H. Graf zu Solms-Laubach : Monograph of the Acetabularieæ (*Trans. Linn Soc. London*, 2ª ser., V, pt. 1, p. 1-39, pl. I-IV. 1895).

(3) E. Clerici : Sopra l'Acicularia italica (*Boll. Soc. geol. Ital.*, XIV, p. 105-110. 1895).

(4) Th. Fuchs : Ueber eine fossile Halimeda aus dem eocänen Sandstein von Greifenstein (*Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien*, CIII, Abth I, p. 200-204, 1 pl. 1894).

(5) A. Brown : On the structure and affinities of the genus Solenopora (*Geol. Magaz.*, 1894, p. 145-151, p. 195-203, pl. V).

normalement à la surface de ces zones; certaines coupes tangentielles lui ont en outre montré des groupes de cellules disposées en rosette comme celles qui se trouvent à l'orifice des conceptacles chez certains *Lithothamnium*; malheureusement il ne semble pas qu'il ait été fait d'autres coupes pour établir si, à ces cellules en rosette, correspondaient en effet des conceptacles, auquel cas l'attribution n'aurait plus été discutable, tandis qu'elle demeure quelque peu douteuse.

On sait, par les travaux de MM. B. Renault et C. E. Bertrand dont il a été rendu compte par le Mis de Saporta, que c'est à l'accumulation d'Algues gélatineuses microscopiques, décrites par eux sous les noms de *Pila bibractensis* et *Reinschia australis*, que doivent naissance les bogheads permiens de l'Autunois et ceux de la Nouvelle-Galles du Sud. Les mêmes auteurs ont poursuivi leurs recherches (1) sur ces Algues et sur les combustibles qu'elles ont formés : il ressort de leurs derniers travaux que les *Pila* et les *Reinschia* ont des thalles sacculaires creux, constitués par une seule assise de cellules, continue, entourant un vide central ; ils affectent une forme sphérique ou ellipsoïdale chez les *Pila*, globuleuse aussi, mais moins régulière et mamelonnée, chez les *Reinschia*, dont les plus grands thalles ont souvent un aspect cérébriforme. A leur début, les thalles de *Reinschia* comptent déjà autant de cellules qu'ils doivent en avoir à l'état adulte, leur développement ne résultant que de l'accroissement de ces cellules en dimensions, sans multiplication de leur nombre : les Cénobiées étant les seules, parmi les Algues actuelles, qui présentent ce caractère, c'est de cette famille que MM. Bertrand et Renault rapprochent les *Reinschia* et les *Pila*, qu'ils avaient tout d'abord comparés aux Gomphosphériées et qui, en fin de compte, tout au moins les *Reinschia*, paraissent aujourd'hui à M. Bertrand avoir plus d'affinités avec les Volvocinées qu'avec aucun autre des types d'Algues connus à l'état vivant.

M. Renault a observé plusieurs autres espèces de *Pila*, différant du

(1) C. E. Bertrand et B. Renault : Note sur la formation schisteuse et le Boghead d'Autun (*Bull. soc. industr. minér.*, 3e sér., VII, p. 499-550, pl. XXIII. 1894). — Sur le *Reinschia australis* (*Assoc. fr. avanc. d. sc.*, 22e sess., II, p. 490-502. 1894). — *Reinschia australis* et Premières remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle-Galles du Sud (*Bull. soc. hist. nat. Autun*, VI, p. 321-425, pl. IV-VII. 1894).

C. E. Bertrand : Conférences sur les charbons de terre. Les Bogheads à Algues (*Bull. Soc. belge de géol., de paléont. et d'hydrol.*, VII, *Mém.*, p. 45-81, pl. IV, V. 1894). — Nouvelles remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle-Galles du Sud (*Bull. soc. hist. nat. Autun*, IX, p. 193-292. 1896).

B. Renault : Quelques remarques sur les Bogheads et les Cannels (*Bull. Soc. hist. nat. Autun*, VII, *Pr. verb.*, p 172-176. 1895). — Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, fasc. IV : Flore fossile, 2e part. Paris. In-4°. Atlas, 62 pl. 1893. Texte, 578 p., 2 pl. 1896. — Sur quelques nouvelles espèces de Pilas (*Bull. Mus. hist. nat.*, 1896, p. 65-67). — Note sur l'extension du genre *Pila* à différents niveaux géologiques (*Ibid.*, p. 101-105).

P. bibractensis par les dimensions de leurs thalles et par celles des cellules qui les constituent : telles sont *Pila minor*. qui se trouve dans les schistes bitumineux d'Autun inférieurs au boghead, et se retrouve à Boson (Var) dans des dépôts de même âge et de même nature, associé au *P. bibractensis*; *P. scotica*, des bogheads westphaliens d'Ecosse; *P. Karpinskyi*, des bogheads du Culm de la Russie centrale, et *P. liasica*, des couches de combustibles liasiques du Banat hongrois. M. Bertrand a retrouvé, de son côté, le genre *Pila* en Australie, représenté par une espèce particulière, *P. australis*, qui accompagne les *Reinschia* dans un des gisements du *Kerosene Shale*. Les bogheads d'Ecosse ont offert, d'autre part, à M. Renault, un nouveau type générique d'Algues globuleuses à thalle creux, discontinu, rappelant un peu les *Cœlastrum*, auquel il a donné le nom de *Thylax* Enfin, dans les bogheads du Culm de Russie, il a reconnu des organismes microscopiques formés de rameaux buissonnants, articulés, plusieurs fois divisés par dichotomie, qui ne sont sans doute autre chose que ceux que M. O. Kuntze (1) a désignés sous le nom générique de *Gumbelina* et considérés comme des Polypiers chitineux ; M. Renault repousse cette interprétation et n'hésite pas à y voir des Algues, plus ou moins analogues par leur port aux *Chætomorpha* ; il les désigne sous le nom de *Cladiscothalhus Keppeni*.

Tous les bogheads se sont ainsi montrés, quels que soient leur âge et leur gisement, constitués de mème, c'est-à-dire formés d'Algues microscopiques accumulées en nombre immense, appartenant à un petit nombre de types génériques; les Cannels, au contraire, ont offert à M. Renault une composition beaucoup moins constante, les uns paraissent complètement dépourvus d'organismes végétaux, d'autres renfermant différentes formes d'Algues non encore complètement étudiées.

Il faut citer en outre, parmi les types nouveaux observés par M. Renault (2), une Algue formée de petites colonies de quatre cellules chacune englobées dans une masse de gélose, qu'il a découverte dans un coprolithe du Permien de l'Autunois et qui paraît être une Nostocacée voisine des *Glœocapsa* ; il l'a nommée *Gloioconis Borneti*. Il rapporte d'autre part aux Cénobiées, et à la tribu des Hydrodictyées, sous le nom générique de *Lageniastrum*, une Algue quelque peu analogue aux *Cœlastrum*, formée de thalles sphériques ou lenticulaires répartis dans une membrane gélosique tantôt continue, tantôt contractée en réseau, qu'il a trouvée tapissant l'intérieur de macrospores de Lépidodendrons du Culm d'Esnost et de Combres.

En 1879, M. Van Tieghem avait annoncé qu'il avait reconnu la présence du *Bacillus Amylobacter* au milieu des débris végétaux silicifiés du Houiller de Saint-Etienne. Il était dès lors à présumer que des

(1) O. Kuntze : Geogenetische Beïträge. Leipzig. In-8°, 78 p. av. fig. 1895.

(2) B. Renault : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, Flore fossile, 2e part.

recherches dirigées de ce côté feraient découvrir d'autres Bactériacées dans les échantillons à structure conservée, ces micro-organismes ayant nécessairement, dès qu'il y eut à la surface du globe des matières organiques à décomposer, dû jouer un rôle semblable à celui qu'ils remplissent aujourd'hui : la recherche, dans les coprolithes des schistes bitumineux de l'Autunois, de débris des Algues gélatineuses du boghead, ayant fait reconnaître à M. Renault, dans un de ces coprolithes, des Bactéries bacillaires, désignées d'abord par lui, en 1892, comme *Bacterium permiense*, il s'est attaché à poursuivre, d'abord sur les coprolithes, puis sur les débris végétaux à structure conservée, et jusque dans les schistes et dans la houille même, l'étude des Bactériacées qui peuvent s'y rencontrer, en s'efforçant de déterminer la nature des actions qui doivent leur être attribuées (1). Il a constaté la présence de ces organismes dans tous les échantillons, tant soit peu altérés, qu'il a examinés, quel que fût leur âge, et il a cherché, autant que peut le permettre leur polymorphisme bien connu, à définir les types spécifiques auxquels ils peuvent être rapportés; ce sont toujours, soit des Bactéries coccoïdes, des Microcoques, soit des Bactéries bacillaires, des Bacilles, affectant la forme de bâtonnets droits ou courbes, tantôt isolés, tantôt réunis en chaînettes, à articles situés dans le prolongement les uns des autres, ou faisant entre eux des coudes brusques : le protoplasma s'y montre parfois condensé en masses sphériques, qui doivent être des spores.

Outre le *Bacterium permiense*, classé ultérieurement comme *Bacillus permiensis*, les coprolithes du Permien d'Autun ont offert à M. Renault une autre forme spécifique plus courte et plus trapue, *Bac. granosus*; dans les écailles et les ossements de poissons de la même formation, il a reconnu des Microcoques et des Bacilles, *Micr. lepidophagus* et *Bac. lepidophagus*, dont certaines variétés ressemblent fort à celles auxquelles on rapporte aujourd'hui la carie des dents.

Dans les tissus végétaux silicifiés, il a pu distinguer plusieurs formes de Bacilles : *Bac. Tieghemi*, analogue, mais non identique au *Bac. Amylobacter*, rencontré principalement dans les tissus parenchymateux des Calamariées ou des Calamodendrées du Permien d'Autun; *Bac. vorax*, qui se montre dans les débris de plantes du Culm d'Esnost et en a désagrégé les cellules; *Bac. gramma* et *Bac. ozodeus* qui s'attaquaient au contenu des sporanges des Fougères permiennes ou stéphaniennes et, après avoir détruit les spores, se groupaient en zooglées occupant la

(1) B. Renault : Communication sur quelques Bactéries des temps primaires (*Bull. Soc. hist. nat. Autun*, VII, p. 433-468, av. 20 fig. 1895). — Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, fasc. IV; Flore fossile, 2e part. 1896. — Recherches sur les Bactériacées fossiles (*Ann. sc. nat.*, 8e sér., *Bot.*, II, p. 275-349, av. fig. 1896) — Les Bactéries fossiles et leur œuvre géologique (*Rev. gén. des sciences*, VII, p. 804-813. 1896). — Les Bactériacées de la houille (*C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 953-955; 30 nov. 1896).

place de chacune de celles-ci. Dans la plupart des restes de plantes attaquées par les Bactéries, M. Renault a reconnu deux formes distinctes de Microcoques, tels, par exemple, que *Micr. Guignardi* et *Micr. hymenophagus* des végétaux silicifiés de Saint-Etienne et d'Autun, dont le premier s'attaquait aux épaississements cellulaires et faisait disparaître toute trace d'ornementation des parois, sur les trachéides comme sur les cellules, tandis que le second, sensiblement plus petit, s'attaquait aux membranes moyennes et mettait en liberté les éléments des tissus; de même, dans les débris de plantes du Westphalien d'Ecosse, les *Micr. scoticus* var. A et var. B paraissent avoir joué respectivement les mêmes rôles; de même encore le *Micr. esnostensis* et le *Micr. priscus* du Culm d'Esnost et de Combres ; et les *Micr. devonicus* var. A et var. B observés dans les tissus végétaux du gisement de Saalfeld, rapporté autrefois au Dévonien supérieur, mais classé maintenant dans le Culm inférieur; c'est au premier de ceux-ci que doit être imputée la disparition des ponctuations sur les trachéides de l'*Aporoxylon primigenium* Unger, reconnu, sur des échantillons moins altérés, pour un *Araucarioxylon* ou un *Cordaixylon*. Enfin dans les bois de Cycadées du Jurassique supérieur, on trouve également deux formes distinctes de Microcoques, *Micr. Trigeri*, et *Micr. sarlatensis*, attaquant l'un les épaississements des parois cellulaires et l'autre les membranes moyennes.

Les cuticules elles-mêmes, bien que plus résistantes que les autres tissus, montrent parfois les traces d'une action bactérienne, ainsi que M. Renault l'a constaté sur les cuticules de *Bothrodendron* du Culm de la Russie Centrale, attaquées et quelquefois perforées par des Microcoques, auxquels il a donné le nom de *Micr. Zeilleri*.

Après la destruction des tissus, les Bactéries se groupaient fréquemment en zooglées sphériques, qui ont servi ultérieurement de point de départ à une cristallisation rayonnante d'aiguilles siliceuses : les sphérolithes qu'on observe en grand nombre dans certains schistes permiens des environs d'Autun n'ont pas d'autre origine.

Enfin, M. Renault a pu reconnaître dans la houille même provenant de la transformation de bois d'*Arthropitys*, de ces zooglées bactériennes, formées de Microcoques, peu différents du *Micr. hymenophagus*, qu'il désigne sous le nom de *Micr. carbo*, et auxquels sont associés des *Bacterium* et des Bacilles, *Bacillus carbo*. Ces Bactériacées formant des amas beaucoup plus considérables et paraissant moins variées que celles qu'on observe dans les tissus silicifiés, l'auteur doute qu'on puisse les assimiler à ces dernières et se demande s'il ne faudrait pas voir en elles les Bactériacées spécifiques de la houille, celles à qui serait due la transformation même de la matiére végétale en houille; mais la question reste indécise, et il semble qu'il doive être difficile de la résoudre d'une façon définitive.

Les Diatomées fossiles ont fait, dans ces quatre dernières années, l'objet d'un nombre important de travaux, publiés pour la plupart à

l'étranger, consistant en général en d'assez courtes notes, et dans le détail desquels il ne paraît pas ici possible d'entrer. Je n'en mentionnerai que les plus importants, parmi lesquels je signalerai tout d'abord le travail déjà cité de M. Rothpletz sur les Algues du Flysch, qui se termine par une étude sur les *Phymatoderma* du Lias (1) : les préparations microscopiques qu'il a réussi à faire de ces *Phymatoderma* l'amènent à voir en eux des empreintes laissées non par des Algues, mais par des éponges cornées, dont les vides ont été remplis par des corps étrangers, au nombre desquels il a reconnu deux espèces de Diatomées, du genre *Pyxidicula ;* les Diatomées n'étant connues avec certitude qu'à partir du Crétacé supérieur, cette découverte présente, pour l'histoire de cette famille d'Algues, un intérêt considérable et permet d'espérer qu'on retrouvera dans des couches plus anciennes encore des preuves certaines de leur existence.

D'autre part, M. H. Ries a observé (2), dans des couches argileuses de Staten Island et de Glen Cove, dans l'Etat de New-York, qui appartiennent au Crétacé moyen ou même au sommet de l'Infracrétacé, des espèces de *Cocconeis,* de *Melosira* et de *Stephanodiscus* qui lui ont paru pouvoir être identifiées à des formes spécifiques actuellement vivantes. Il reste maintenant à rechercher les Diatomées dans l'intervalle compris entre le Lias et le Crétacé moyen.

Pour les Diatomées tertiaires, je me bornerai à mentionner la continuation du grand travail de M. Pantocsek (3) sur les Diatomées fossiles de Hongrie, travail auquel, soit dit en passant, M. Tempère (4) a adressé d'assez nombreuses critiques et fait plusieurs rectifications, et la remarquable étude de M. Staub (5) sur la répartition des diverses tribus de cette famille dans les étages successifs du Miocène de Hongrie, Méditerranéen, Sarmatien et Pontien, étude intéressante surtout au point de vue stratigraphique.

Il n'est pas sans intérêt de signaler la place importante que tiennent, d'après M. Cayeux (6), les Diatomées dans la constitution des phosphates de chaux des riches gisements suessoniens du sud de la Tunisie, lesquels représentent un véritable tripoli phosphatisé ; les genres qui

(1) A. Rothpletz : *Zeitsch. d. deutsch. Geol. Gesellsch.*, XLVIII, p. 905-913, pl. XXIV.

(2) H. Ries : Microscopic organisms in the clays of New-York State (*Trans. N. Y. Ac. Sci.*, XIII, p. 165-169. 1894).

(3) J. Pantocsek : Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns. III Thl. Süsswasser-Bacillarien. Tavarnoket Berlin. In-8°, 42 pl. 1893.

(4) J. Tempère : Remarques sur les Diatomées de Hongrie du Dr Pantocsek ; avec listes rectificatives par MM. *J. Brun* et *E. Baxter* (*Le Diatomiste*, II, p. 49-54. 1893).

(5) M. Staub : Stratigraphische Bedeutung der Bacillarien (*Földtani Közlöny*, XXIII, p. 390-395. 1893).

(6) L. Cayeux : Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie (*C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 273-276; 27 juil. 1896).

y ont été reconnus sont pour la plupart des genres marins, avec quelques genres vivant dans les eaux saumâtres.

Je citerai encore, pour la France, l'étude de la randannite aquitanienne du Puy de Mur, près du Pont-du-Château, par M. Gautier (1), qui y a reconnu 17 espèces marines, 52 espèces saumâtres et 7 espèces d'eau douce, paraissant avoir vécu dans un bassin graduellement dessalé par les apports d'eau douce qu'il recevait. Les diverses espèces de Diatomées fossiles observées en Auvergne ont d'ailleurs été décrites dans un travail d'ensemble par le Fr. Héribaud-Joseph (2).

Enfin, je mentionnerai la création, par M. J. Brun (3), de deux genres nouveaux rencontrés par lui à l'état fossile : *Cotyledon*, à valve circulaire munie d'une crête élevée et irrégulièrement plissée, trouvé dans les gisements de Yedo et de Kousnetzk, et *Radiopalma*, à frustule pelliculaire affectant un contour orbiculaire, à surface ponctuée, munie de côtes linéaires inégales, souvent dichotomes, partant des bords dans la direction du centre, ce dernier genre provenant des dépôts de Moron.

(1) P. Gautier : Observations sur une randannite miocène marine de la Limagne d'Auvergne (*C. R. Ac. Sc.*, CXVI, p. 1527-1530; 26 juin 1893).

(2) Fr. Héribaud-Joseph : Les Diatomées d'Auvergne (*Revue d'Auvergne*, 1893).

(3) J. Brun : Diatomées, espèces nouvelles, marines, fossiles ou pélagiques (*Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, XXXI, 2e part., 48 p., 12 pl. 1893).

(A suivre). R. Zeiller.

Lille. Imp Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Octobre 1897

N° 106

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 OCTOBRE 1897

I. — ÉTUDES MORPHOLOGIQUES SUR LE GENRE *ANEMONE*, Chapitre troisième : La Racine (avec planches), par **M. Edouard de Janczewski** 337

I. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(suite)* 355

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller** *(suite)* . . . 360

PLANCHE 18. — *Racine des Anémones.*

PLANCHE 19. — *Racine des Anémones.*

Cette livraison renferme en outre quatre gravures dans le texte

---

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisieme page de la couverture.

ÉTUDES MORPHOLOGIQUES

SUR LE GENRE *ANEMONE* L.

par M. Édouard de JANCZEWSKI.

Chapitre Troisième (1)

RACINE (2).

Toutes les espèces connues du genre *Anemone* sont des plantes vivaces qui accumulent, pendant la période de végétation, des matériaux assimilés, servant à leur développement ultérieur. Tantôt ce sont les rhizomes qui remplissent le rôle de magasin pour ces substances, tantôt les racines ; souvent ce rôle est partagé par les deux organes auxquels viennent quelquefois s'adjoindre les bases des pétioles foliaires.

La part destinée aux racines dans ce rôle est intimement liée avec leur durée, et celle-ci avec leur structure qui varie beaucoup dans des espèces aussi nombreuses, habitant de climats très différents. Pour la même plante, il y a souvent des racines de deux formes, correspondantes à leurs fonctions physiologiques. Toutes ces modifications de forme, fonctions et structure, peuvent être rapportées à cinq cas suivants :

I. La racine primaire (pivot), épaisse et vivace, sert de magasin aux substances assimilées. A cette fin, son écorce et son bois sont très riches en parenchyme, mais très pauvres en tubes criblés et en vaisseaux ligneux. Quelques racines latérales ou adventives peuvent prendre un développement semblable et concourir à la même fonction. Toutes les radicelles, sauf ces rares exceptions, restent très minces et vivent peu de temps, car elles sont seulement destinées à alimenter la plante d'eau et des substances minérales dissoutes. (*Anemone rivularis*, *Pulsatilla*).

(1) Voir Revue générale de Botanique, t. IV, 1892, p. 241 et 289.
(2) Mémoire présenté à l'Académie des sciences de Cracovie.

II. La racine primaire et les racines adventives se ressemblent entièrement et atteignent une épaisseur moyenne. Les radicelles sont, au contraire, dépourvues de zone génératrice et restent, par conséquent, très minces. La tige peu développée ne suffit pas à accumuler les substances nutritives ; celles-ci se déposent dans toutes les racines et les minces radicelles (*Knowltonia*).

III. La racine primaire, les adventives et les radicelles se ressemblent entièrement, sont assez minces et servent à deux fins. Leur longueur considérable et une abondante ramification les rendent propres à emmagasiner une quantité suffisante de substances assimilées et à puiser, en même temps, l'eau de leur voisinage (*A. silvestris, A. japonica, A. virginiana, A. multifida, A. pensylvanica*).

IV. Toutes les racines sont très minces, participent à l'accumulation des substances assimilées, à un certain degré, et aident ainsi le rhizome dans cette fonction (*A. Hepatica, A. nemorosa, A. ranunculoides, A. trifolia, A. flaccida, A. baikalensis*).

V. Toutes les racines sont filiformes et fugitives ; elles ne servent qu'à fournir de l'eau au rhizome tubéreux, seul organe vivant pendant le repos de la végétation (*A. apennina, A. coronaria, A. hortensis*).

La structure des racines est intimement liée à leur fonction. Celles qui sont destinées uniquement à puiser de l'eau et qui jouent un rôle secondaire ou nul dans l'emmagasinement des substances assimilées, ne tireraient aucun profit d'un diamètre plus considérable, et, pour cette raison, elles conservent pour toujours leur structure primaire ou ne la modifient qu'à un degré fort restreint (IV et V). Quand c'est à elles, et non au rhizome, que revient le rôle d'accumuler les matières assimilées, leur diamètre augmente avec l'âge, quelquefois énormément, à l'aide d'une zone génératrice continue et toujours active.

L'accroissement terminal de la racine ressemble à celui de la plupart des Dicotylédones ; l'assise pilifère y provient de l'assise calyptrogène ayant cessé de produire les tissus de la coiffe.

Les radicelles naissent en face des rayons vasculaires du cylindre central de la racine-mère ; elles sont engendrées par le péricycle, et l'endoderme ne constitue que leur couche extérieure : le sac digestif.

La structure primaire des racines ne présente rien de caracté-

ristique. L'*assise pilifère* de la racine émet de nombreux poils radicaux. Ceux-ci ont quelquefois une longue durée et une membrane se colorant en brun (*Hepatica*). Les cellules âgées sont recouvertes de cuticule brune comme la couche sous-jacente, également cutinisée. Les cloisons radiales et l'intérieure, ainsi que la couche intérieure de la paroi externe sont, au contraire, incolores et composées de cellulose (Pl. 19, fig. 25, 27).

L'*exoderme*, cette première couche du tissu cortical, porte le même caractère que l'endoderme. Les cloisons radiales y sont subérifiées et plissées en sens transversal. Avec l'âge, sa membrane primaire peut être renforcée par une nouvelle couche en cellulose (Pl. 19, fig. 25, 27).

L'*écorce primaire* est constituée par un parenchyme plus ou moins lâche, quelquefois même compact, et ne contient pas d'autres tissus (Pl. 19, fig. 23, 26).

L'*endoderme* n'est jamais sclérifié. Les parois de ses cellules possèdent quelquefois une épaisseur considérable à cause d'une couche secondaire, constituée de cellulose (Pl. 19, fig. 26). Cette couche fait défaut dans les espèces où la subérification de la paroi primaire s'étend sur les cloisons tangentielles.

En général, l'écorce primaire est douée d'une grande vitalité. La tension exercée par les nouveaux tissus provoque, dans les celulles corticales et endodermiques, de nombreuses divisions radiales. L'assise pilifère ne suit pas leur exemple et se déchire en cellules isolées (Pl. 18, fig. 3), se désorganisant avec le temps ; elle est alors remplacée par l'exoderme dont les parois externes se colorent en brun. Dans les racines charnues, l'écorce primaire se sépare de l'écorce secondaire par une couche de liège et se désorganise par lambeaux (*A. rivularis*), ou, si le liège fait défaut, elle se sépare de la racine avec les couches externes de l'écorce secondaire (*Pulsatilla*).

Le *cylindre central* de la racine primaire (pivot) est toujours binaire ; dans les adventives et les radicelles, il peut contenir trois et mêmes quatre groupes vasculaires. Les lames vasculaires sont plus souvent séparées, au centre, par du parenchyme, que soudées en lame diamétrale ou en étoile. Les groupes libériens sont peu développés et ne contiennent généralement qu'un seul tube criblé apparent *t.cr.* (Pl. 19, fig. 23).

La *zone génératrice* fait entièrement défaut dans beaucoup d'espè-

ces : chez d'autres, elle se développe de bonne heure ou assez tard et influe à différent degré sur la structure et le volume de la racine. Dans les *Hepatica*, les arcs générateurs n'apparaissent que bien tard au-dessous des groupes libériens, ne produisent que peu de bois, encore moins de liber, et ne se soudent jamais en zone continue (Pl. 19, fig. 24). Dans d'autres Anémones, la zone génératrice se complète de bonne heure et produit du liber et du bois secondaires tantôt sur toute sa circonférence, tantôt seulement au-dessous des groupes libériens primaires (Pl. 18, fig. 10, 15, et Pl. 19, fig. 16).

Dans le *bois secondaire*, les éléments vasculaires et parenchymateux sont entremêlés en proportions différentes. Les rayons médullaires peuvent complètement manquer (*A. silvestris*). Lorsqu'ils sont apparents, les uns — primaires — traversent toute l'épaisseur du bois et du liber, et correspondent aux groupes vasculaires, les autres — secondaires — n'avancent plus si profondément dans les deux sens et coupent le bois en lames radiales, de plus en plus nombreuses vers la circonférence (Pl. 18, fig. 7, 10).

Les rayons de premier ordre ne subissent aucun changement essentiel ou sont coupés, avec l'âge, par de nouvelles lames vasculaires (Pl. 19, fig. 21). Ils sont très larges dans certaines espèces, parce que les lames libéroligneuses y restent très minces (Pl. 18, fig. 13) ; dans d'autres c'est le contraire qui a lieu.

Selon les espèces, le parenchyme du bois conserve sa structure primaire pour toujours, tantôt il se lignifie avec le temps sur toute son étendue, ou seulement dans le voisinage des vaisseaux (Pl. 19, fig. 21). Les rayons médullaires peuvent subir le même sort. Cette lignification est accompagnée d'un épaississement des parois, et de leur percement par des ponctuations plus ou moins fréquentes: cependant, la vitalité des cellules n'en souffre nullement, car on les voit, en automne, se gorger de fécule.

L'*écorce secondaire* possède une épaisseur très variable. Les tubes criblés sont parfois disséminés dans tout le parenchyme cortical, au-devant du bois et de ses rayons médullaires (Pl. 19, fig. 21) mais plus souvent ils ne se trouvent que vis-à-vis du bois et se disposent en couches concentriques (Pl. 18, fig. 4, 5, 6) ou en séries radiales, faisant suite aux séries vasculaires (Pl. 18, fig. 10). Ils sont étroits et ne contiennent pas d'amidon ; leurs cribles sont simples et dirigés en sens horizontal. Les cellules annexes sont

aussi dépourvues de fécule ou en contiennent une quantité peu considérable pendant le repos de la végétation et diffèrent, à cet égard aussi, du parenchyme environnant (Pl. 18, fig. 11a, 14).

Les éléments lignifiés sont assez rares dans l'écorce. Dans certaines espèces, il y a des gaines scléreuses autour des tubes criblés, réunis en petits faisceaux (Pl. 19, fig. 22) ; dans d'autres, on trouve à limite du liber et de l'écorce primaire, des fibres ligneuses isolées ou rassemblées en petits groupes ou en arcs (Pl. 18, fig. 15 et Pl. 19, fig. 16).

Voyons maintenant quelles sont les modifications principales des racines dans tous les sous-genres que nous avons distingués dans les chapitres précédents, et cherchons, à quel degré les caractères de la racine correspondent à la parenté des espèces.

Sect. I. — PULSATILLA Tourn.

A. PRATENSIS L.

Comme dans toutes les Pulsatilles, la racine principale est ici pivotante, sert de magasin aux matières assimilées, atteint 2 et 3 centimètres en diamètre et donne naissance à deux séries de radicelles minces, peu durables. Cependant, quelques-unes de ces radicelles peuvent acquérir de sensibles dimensions et imiter le pivot ; ce cas arrive toujours, lorsque le sommet du pivot est détruit par quelque accident et doit être remplacé dans sa fonction.

Le cylindre central est binaire dans toutes les racines. Les deux groupes vasculaires se soudent au centre en une lame continue, composée de vaisseaux et de parenchyme entremêlés. L'écorce primaire est constituée par cinq ou six couches de cellules intimement liées les unes aux autres. L'assise pilifère engendre de nombreux poils radicaux. La zone génératrice apparaît de bonne heure et produit deux faisceaux libéro-ligneux alternant avec les groupes vasculaires primaires.

Les radicelles s'arrêtent bientôt dans leur épaississement, servent à l'alimentation de la plante par l'eau (Pl. 18, fig. 1, 2) et périssent d'assez bonne heure. Quelques-unes seulement échappent à cette règle et imitent le pivot.

Dans ces radicelles privilégiées, ainsi que dans la racine primaire, les deux faisceaux libéro-ligneux secondaires sont ensuite

partagés par des rayons secondaires en deux, trois, quatre branches, même davantage (1) (Pl. 18, fig. 4, 5, 6). Le bois nouveau est un mélange de vaisseaux et de parenchyme non lignifié. Le liber contient des zones parenchymateuses, alternant avec des zones composées de tubes criblés (Pl. 18, fig. 6, 8, 9). Ceux-ci meurent de bonne heure, et s'aplatissent contre les tissus voisins, ce qui facilite l'exfoliation des couches corticales extérieures.

Dans les racines plus volumineuses, la zone génératrice offre un contour profondément ondulé, mais cela n'influe pas sur la forme de la racine qui reste cylindrique ou ellipsoïde (Pl. 15. fig. 6). La cause en est dans la production plus forte des tissus intérieurs par les arcs générateurs interfasciculaires, tandis que les arcs générateurs des tissus libéro-ligneux ont seulement une production plus abondante de liber. Dans les régions médullaires du bois, primaires et secondaires, il se forme bientôt des fentes irrégulières, remplies d'air (Pl. 18, fig. 4, 5, 6).

L'écorce primaire reste longtemps vivante, et ses cellules se multiplient par des cloisons radiales. L'assise pilifère fait seule exception, car elle est de bonne heure déchirée en cellules isolées, et remplacée dans sa fonction par la couche sous-jacente, l'exoderme, se colorant en brun. Avec le temps, l'écorce primaire finit par se désorganiser totalement ou s'exfolie avec les couches externes de l'écorce secondaire.

Dans les racines plus âgées, l'écorce secondaire rejette ses couches extérieures, à mesure que les nouvelles se sont formées. L'exfoliation part des zones à tubes criblés oblitérés, souvent aussi des fentes qui apparaissent dans le parenchyme, et se dirigent plus ou moins parallèlement à la surface (Pl. 18, fig. 5, 6).

La tige des Pulsatilles se fendille souvent dans le sens longitudinal, parce que la moelle, le bois interne et certains rayons médullaires y meurent et se désorganisent. La même chose se passe alors dans le pivot; les fentes longitudinales qui le coupent en réseau sont tantôt autonomes, tantôt sont le prolongement des fentes de la tige. Une coupe transversale d'un pivot morcelé de cette manière, sera composée de quelques parcelles dont chacune contiendra un

(1) Paul Marié. Structure des Renonculacées. Ann. des sc. nat. Ser. VI. vol. 20, 1885, page 52. K. Micrynski. Anatomie des Anémones hybrides. Comptes rendus de l'Académie d. sc. de Cracovie. Vol. XXIV, 1892, page 124.

faisceau tout au moins, englobé dans du parenchyme (Pl. 18, fig. 7). Il arrive parfois de trouver un pied de Pulsatille fendu tout le long en deux parties égales et complètes ; l'une d'elles reçoit la moitié de la tige et du pivot, avec son bout, tandis que dans l'autre ce bout est remplacé par une radicelle également épaisse, mais insérée en sens oblique.

Sect. II. — ANEMONANTHEA (DC.).

A. SILVESTRIS L.

La racine primaire domine un peu les racines adventives et les radicelles, atteint 3 millim. de diamètre, et mesure, comme elles, jusqu'à 30 et 40 cent. de longueur. La faible épaisseur des racines est contrebalancée par leur nombreuse ramification et leur longueur. Elles sont ainsi propres à servir à deux fins, d'autant plus que le dépôt de substances assimilées n'a pas besoin d'être ici de la même richesse que dans les Pulsatilles, à cause de la floraison beaucoup plus tardive, et de la végétation qui cesse seulement pendant les gelées. Enfin, les racines de l'*A. silvestris* servent à la multiplication de la plante, en engendrant une multitude de bourgeons adventifs qui apparaissent déjà dans les semis de quelques mois.

Dans la racine primaire, le cylindre central est binaire ; dans les adventives et les radicelles le nombre des groupes vasculaires peut être de trois et de quatre. Ces groupes ne sont jamais soudés, car le centre est toujours occupé par quelques cellules de parenchyme.

L'assise pilifère, l'exoderme et l'endoderme ne présentent rien de remarquable. L'écorce primaire est composée de 6 à 7 couches de cellules parenchymateuses, séparées par de petits méats intercellulaires.

La zone génératrice apparaît de bonne heure et produit deux faisceaux libéro-ligneux secondaires, séparés par deux rayons médullaires. Avec le temps, les arcs produisant les éléments libéro-ligneux, gagnent en étendue, au détriment des rayons médullaires qui se rétrécissent de plus en plus, et finissent par disparaître entièrement. C'est ainsi que le bois d'une racine âgée est dépourvu de rayons médullaires ; il est composé de vaisseaux et de parenchyme non lignifié (1). Le liber contient des tubes criblés épars ; sa limite

(1) K. MICZINSKY. L. c. page 111, pl. II, fig. 1.

avec l'écorce primaire est quelquefois indiquée par de rares cellules lignifiées.

L'écorce primaire est douée d'une grande vitalité et ne se trouve désorganisée que sur de très vieilles racines.

A. JAPONICA Sieb. et Zucc.

Les graines de cette espèce sont stériles dans notre climat. Nous ne connaissons par conséquent ni la structure de la racine primaire, ni sa relation avec toutes les autres racines de cette plante.

Comme dans l'espèce précédente, les racines adventives sont ramifiées et donnent naissance à de nombreux bourgeons adventifs ; elles sont sensiblement plus épaisses et gagnent jusqu'à 5 millim. en diamètre.

Le cylindre central est binaire, l'écorce composée de 5 à 6 couches cellulaires (Pl. 19, fig. 17). La zone génératrice commence de bonne heure son activité. L'écorce secondaire contient, sur tout son circuit, des groupes de tubes criblés. Le bois secondaire adopte la forme de deux lames radiales, reliées par deux rayons médullaires en forme d'éventails (Pl. 19, fig. 18, 19). Ce bois est bientôt renforcé par la lignification du parenchyme voisin, après quoi les groupes criblés reçoivent des gaines lignifiées (1) (Pl. 19, fig. 20. 21, 22).

Dans des racines de deux ans, les lames vasculaires sont bifurquées par des rayons secondaires, et multipliées par l'apparition de nouvelles lames et groupes vasculaires dans les rayons en éventail (Pl. 19, fig. 21). En outre, elles sont souvent reliées par des arcs lignifiés, traversant les rayons.

L'écorce primaire ne dure pas un an, se décompose quelquefois d'une manière assez régulière et se sépare de l'écorce secondaire par du liège. Dans les racines plus âgées, l'écorce secondaire est irrégulièrement désorganisée à la surface.

Les cellules lignifiées qui engainent les vaisseaux criblés (Pl. 19, fig. 22), sont taillées en biseau et jusqu'à 8 fois plus longues que larges. Leur membrane est percée de petites ponctuations. Les cellules lignifiées du bois et des rayons médullaires en diffèrent par leurs parois plus minces et réticulées. Les unes et les autres

(1) P. Marié : L. c. page 60. — K. Miczynski : L. c. page 119, pl. II, fig. 12.

contiennent, comme celles du parenchyme, de la fécule en abondance.

Sect. III. — ORIBA Adans.

A. PALMATA. L.

Le rhizome de cette espèce est secondé dans son rôle de magasin par le pivot et par quelques racines adventives qui mesurent 3 et 4 millim. de diamètre (1). Toutes les autres, racines adventives et radicelles sont très minces, uniquement destinées à l'alimentation de la plante et ne durent que pendant la période de végétation. Elles ne possèdent pas de zone génératrice ; leur cylindre central est binaire, quelquefois ternaire.

Les racines adventives charnues sont plus ou moins fusiformes, plus épaisses au milieu qu'aux extrémités. Elles sont dépourvues d'écorce primaire, qui se désorganise de bonne heure, et couvertes de quelques assises brunes, subérifiées (Pl. 18, fig. 12). Leur zone génératrice produit une masse de parenchyme avec une quantité minime de vaisseaux et de tubes criblés. Au centre de la racine, on reconnaît aisément les deux ou trois lames primaires, reliées par des vaisseaux aussi larges que ceux qui sont dispersés dans les lames du bois secondaire (Pl. 18, fig. 12 et 13). Les tubes criblés sont très étroits, disséminés dans les lames libériennes, et aussi rares que les vaisseaux dans le bois.

L'*A. palmata* est donc une plante qui possède des racines parfaitement dimorphes, adaptées à deux fonctions différentes. Les racines charnues sont vivaces, ne contiennent qu'un minimum de tissus conducteurs, et se gorgent de matériaux de réserve, tandis que les radicelles ne servent qu'à l'approvisionnement de la plante par l'eau et meurent quand la plante passe à l'état de repos.

A. CORONARIA L.

Le rhizome tubéreux étant le seul organe accumulant les matériaux de réserve, toutes les racines sont très minces, dépourvues de zone génératrice, destinées à fournir de l'eau à la plante et ne

(1) Janczewski : Etudes sur le genre *Anemone*. II. Germination (Revue générale de Botanique, 1892, Pl. 14 et 15, fig. 12, 13).

survivant pas à la période de végétation. Il n'y a que la base du pivot qui se gonfle quelquefois, d'après Irmisch (1).

La structure de ces racines ne présente aucun intérêt. L'écorce est compacte, sans méats intercellulaires. Le cylindre central est binaire, rarement ternaire dans quelques-unes des racines adventives.

Sect. IV. — BARNEOUDIA Gay.

Les tubercules qui ne manquent à aucune espèce de cette section, émettent à leur base de minces racines adventives, dont la durée et la structure ne peuvent être étudiées sur des échantillons d'herbier, ordinairement mal conservés. Il est toutefois certain que dans le *B. cyanoleuca*, le cylindre central contient un triangle arrondi, composé de vaisseaux, mais le tissu générateur y fait entièrement défaut.

Sect. V. — PULSATILLOIDES DC.

A. TRULLIFOLIA Hook fil. et Thoms.

A. OBTUSILOBA Don.

Les échantillons d'herbier que nous possédons sont munis de racines adventives trop minces pour servir de magasins de réserve. La racine primaire leur manque toujours et par conséquent, doit ressembler aux adventives et n'avoir qu'une durée passagère.

Chez ces deux espèces, la structure des racines est tout-à-fait la même. L'écorce primaire contient de petits méats intercellulaires. Dans le cylindre central, le nombre de groupes vasculaires oscille entre 3 et 5 et descend rarement jusqu'à deux. La zone génératrice n'est pas continue. Les arcs générateurs situés au-dessous des groupes libériens produisent chacun une dizaine de vaisseaux plus larges que les primaires ; mais cette production insignifiante n'augmente pas le diamètre de la racine et ne masque pas sa structure.

Sect. VI. — RIVULARIDIUM Nob.

A. RIVULARIS Hamilt.

Le pivot de cette espèce est un magasin très volumineux pour les

(1) Th. Irmisch : Ueber einige Ranunculaceen. (Botanische Zeitung, 1856, page 3. Pl. I, fig. 10, 17).

matières de réserve ; il a la forme d'une carotte et mesure jusqu'à 35 millim. de diamètre, dans les plantes âgées de quatre ans. Quelques radicelles peuvent l'imiter, devenir charnues quoique à un degré bien plus faible, et prendre une direction presque verticale. Cela arrive toujours dans les racines primaires dont le sommet a été rompu ; les radicelles qui le remplacent naissent près de la plaie.

Toutes les autres radicelles servent seulement à l'alimentation de la plante et n'atteignent pas 1 millim. de diamètre. Elles sont disposées en deux séries sur la racine pivotante et sur les radicelles charnues. Leur cylindre central contient de 2 à 4 groupes vasculaires. Le tissu générateur fait entièrement défaut, ou se développe très tard en formant des arcs séparés et par conséquent de petits faisceaux libéro-ligneux secondaires.

Dans les racines charnues, l'activité du tissu générateur est précoce et considérable. Les arcs générateurs se relient en une zone continue qui produit du bois et du liber en quantités presque égales. L'écorce primaire suit le développement de la racine pendant quelque temps ; mais quand celle-ci est devenue épaisse de 4 mill. environ, elle se rompt en lambeaux, se désorganise et est remplacée dans sa fonction protectrice par du liège.

Le bois secondaire est essentiellement parenchymateux. Les vaisseaux y sont disposés en rayons se bifurquant vers la périphérie et en rayons simples, d'origine récente (Pl. 18, fig. 10). Les rayons eux-mêmes sont un mélange de vaisseaux et de parenchyme, en proportion qui dépend de la saison qui les a vu naître. Au printemps, les rayons se bifurquent et les vaisseaux sont produits en plus grande proportion ; l'âge de la racine se laisse reconnaître, par conséquent, à l'œil nu.

L'écorce secondaire contient des tubes criblés, disposés en rayons correspondants pour la plupart aux rayons vasculaires du bois. Dans ces rayons, les tubes sont ou solitaires, ou réunis en petits groupes composés de deux, trois, etc. Les cellules annexes sont très riches en protoplasma, mais dépourvues de fécule (Pl. 18, fig. 11).

Sur les racines âgées, on distingue toujours une couche corticale externe brune, morte, fendue et séparée par du liège, des tissus vivants internes (Pl. 18, fig. 10). C'est le seul exemple de rhytidome que nous ayons trouvé dans les Anémones.

A. HEPATICÆFOLIA Hook.

A. SELLOWI Pritz.

Dans ces deux espèces, il y a trois organes qui contiennent des réserves, les rhizomes, les bases des pétioles, et les nombreuses racines adventives.

Ces racines sont généralement simples, épaisses, ayant jusqu'à 1,5 et 2 millim. de diamètre. L'écorce est relativement large, composée de cellules volumineuses, intimement liées les uns aux autres. Le cylindre central contient deux à quatre groupes vasculaires qui sont ensuite soudés en large lame ou en étoile, par la production des arcs générateurs. Une zone génératrice continue ne se forme jamais et n'influe pas sur le diamètre des racines.

Sect. VII. — OMALOCARPUS DC.

A. NARCISSIFLORA L.

Les racines de cette espèce sont suffisamment nombreuses et épaisses pour servir à deux fins. Leur cylindre central est binaire, quelquefois ternaire dans les racines adventives.

Les groupes vasculaires se rejoignent au centre. L'écorce primaire est dépourvue de méats intercellulaires.

La zone génératrice apparaît très tôt et engendre des faisceaux libéro-ligneux (en nombre égal aux groupes vasculaires primaires), et des rayons qui les séparent.

L'écorce secondaire est plus volumineuse que le bois ; son parenchyme qui sert à emmagasiner les réserves, présente une disposition assez régulière — en séries radiales — de ses éléments constitutifs. Les tubes criblés y sont rares et disséminés sans ordre apparent. Le bois est un mélange irrégulier de parenchyme et de vaisseaux.

L'écorce primaire dure assez longtemps et revêt encore des racines dont l'écorce secondaire la dépasse en épaisseur. Ensuite elle meurt et se désorganise, à l'exception de l'endoderme protégeant la racine jusqu'au moment où le liège vient le remplacer dans cette fonction.

Sect. VIII. — ANEMONIDIUM Spach.

A. PENSYLVANICA L.

Il y a peu de plantes dont les racines soient aussi traçantes et servent à une propagation si énergique, que cette espèce américaine.

Malgré leur faible diamètre, qui ne dépasse jamais 3 millim., les racines sont si longues et si nombreuses, qu'elles peuvent parfaitement constituer un magasin suffisant pour les matériaux de réserve, nécessaires au développement de nombreux bourgeons adventifs. La racine primaire ne se distingue presque pas des radicelles, bien qu'elle soit le point de départ de tout leur système. L'écorce est dépourvue de méats ; les parois de ses cellules sont un peu épaissies et parsemées de ponctuations. Le cylindre central est binaire, ou ternaire dans quelques radicelles.

Dans toutes les racines, il y a une zone génératrice continue qui produit les faisceaux libéro-ligneux, séparée par de larges rayons médullaires (Pl. 18, fig. 15). Le bois est un mélange de vaisseaux et de parenchyme partiellement lignifié, en couches plus ou moins régulières (Pl. 19, fig. 16). Le liber secondaire contient, à sa limite extérieure, des fibres ligneuses réunies en petits paquets ou en arcs.

L'écorce primaire suit tout le développement de la racine en épaisseur ; si elle se désorganise quelquefois, c'est toujours d'une façon irrégulière.

Sect. IX. — KNOWLTONIA Salisb.

K. VESICATORIA.

Le système radical de cette plante est composé de racines épaisses de 2 millim. environ — c'est la racine primaire et les racines adventives — et de radicelles minces, ne dépassant pas 0,5 millim. de diamètre. La surface en est toujours d'un brun clair, et le tissu intérieur translucide.

Dans les radicelles, l'écorce est composée de cellules volumineuses se gorgeant de fécule en automne; les méats intercellulaires y font toujours défaut. Les deux groupes vasculaires du cylindre central sont soudés en lame médiame. Le tissu générateur manque totalement.

Dans les racines adventives qui sont plus volumineuses dès leur apparition, mais semblablement organisées, le cylindre central peut contenir trois ou quatre groupes vasculaires, et varier dans la même racine. De quatre, à la base, le nombre de ces groupes peut descendre à trois, vers le sommet. Les arcs générateurs apparaissent de bonne heure et se complètent ensuite en une zone génératrice continue, produisant du liber mou et du bois entièrement lignifié, dépourvu de rayons médullaires. L'écorce primaire a été trouvée vivante dans toutes les racines examinées.

Sect. X. — SYLVIA Gaud.

A. NEMOROSA L.

Le rhizome bien développé suffit dans cette plante pour accumuler les matériaux de réserve. Cependant, les racines adventives y durent quelques années, malgré leur faible diamètre (0,3-0,4 mil.) et malgré l'absence de formations secondaires.

Dans une racine âgée au moins d'un an, les deux groupes vasculaires du cylindre central sont réunis en lame médiane.

L'endoderme est composé de cellules dont les parois sont considérablement épaissies, mais non lignifiées (Pl. 19, fig. 26). Les membranes des cellules corticales ont la même structure, mais restent beaucoup plus minces. Il en est de même pour les cellules de l'exoderme. Il n'y a pas de méats dans l'écorce. Dans l'assise pilifère, la couche extérieure de la membrane périphérique est brune, l'intérieure incolore (Pl. 19, fig. 27). Dans de vieilles racines toutes les parois de l'épiderme sont brunes (Pl. 19, fig. 26).

A. APENNINA L.

La manière de vivre de cette espèce est entièrement semblable à celle de l'*A. coronaria*; son rhizome charnu supporte une dessiccation prolongée et revit même après un an. Les racines adventives ne survivent pas à la période de végétation, sont très minces et dépourvues de tissu générateur. Leur cylindre central est binaire, rarement ternaire.

A. BAIKALENSIS Turez.

Les racines adventives qui naissent aux nœuds du rhizome,

sont minces et ne contiennent pas de tissu générateur. Il y a de petits méats dans l'écorce. Le cylindre central renferme ordinairement un triangle vasculaire arrondi, provenant de la soudure de trois groupes primaires.

A. FLACCIDA Fr. Schmidt.

Les nombreuses racines adventives engendrées par le rhizome épais, durent plus d'un an et sont assez minces (1 millim. environ), longues et ramifiées.

Les méats intercellulaires n'apparaissent que dans la zone médiane de l'écorce ; les couches externes et la couche voisine de l'endoderme en sont dépourvues. Le cylindre central contient trois ou quatre groupes vasculaires se joignant au centre et formant une étoile à trois ou quatre bras. Le tissu générateur manque totalement.

Sect. XI. — HEPATICA Dill.

H. TRANSSILVANICA (A. ANGULOSA Lam.).

Les nombreuses racines adventives partant du rhizome, sont longues, brunes, couvertes de poils radicaux également bruns, et ne diffèrent aucunement de la racine primaire ; leur diamètre ne dépasse pas un millimètre.

Toutes les racines se gorgent de matériaux de réserve et vivent longtemps. Leur structure primaire ressemble beaucoup à celle de l'*A. nemorosa*. L'écorce est compacte ; les parois des cellules y sont épaissies (Pl. 19, fig. 23-25). Le cylindre central est binaire ; les groupes vasculaires se soudent en lame médiane.

Le tissu générateur apparaît sous la forme de deux arcs qui produisent une petite quantité de tissus libériens et ligneux, s'ajoutant aux tissus primaires. Sa fonction est cependant si restreinte qu'elle influe bien peu sur le contour du cylindre central (Pl. 19, fig. 24).

L'analyse des racines dans toutes les sections du genre que nous venons d'exposer, nous apprend d'une manière incontestable que la structure et la fonction des racines dans ces plantes ne sont pas nécessairement parallèles à l'organisation de leurs fleurs, fruits et graines.

Si dans certaines sections, comme les *Sylvia*, la racine est toujours mince et réduite à sa structure primaire, c'est que les caractères biologiques de toutes les espèces sont parfaitement semblables. Mais dans la section *Oriba*, outre les espèces à racines minces, durant quelques mois seulement, nous trouvons l'*A. palmata* qui, à côté des racines de ce genre, en possède d'autres, charnues et vivaces, destinées à seconder le rhizome dans l'accumulation des réserves. Cet exemple nous indique qu'il y a corrélation entre l'organisation des racines et celle de la tige.

Ainsi, lorsque le rhizome sera convenablement adapté au rôle de magasin des substances assimilées, les racines seront réduites à leur fonction habituelle et resteront minces, quelquefois fugitives. Mais quand la tige faiblement développée ne suffira plus à l'accumulation des réserves, les racines vivaces, plus ou moins épaissies par le tissu générateur, viendront la remplacer dans ce rôle, ou y aider d'une manière plus ou moins efficace ; ou bien elles se présenteront sous deux formes — sous forme de radicelles très minces, propres seulement à puiser de l'eau — et sous forme de racines épaisses, semblables quelquefois à la carotte, et jouant le rôle de magasin des substances assimilées.

EXPLICATION DES PLANCHES 18 et 19

Planche 18

Pulsatilla pratensis

1. Structure primaire de la racine. Coupe transversale. Grossissement 5 diamètres.
2. Racine plus âgée, avec productions secondaires. L'assise pilifère commence à se désagréger; *end.* = endoderme. Gr. 5.
3. Racine encore plus âgée. Les cellules isolées de l'assise pilifère adhèrent à l'exoderme. Gr. 5.
4. Racine bien plus avancée. L'écorce primaire est partiellement conservée. Les fentes se sont formées dans les rayons médullaires; *c.* = zone génératrice; *t. cr.* = couches composées de tubes criblés. Gr. 5.
5. Racine avec écorce secondaire contenant des fentes et s'exfoliant à la surface. Gr. 5.

6. Racine assez vieille, mais encore complète; *m. a.* = fentes de l'écorce et des rayons médullaires; *v.* = vaisseaux ligneux; *c.* = zone génératrice. Gr. 5.
7. Racine fendue en réseau. Un des cordons contenant deux rayons libéro-ligneux; *x.* = bois. Gr. 5.
8. Zone génératrice, jeune bois et jeune liber. Gr. 240.
9. Liber d'une racine âgée. Les tubes criblés sont marqués par des croix. Gr. 135.

Anemone rivularis

10. Racine primaire (pivot) âgée de quatre ans; *ph* = liège; *rht* = rhytidome brun. Gr. 5 1/2.
11. *a* et *b*. Particules du liber, avec tubes criblés et leurs cellules annexes. Gr. 325.

A. palmata

12. Jeune racine adventive charnue; *v. p.* = groupes vasculaires primaires; *v. c.* = vaisseaux secondaires; *l. p.* = liber primaire; *p. ph.* = couche brune de l'écorce; *c.* = couche génératrice; *l. cr.* = tubes criblés du liber secondaire. Gr. 50.
13. *a* et *b*. Racines adventives charnues, l'une binaire, l'autre ternaire. Gr. 5.
14. Tubes criblés avec cellules annexes et parenchyme. Gr. 325.

A. pensylvanica

15. Racine binaire, âgée de deux ans; *scl.* = groupes de fibres sur la limite du liber secondaire; *c.* = couche génératrice. Gr. 8.

Planche 19

A. pensylvanica

16. Racine ternaire plus âgée; *end.* = endoderme; *scl.* = groupes de fibres; *c.* = couche génératrice. Gr. 8.

A. japonica

17. Structure primaire d'une racine adventive, *end.* = endoderme. Gr. 12.
18. Racine avec liber et bois secondaires; *l.p.* = liber primaire; *c.* = couche génératrice; *end.* = endoderme. Gr. 12.
19. Racine plus âgée. Le parenchyme avoisinant les vaisseaux est déjà lignifié; *l.p.* = liber primaire; *end.* = endoderme. Gr. 12.

20. Racine avec écorce primaire en voie de destruction. Autour des tubes criblés, se sont formés des gaines et des arcs lignifiés ; *scl.l.* = sclérenchyme libérien ; *scl. x.* = sclérenchyme ligneux ; *c.* = couche génératrice. Gr. 12.
21. Racine très âgée. L'écorce secondaire, partiellement détruite, est inerte et brune dans ses portions extérieures. Les rayons médullaires sont traversés par des arcs lignifiés. Gr. 12.
22. Groupe de tubes criblés embrassé dans une gaine fibreuse. Gr. 325.

Hepatica transsilvanica

23. Structure primaire d'une racine adventive ; *ep.* = assise pilifère ; *ex.* = exoderme ; *end.* = endoderme ; *t. cr.* = tube criblé. G. 180.
24. Cylindre central d'une racine âgée, avec tissus d'origine secondaire. Gr. 180.
25. Assise pilifère et endoderme d'une racine âgée. La cuticule détruite est remplacée dans sa fonction par une couche de la membrane, brune et subérifiée. Gr. 500.

Anemone nemorosa

26. Racine adventive issue d'un rhizome âgé de quatre ans.
27. Assise pilifère et exoderme d'une racine âgée d'un an. Sous la cuticule, il y a une couche de la membrane brune et subérifiée. Gr. 520.

REVUE DES TRAVAUX

D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Suite)*

Nous avons déjà rendu compte du travail de M. Treub sur l'embryogénie des Casuarinées, à la suite duquel l'auteur a cru pouvoir diviser les Angiospermes en deux groupes : les Chalazogames, chez lesquels le tube pollinique arrive au sac embryonnaire à travers le hile et la chalaze; les Porogames, chez lesquels le tube pollinique parvient au sac par le micropyle. Dans le premier cas, le tube pollinique ne passe en aucun point de son parcours par la cavité de l'ovaire; dans le second, il la parcourt sur une étendue plus ou moins grande. Au moment où M. Treub publia son mémoire, les Casuarinées représentaient le seul groupe de végétaux vivants présentant cette curieuse particularité. Et comme, par l'ensemble de leurs caractères et surtout par l'évolution et l'organisation de leurs nombreux sacs embryonnaires, les Casuarinées occupent une place à part parmi les Angiospermes, ce nouveau groupement tiré ainsi de la marche du tube pollinique paraissait justifié. Les travaux de M. Nawaschine (1), confirmés en grande partie par les observations de Mme Marg. Benson (2), enlèvent aux faits signalés par M. Treub une partie de leur importance systématique, puisque plusieurs Apétales, le Bouleau, l'Aune, le Coudrier, tout en ayant un sac embryonnaire dont le développement et l'organisation correspondent absolument au type Angiosperme, sont aussi des Chalazogames, tandis que d'autres Apétales, comme les Myricacées qui ont des affinités assez prononcées avec les Casuarinées, sont au contraire de vraies Porogames.

L'*Ulmus effusa* est en quelque sorte intermédiaire entre les Chalazogames et les Porogames (fig. 71). Le tube pollinique, après avoir parcouru une partie du hile, arrive à la hauteur du sommet du nucelle, fait un brusque coude et parvient au sac embryonnaire en traversant

(1) S. Nawaschine : *Zur Embryobildung der Birke. Vorläufige Mittheilung* (Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St-Pétersbourg, T. XIII, p. 245, 348, 1893) ; — *Bericht meiner fortgesetzten Studien über die Embryologie der Betulineen* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XII, p. 163-169, 5 fig., 1894).

(2) Margaret Benson : *Contributions to the embryology of the Amentiferae.* (The Transactions of the Linnean Society of London, Vol. III, part. 10, Botany. February, 1894).

les deux téguments ovulaires. Ici on voit se dessiner cette tendance du tube pollinique à réduire la longueur de sa marche qui se trouve le mieux réalisée chez les vrais Porogames.

D'autres Apétales ne manqueront sans doute pas d'être étudiées à ce point de vue, et l'on sera fixé, dans quelques années, sur la valeur qu'il faut réellement attribuer au caractère tiré de la marche du tube pollinique.

On sait que le développement embryogénique de l'*Ephedra* a été établi dans ses grandes lignes par M. Strasburger. M. P. Jaccard (1) s'est proposé d'étudier d'une manière plus approfondie certains points que ce botaniste n'avait fait qu'effleurer tels que la formation de l'endosperme, le développement du pollen, la fécondation ainsi que les phénomènes accompagnant le développement de l'embryon et la maturation de la graine. Ses recherches ont porté sur l'*Ephedra helvetica*. Parmi ses conclusions nous relèverons les suivantes.

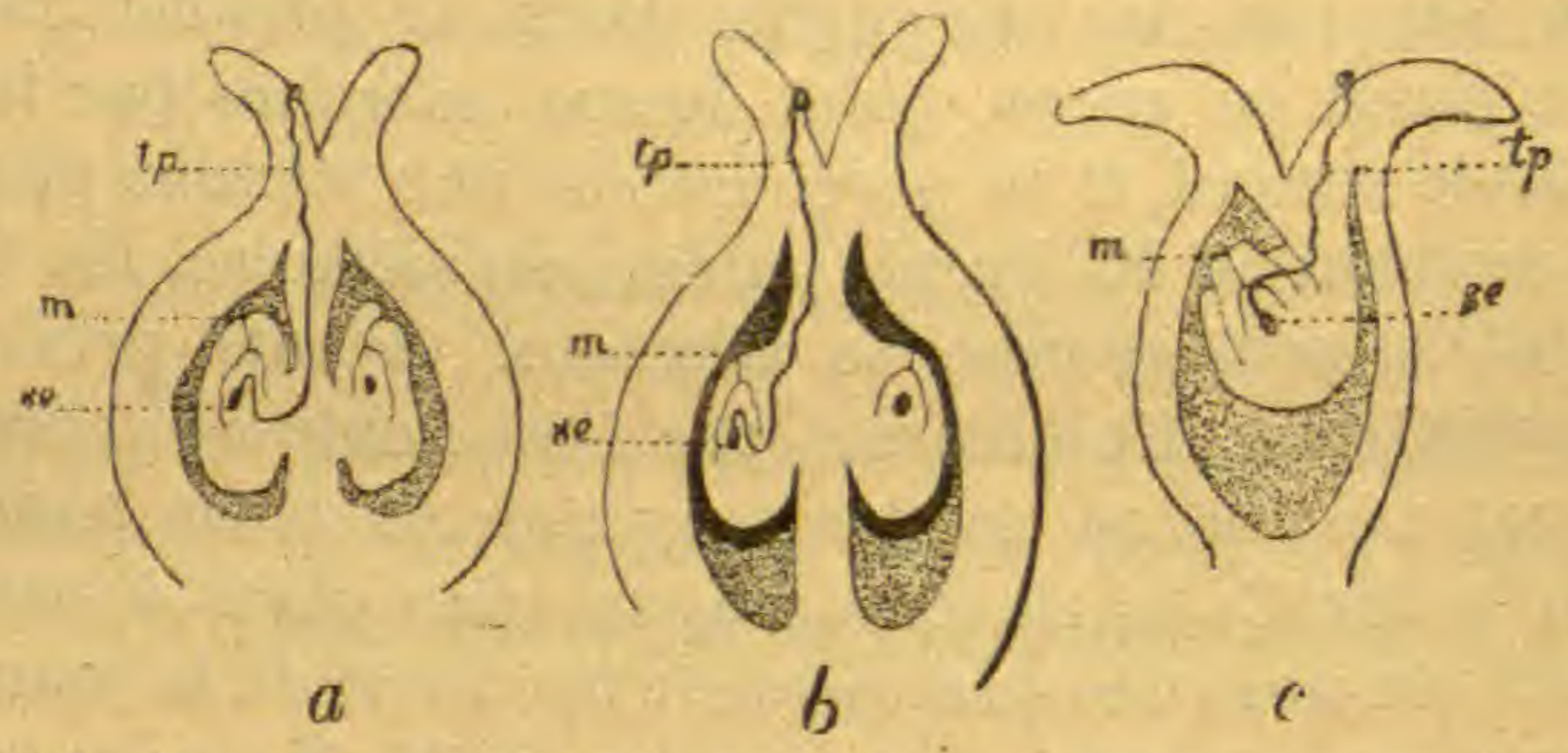


Fig. 71. — Marche du tube pollinique dans diverses Angiospermes : *a*, *Myrica* et *Juglans* ; *b*, Bétulinées; *c*, *Ulmus effusa*. *tp*, tube pollinique; *m*, mycrophyle ; *se*, sac embryonnaire. — D'après Nawaschine.

Les noyaux libres du sac embryonnaire entrent en division tous en même temps et dans le même sac présentent tous à la fois la même figure karyokinétique. Le nombre des segments chromatiques des noyaux est moindre dans les cellules endospermiques que dans les cellules somatiques. Les archégones sont entourées d'une enveloppe bien différenciée qui se désorganise après la fécondation. L'œuf fécondé donne naissance dans l'intérieur des archégones à un petit nombre de cellules embryonales entourées d'une membrane de cellulose. Il n'y a pas de pro-suspenseur tubuleux. Le rôle de suspenseur primaire est rempli par un tissu lignifié (columelle) qui se développe du sommet de l'ovule vers sa base ; il porte à son extrémité l'*embryon favorisé* c'est-à-dire celui qui arrivera seul au terme de son développement. Il existe un suspenseur secondaire résultant de la transformation des

(1) P. Jaccard : Recherches embryologiques sur l'*Ephedra helvetica*. Lausanne, 1894, 45 p. et 10 pl. (Extrait du Bulletin de la Soc. Vaudoise des Sc. nat., t. XXX, p. 114).

cellules les plus âgées de l'embryon, fixé à l'extrémité de la columelle. Dès les premières phases du développement de l'embryon, l'endosperme se différencie nettement en deux zones, une centrale (endosperme transitoire destiné à nourrir l'embryon) et une zone périphérique persistante (endosperme définitif).

Le grain de pollen de l'*Ephedra helvetica* contient à la maturité trois noyaux non séparés par des cloisons cellulaires : un gros noyau central se divisant en deux noyaux générateurs dont un seul est actif dans la fécondation, deux noyaux polaires végétatifs dont l'un est le noyau du tube pollinique.

Les observations de M. Strasburger et celles de M. Brower, avaient laissé dans l'embryogénie des *Gnetum* des lacunes que M. G. Karsten (1) s'est proposé de combler. Tandis que les recherches de ses prédécesseurs avaient porté uniquement sur le *Gnetum Gnemon*, M. Karsten a pu étendre les siennes à un certain nombre d'autres espèces, six en tout, en comptant le *Gnetum Gnemon*.

Les premiers stades du développement de l'ovule ne se distinguent en rien de ce que l'on observe habituellement chez les Gymnospermes.

Des différences commencent à apparaître dans l'évolution des cellules-mères du sac. Celles-ci ont donné naissance par cloisonnement à des cellules-sœurs qui se ressemblent beaucoup, de telle sorte qu'on ne peut prévoir à l'avance quelles sont celles qui s'organiseront définitivement en sacs embryonnaires. Elles ne se différencient que plus tard et il peut arriver même que plusieurs sacs embryonnaires se développent côte à côte jusqu'au moment où ils sont aptes à être fécondés. Les *Gnetum* offrent donc d'abord ce caractère propre que la différenciation du sac embryonnaire qui doit être fécondé et fournir la plantule y est tardive.

Le noyau du sac embryonnaire présente, comme celui des autres Gymnospermes, une série de bipartitions et les nombreux noyaux qui en résultent se placent à la périphérie du sac. Chacun d'eux s'entoure ensuite d'une masse protoplasmique que limite bientôt à l'extérieur une délicate membrane plasmique. Les petites cellules ainsi constituées que l'auteur appelle des cellules primordiales sont, les unes sexuelles et jouent le rôle d'oosphères, les autres végétatives et donnent naissance à l'endosperme ; elles sont libres de toute adhérence les unes avec les autres ou avec la paroi du sac (fig. 72). A ce stade le sac, considérablement agrandi aux dépens des cellules voisines du nucelle embryonnaire, est apte à être fécondé.

Voici quel serait, d'après M. Karsten, le mécanisme de la fécondation. Lorsque le tube pollinique est arrivé au contact du sac, il présente à son extrémité deux noyaux générateurs semblables et une petite cellule végétative. Noyaux et cellule passent dans le sac. Cha-

(1) G. Karsten : *Beitrag zur Entwickelungsgeschichte einiger Gnetum-Arten* Botan. Zeitung. nos 13, 14, 15, pl. V et VI, 1892).

cun des deux noyaux est accompagné d'une masse protoplasmique qui s'entoure d'une membrane plasmique extrêmement délicate. Les deux cellules génératrices mâles ainsi constituées et libres dans le sac se distinguent des cellules primordiales par leur taille un peu plus grande et surtout par la grosseur considérable de leur noyau à structune vacuolaire.

Un certain nombre de cellules primordiales jouant le rôle d'oosphères doivent ensuite pénétrer dans chaque cellule mâle car leurs noyaux

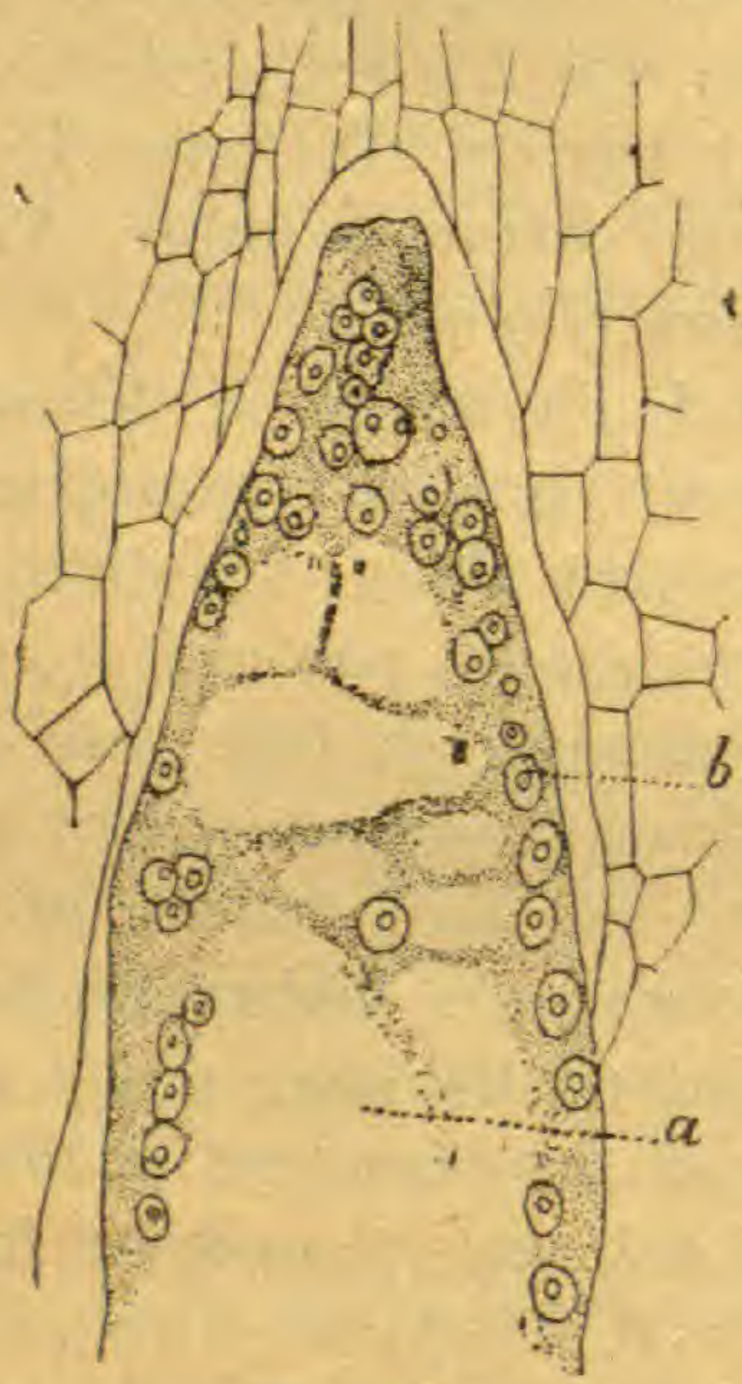


Fig. 72.

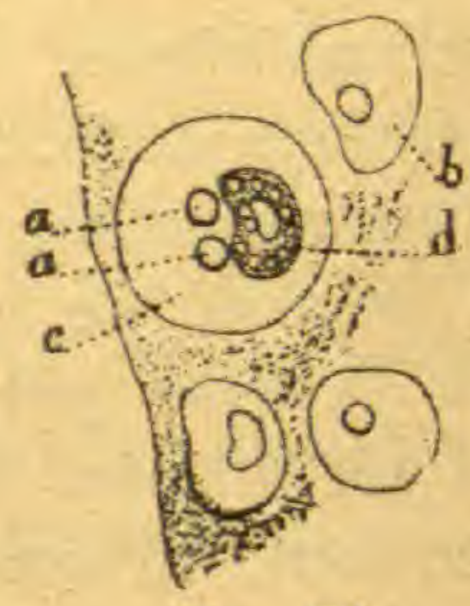


Fig. 73.

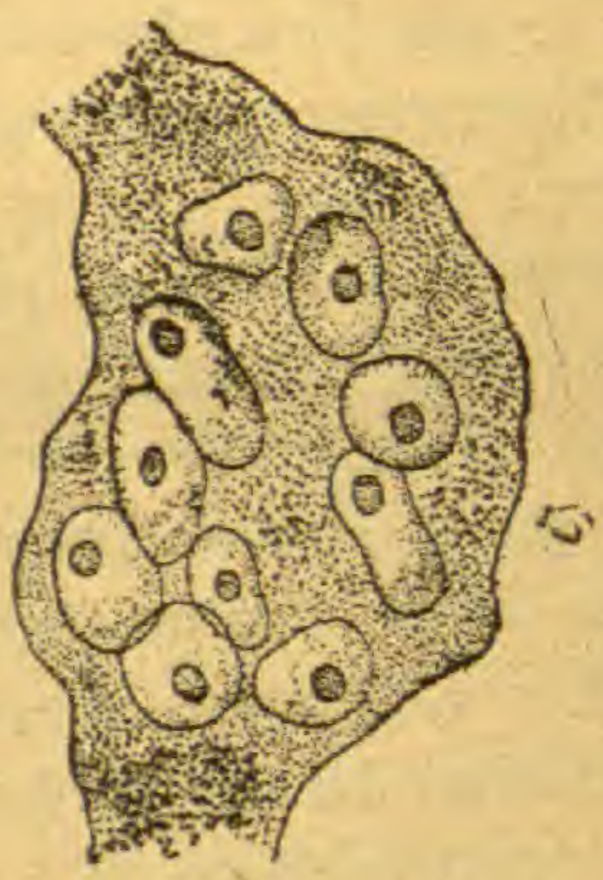


Fig. 74.

Fig. 72. — Un sac embryonnaire de *Gmetum edule* avec de nombreuses cellules primordiales, immédiatement avant l'entrée du tube pollinique.

Fig. 73. — *c*, cellule génératrice mâle; *d*, noyau mâle; *a*, noyau femelle; *b*, cellule primordiale.

Fig. 74. — Un certain nombre de cellules-œufs provenant d'une cellule génératrice. (D'après Karsten).

y sont parfaitement visibles (fig. 73). L'auteur en a observé, dans la même cellule, deux dans une préparation, trois dans une autre, sept dans une troisième, onze dans une quatrième. Il n'a pu savoir si, par exemple dans le dernier cas, les onze noyaux appartenaient à onze oosphères différentes ou si certains d'entre eux tout au moins provenaient de la bipartition de noyaux préalablement entrés. Quoi qu'il en soit, le noyau mâle se divise à son tour plusieurs fois de façon à former quatre ou plus vraisemblablement huit noyaux mâles dont chacun se fusionne avec un noyau femelle.

Les noyaux qui résultent de cette fusion s'entourent d'une couche de protoplasma bientôt limitée par une membrane, et donnent ainsi naissance à autant de cellules qui sont des œufs. Avant de s'entourer d'une membrane, les noyaux fécondés peuvent, comme dans l'*Ephedra*, se multiplier (fig. 74). Le nombre des cellules-œufs peut dès lors devenir assez grand. Les œufs demeurent libres dans le plasma environnant.

Pendant la fécondation, les cellules primordiales végétatives situées dans le plasma du sac ont donné naissance à un tissu endospermique.

Chaque cellule-œuf se comporte comme les cellules qui, dans le sac embryonnaire de l'*Ephedra*, proviennent de la bipartition de l'œuf, chacune d'elles s'allonge en un long tube qui sépare à son extrémité une cellule, laquelle donne naissance à l'embryon, la grande cellule supérieure représentant le suspenseur.

Par la réduction du prothalle et l'absence de différenciation des corpuscules, les *Gnetum* représentent le genre le plus rapproché des Angiospermes, auxquels les rattache déjà leur appareil végétatif.

(A suivre).

A. PRUNET.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896 *(Suite)*

B. — *Champignons.*

M. H. Potonié a fait connaître (1), du Permien de la Thuringe, un Champignon qu'il a observé à la face interne de certaines écorces et qu'il a désigné sous le nom générique de *Rosellinites* à raison de sa ressemblance avec le genre vivant *Rosellinia*.

Dans des bois fossiles de diverses provenances, appartenant pour la plupart soit au Crétacé, soit à l'Eocène, M. Felix a reconnu (2) la présence d'un assez grand nombre de Champignons parasites ou saprophytes. représentés non seulement par des filaments mycéliens, mais par des organes reproducteurs, tels que spores, périthèces ou conidies, qu'il a comparés aux organes similaires des Champignons vivants, et dont il a pu déterminer les rapports avec les types actuels. Il les a rangés dans plusieurs genres, dont les noms indiquent suffisamment les affinités, à savoir, parmi les Ascomycètes, le genre *Perisporiacites* établi sur des périthèces semblables à ceux des Périsporiacées, les genres *Leptosphærites* et *Chætosphærites*, établis sur des spores de Sphériacées, et parmi les Hyphomycètes les genres *Trichosporites*, *Haplographites*, *Cladosporites* et *Dictyosporites* appartenant à la famille des Dématiées, et *Spegazzinites* à celle des Tuberculariées, établis les uns et les autres sur des conidies.

M. B. Renault a trouvé de même (3) dans les écorces, dans le bois ou dans les macrospores des Lépidodendrons du Culm d'Esnost et de Combres, des mycéliums et des organes fructificateurs appartenant à divers types de Champignons : ce sont d'abord des masses protoplasmiques analogues aux plasmodes des Myxomycètes, et qu'il a désignées

(1) H. Potonié : Die Flora des Rothliegenden von Thüringen *(Abhandl. k. preuss. Landesanst.*, Heft 9, x-298 p., 34 pl. 1893).

(2) J. Felix : Studien über fossile Pilze *(Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch.*, XLVI, 1894, p. 269-280, pl. XIX. — *Revue mycol.*, 1895, p. 45-54, pl. CLII).

(3) B. Renault : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac, Flore fossile, 2e partie.

sous le nom de *Myxomycetes Mangini*; puis des oospores et des filaments mycéliens portant des sporanges, attribuables à des Chytridinées endogènes, et nommés *Oochytrium Lepidodendri*; des thalles de Mucorinées, tantôt stériles, comme *Mucor combrensis*, tantôt sporifères, *Palæomyces gracilis* et *Pal. majus*; une téleutospore d'Urédinée, *Teleutospora Milloti*, et enfin des mycéliums d'affinités indéterminables, *Phellomycetes dubius*. Certains coprolithes permiens ont également fourni à l'observation de courts filaments mycéliens cloisonnés, *Mucedites stercoraria*, appartenant peut-être aux Ascomycètes.

C. — *Muscinées.*

Les Muscinées fossiles, si rares dans les formations antérieures au Tertiaire, se sont enrichies de quelques formes génériques et spécifiques nouvelles d'Hépatiques : d'abord, dans le Keuper moyen de la Haute-Silésie, des tiges thalliformes dichotomes rappelant certains *Marchantia*, et décrites par M. Raciborski (1) sous le nom de *Palæohepatica Rœmeri*; puis, dans le Jurassique inférieur des environs de Cracovie, des thalles de grandes dimensions à ramification dichotome, désignés par le même auteur comme *Palæohepatica Rostafinskii* (2); dans le Wealdien d'Angleterre, une Marchantiée bien reconnaissable, observée par M. Seward (3), *Marchantites Zeilleri*; et, dans les couches de passage du Crétacé au Tertiaire, dans le système américain de Laramie, des thalles dichotomes à lobes arrondis, que M. Knowlton a décrits comme *Preissites Wardii* (4), à raison de leur ressemblance avec les *Preissia*, l'absence d'organes fructificateurs ne permettant pas une identification générique positive.

II. — Végétaux Paléozoïques.

La flore paléozoïque a fait l'objet de nombreux travaux, consacrés les uns à l'étude d'ensemble de la flore de régions plus ou moins étendues à une époque donnée, comprise elle-même entre des limites plus ou moins resserrées, les autres à l'étude spéciale de tel ou tel groupe de végétaux, quelques autres enfin, intéressant plus directement, il est vrai, le géologue que le botaniste, consacrés à l'examen des conditions dans lesquelles ont dû se former les couches de houille, telles qu'on peut les déduire de l'observation des plantes rencontrées dans ces couches ou dans leur voisinage. Bien que ces trois catégories de travaux se pénètrent mutuellement et que certains ouvrages parti-

(1) Raciborski : Ueber ein neues fossiles Lebermoos *(70ter Jahresber. schles. Ges. f. vaterl. Kultur, Naturw. Abth.*, p. 26-27. 1893).

(2) Raciborski : Flora kopalna ogniotrwalych glinek Krakowskich. Cz. I. 1894).

(3) A. C. Seward : The Wealden Flora. Part. I. 1894.

(4) F. H. Knowlton : A new fossil Hepatic from the Lower Yellowstone in Montana *(Bull. Torrey bot. Club,* XXI, p. 458-459, pl. 219. 1894).

culièrement importants traitent à la fois ces trois ordres de sujets, il n'en convient pas moins, pour la clarté de l'exposé, de diviser le présent chapitre en trois sections, conçues ainsi que je viens de l'indiquer, quitte à revenir au besoin à plus d'une reprise sur un même travail.

A. — *Études des flores paléozoïques.*

La flore dévonienne, imparfaitement connue, surtout en Europe, s'est enrichie de quelques observations nouvelles : M. le Comte de Solms-Laubach (1) a pu, sur un échantillon du Dévonien de la région rhénane, antérieurement décrit comme Algue, et présentant une fronde à fines ramifications très analogue à celle du *Sphenopteris Condrusorum* du Dévonien belge, s'assurer par une préparation microscopique qu'on avait affaire à une Fougère et qu'il était impossible de voir dans ces empreintes, comme on avait été tenté de le penser, les thalles des *Nematophyton*.

Schmalhausen a étudié (2), peu de temps avant sa mort, la flore du Dévonien supérieur de la région du Donetz : il y a reconnu un type nouveau d'*Archæopteris*, *Arch. archetypus*, appartenant à ce genre par ses fructifications, mais se rapprochant des *Adiantites* par la forme de ses pinnules, et présentant cette particularité, que les pinnules paraissent insérées en hélice autour des rachis, au lieu d'être étalées à droite et à gauche. Il a établi, d'autre part, sous le nom de *Dimeripteris*, un genre nouveau pour des Fougères à folioles divisées par dichotomie en fines lanières, et présentant, dans les portions fertiles, des sporanges coriaces, lancéolés, généralement réunis par paires aux extrémités des ramifications du rachis. Il a observé en outre dans le même gisement un *Sphenopteris* et un *Lepidodendron* nouveaux.

Dans sa belle étude sur la flore paléozoïque de la zone arctique, qui constitue une première suite à la *Flora fossilis arctica* de Heer, M. Nathorst (3) a décrit également quelques plantes dévoniennes, provenant du Spitzberg, parmi lesquels il faut citer, à côté de débris paraissant appartenir à des *Psilophyton* et de rameaux de Lépidodendrées mal conservés, une feuille flabelliforme à nervation confuse, qu'il a rapportée au genre *Psygmophyllum* sous le nom de *Ps. Williamsoni*. Les couches carbonifères inférieures du Spitzberg lui ont offert une flore plus riche, comprenant quelques-unes des espèces typiques du

(1) Graf zu Solms-Laubach : Ueber devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern der Gegend von Gräfrath am Niederrhein (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f.* 1894, p. 67-99, pl. II. 1895).

(2) J. Schmalhausen : Ueber devonische Pflanzen aus dem Donetz-Becken (*Mém. du Comité géol. de Russie,* VIII, n° 3, 33 p., 2 pl. 1894).

(3) A. G. Nathorst : Zur fossilen Flora der Polarländer. I. Theil, 1. Lief. Zur paläozoischen Flora der arktischen Zone (*K. Svenska Vet. Akad. Handl.*, XXVI, n° 4, 80 p., 16 pl. 1894).

Culm, et dans laquelle, associées à des Sphénoptéridées, les Lépidodendrées tiennent la première place, représentées par diverses formes de *Lepidodendron*, dont deux sont nouvelles, et par un *Bothrodendron* identique à celui dont les cuticules ont formé certaines des couches de combustible du bassin de Toula dans la Russie Centrale, *Bothr. tenerrimum*. L'examen des empreintes de l'île des Ours a conduit M. Nathorst à attribuer un nom nouveau, générique aussi bien que spécifique, celui de *Pseudobornia ursina*, aux tiges de Calamariées rapportées antérieurement par O. Heer à l'*Asterocalamites scrobiculatus*, et qui lui ont paru différer de toutes les formes connues par le peu de netteté de leurs côtes et par les fines granulations qu'elles présentent, surtout au voisinage de leurs articulations. Il a été amené d'autre part à réunir, conformément à ce que j'avais indiqué jadis, le genre *Cyclostigma* au genre *Bothrodendron*, qui se trouve représenté à l'île des Ours par quatre espèces, dont une nouvelle : on a affaire là à une flore de passage entre le Dévonien supérieur et le Culm inférieur, très voisine surtout de celle de Kiltorkan en Irlande, laquelle a été rapportée tantôt à l'un, tautôt à l'autre de ces deux étages.

La flore des couches qui forment aux Etats-Unis le passage du Culm au Westphalien a fait, de la part de M. David White, l'objet d'une intéressante communication (1), dans laquelle il indique les transformations successives que l'on observe de la base au sommet de la série de Pottsville, dans la Virginie Occidentale, les formes westphaliennes se mêlant peu à peu aux formes du Culm et les éliminant graduellement, et en même temps certains types particuliers, tels que *Megalopteris*, *Whittleseya elegans*, se montrant seulement vers le milieu de la série, et sur une hauteur très restreinte.

En Angleterre, M. Kidston, poursuivant ses belles études sur la flore carbonifère, a fait connaître quelques types intéressants de la série inférieure d'Ecosse (2), notamment une Fougère voisine de l'*Archæopteris Tschermaki*, pour laquelle il crée, non sans raison, un genre nouveau, *Plumatopteris*, où viendraient se ranger les formes du même groupe, appartenant toutes à la flore du Culm, et une Sigillaire, *Sig. Youngiana*, remarquable par les fortes ondulations des sillons séparatifs des côtes, qui rétrécissent celles-ci au point de rappeler l'aspect de certains *Lepidodendron*, du *Lep. Glincanum* du Culm en particulier, comme si à cette époque les deux genres avaient été séparés par un moindre intervalle qu'aux époques ultérieures.

M. Kidston a étudié, d'autre part, en détail, la flore des dépôts houillers de l'Ayrshire en Ecosse, de la partie méridionale du pays de

(1) D. White : The Pottsville Series along New River, West Virginia (*Bull. Geol. Soc. America*, VI, p. 305-320. 1895).

(2) R. Kidston : On some new species of fossil plants from the Lower Carboniferous rocks of Scotland (*Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh*, XII, p. 258-268 pl. IV-VI. 1894).

Galles, et du bassin du Yorkshire (1); il a reconnu dans la première les espèces habituelles des couches westphaliennes inférieures, tandis que dans le sud du Pays de Galles la formation houillère paraît un peu plus récente, la série inférieure, de *White Ash*, offrant la flore westphalienne moyenne, la série de *Lower Pennant* offrant les espèces habituelles des niveaux les plus élevés du Pas-de-Calais, et l'*Upper Pennant Series*, relativement pauvre en empreintes, paraissant correspondre aux couches de Radstock, dans lesquelles la flore renferme déjà un nombre important d'espèces stéphaniennes mêlées aux types caractéristiques du Westphalien supérieur. Dans le Yorkshire, c'est à la flore du Westphalien moyen qu'on a affaire, les espèces du Westphalien supérieur commençant seulement à s'y montrer dans les faisceaux les plus élevés; entre autres formes intéressantes, M. Kidston y a rencontré le *Sphenopteris communis* représenté par des échantillons fertiles, qui indiquent que cette espèce appartient au genre *Calymmatotheca* ou peut-être aux *Crossotheca*, l'état de conservation des groupes de sporanges laissant planer un léger doute sur l'attribution. Il a de plus fait une étude spéciale du *Pecopteris plumosa*, dont il a observé de nombreux échantillons fructifiés, du type *Dactylotheca*, et dont il a donné une synonymie remarquablement complète et détaillée.

M. Kidston a résumé en outre l'ensemble (2) de ses observations en faisant connaître les caractères des flores successives qu'il a pu observer depuis la base du Carbonifère inférieur, comprenant deux étages, jusqu'au sommet de la formation houillère proprement dite, dans laquelle l'étude des plantes lui a permis de distinguer quatre étages, correspondant aux *Lower*, *Middle* et *Upper Coal-Measures*, avec intercalation entre ces deux derniers d'un étage de transition bien caractérisé par sa flore.

M. L. Cremer a montré, de son côté, dans une intéressante étude sur le bassin de la Ruhr en Westphalie (3), que les différents faisceaux de ce bassin pouvaient être facilement distingués les uns des autres par leur flore, même en n'envisageant que les Fougères, et il a fait

(1) R. Kidston : On the fossil plants of the Kilmarnock, Galston, and Kilwinning Coal Fields, Ayrshire (*Trans Roy. Soc. Edinburgh*, XXXVII, pt. II, p. 307-358, pl. I-IV. 1893). — On the fossil Flora of the South Wales Coal Field (*Ibid.*, XXXVII, pt. III, p. 565-614, pl. I. 1894). — The Yorkshire Carboniferous Flora (*Trans. Yorksh. Naturlists' Union*; 1893-1896). — On the occurrence of Sphenopteris communis Lesq. in Britain (*Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh*, XIII, p. 87-90, pl. I. 1895). — On the fossil Flora of the Yorkshire Coal Field. I. (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXVIII, pt. II, p. 203-223, pl. I-III. 1896).

(2) R. Kidston : On the various divisions of British Carboniferous rocks as determined by their fossil Floras (*Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh*, XII, p. 183-257. 1894).

(3) L. Cremer : Ueber die fossilen Farne des Westfälischen Carbons und ihre Bedeutung für eine Gliederung der letzteren. Marburg, in-8°, 49 p. 1893. — Die Steinkohlenvorkomnisse von Ibbenbüren und Osnabrück (*Glückauf*, 1895, n°s 8-9).

ressortir l'identité des caractères reconnus par lui avec ceux que j'avais observés il y a quelques années dans le bassin houiller du Nord de la France, si bien qu'il a pu paralléliser terme à terme les faisceaux du bassin de Westphalie avec ceux du Nord et du Pas-de-Calais. Il lui a paru toutefois que le faisceau le plus élevé de la Ruhr, celui des charbons flambants à gaz, ne devait correspondre qu'à la partie la plus inférieure de la zone supérieure du Pas-de-Calais, celle-ci ayant son équivalent exact, d'après l'étude de la flore, dans les couches d'Ibbenbühren et du Piesberg près d'Osnabrück, situées plus au Nord que celles de la Ruhr, de telle sorte qu'on pourrait espérer retrouver en profondeur au-dessous d'elles le prolongement de ces dernières.

Enfin, j'ai repris à mon tour (1) l'examen des caractères paléobotaniques que j'avais indiqués en 1888 comme propres aux différents faisceaux dont la superposition constitue la formation houillère du Nord de la France, et j'ai signalé la confirmation complète apportée à mes conclusions par celles de M. Kidston et de M. Cremer : il ressort de cet ensemble d'observations que la flore de la zone inférieure du Westphalien est, en général, assez pauvre, comprenant encore au début quelques espèces du Culm, qui ne tardent pas à disparaître, et caractérisée surtout par l'abondance de certains types spécifiques, tels notamment que *Nevropteris Schlehani*, destinés à s'éteindre dans la zone moyenne. Celle-ci offre une flore très variée, comprenant encore toutes les espèces de la zone inférieure, mais reléguées pour la plupart au second plan, et l'on y trouve certains types, des *Lonchopteris* en particulier, qui semblent lui appartenir en propre. Plus haut, dans la zone supérieure du Pas-de Calais, ou la *Transition Series* d'Angleterre, on voit abonder diverses formes à peine entrevues auparavant, *Nevropteris rarinervis*, *Nevr. Scheuchzeri*, surtout *Dictyopteris sub-Brongniarti*, accompagnés déjà de quelques espèces stéphaniennes, *Alethopteris Grandini*, *Annularia sphenophylloides*, *Ann. stellata*, auxquelles se joignent dans les *Upper Coal Measures* d'Angleterre nombre d'autres types, *Pecopteris* et *Odontopteris* principalement, qui donnent à la flore de ces couches un caractère nettement intermédiaire entre la flore westphalienne et la flore stéphanienne, de telle sorte qu'on peut indifféremment la rattacher à l'une ou l'autre.

M. H. Potonié a appliqué de même les résultats fournis par l'étude de la flore à la division en étages du Houiller et du Permien de l'Allemagne (2), distinguant, depuis la base du Culm jusqu'au sommet du Permien, dix types de flores successifs, qui montrent une concordance complète avec les observations faites en France, à cela près qu'il n'est

(1) R. Zeiller : Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France d'après les caractères de la flore (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXII, p. 483-501. 1895).

(2) H. Potonié : Die floristische Gliederung der deutschen Carbon und Perm (*Abhandl. d. k. preuss. geol. Landesanst.*, Heft 21, 58 p. av. fig., 1896).

fait aucune subdivision dans la flore stéphanienne, moins richement représentée, il est vrai, que dans notre pays.

L'uniformité de composition de la flore sur une grande partie du globe aux diverses phases de la période houillère a d'ailleurs été confirmée une fois de plus, en dehors de l'Europe, par les observations de M. D. White sur les bassins de la région Sud-Ouest du Missouri (1), où il a reconnu exactement les mêmes associations d'espèces que dans la zone supérieure du Pas-de-Calais ou la *Transition Series* d'Angleterre, avec un très petit nombre seulement de formes nouvelles, appartenant aux genres *Sphenopteris*, *Pecopteris* et *Nevropteris*.

J'ai fait moi-même (2) une constatation analogue avec la flore des dépôts houillers des environs d'Héraclée, en Asie Mineure, qui m'a offert le même ensemble d'espèces que l'on rencontre ailleurs sur la limite commune de la zone inférieure et de la zone moyenne du Westphalien : j'y ai rencontré cependant un type générique assez inattendu, une espèce nouvelle du genre *Phyllotheca*, qui n'était connu jusqu'à présent que dans la flore jurassique de l'Europe et de l'Asie, et dans la flore permo-houillère ou permo-triasique de l'Australie ou de l'Inde, et qui paraissait ainsi avoir été, à l'époque paléozoïque, cantonné dans le domaine de la flore à *Glossopteris* ; sa présence au milieu de la flore westphalienne normale constitue donc un fait d'un réel intérêt pour l'histoire de ce type générique, d'autant plus que l'espèce qui le représente à Coslou, *Phyll. Rallii* paraît offrir, par la constitution de ses fructifications, de réelles affinités avec les *Annularia*, desquels Brongniart avait rapproché les *Phyllotheca*. J'ai reconnu en outre à Coslou, dans des faisceaux, les uns plus anciens, les autres plus récents que le faisceau charbonneux principal, d'une part la flore du Culm supérieur, d'autre part celle du Westphalien supérieur, comprenant déjà une proportion appréciable d'espèces stéphaniennes, comme la flore des *Upper Coal Measures* d'Angleterre.

Une flore très analogue à cette dernière a été également observée par M. W. de Lima dans les dépôts houillers de l'Alemtejo en Portugal (3), composée d'espèces stéphaniennes et d'espèces westphaliennes supérieures en nombre presque égal, indiquant nettement le passage de l'un à l'autre des deux grands étages du Houiller.

La flore stéphanienne proprement dite n'a guère donné lieu qu'aux observations que j'ai faites sur les végétaux fossiles des gisements de

(1) D. White : Flora of the outlying carboniferous basins of Southwestern Missouri (*Bull. U. S. Geol. Surv.*, n° 98, 139 p., 5 pl. 1893).

(2) R. Zeiller : Sur la flore des dépôts houillers d'Asie Mineure et sur la présence dans cette flore du genre *Phyllotheca* (*C. R. Ac. Sc.*, CXX, p. 1228-1231; 3 juin 1895).

(3) W. de Lima : Estudo sobre o Carbonico do Alemtejo (*Comm. da Direcção dos trabalh. geol.*, III, fasc. I, 22 p., 1 pl. 1895).

la Rhune et d'Ibantelly (1), dans les Basses-Pyrénées, parmi lesquels j'ai reconnu les formes habituelles de la zone la plus élevée du Houiller, avec une espèce nouvelle d'*Equisetites*, remarquable par la forme spatulée des feuilles qui constituent ses gaines, et l'évasement en entonnoir qui devait en résulter pour celles-ci.

C'est déjà, d'après M. Katzer (2), à la période permienne qu'il faut rapporter la flore des couches de Rossitz en Moravie, dont il a fait une étude monographique détaillée : la présence, dans la couche supérieure, du *Callipteris conferta*, si caractéristique de la flore permienne, ne laisse aucun doute, en effet, pour le classement de cette couche; pour les deux plus inférieures, on peut conserver quelque hésitation, l'absence de figures ne permettant pas de s'assurer, quant à présent, si certaines des espèces citées sont bien les espèces permiennes de ce nom, ou s'il s'agit simplement des espèces houillères décrites trop souvent sous le même nom par suite de synonymie mal entendue; en tout cas la présence du *Walchia piniformis*, invoqué par l'auteur à l'appui de ses conclusions, ne saurait constituer un criterium définitif, cette espèce ayant été, contrairement à ce qu'il admet, rencontrée, dans la Loire et dans le Gard, dans des couches appartenant incontestablement à la formation houillère.

L'attribution des zones de passage est, d'ailleurs, toujours délicate, et en particulier lorsqu'il s'agit des deux époques stéphanienne et permienne, dont la flore présente si peu de différences, presque toutes les espèces de la première ayant passé dans la seconde, et les *Callipteris* étant à peu près le seul type qu'on puisse avec certitude regarder comme exclusivement propre à celle-ci. Aussi la distinction entre l'une et l'autre donne-t-elle souvent lieu à discussion, du moins lorsqu'on se trouve au voisinage de la limite, ainsi qu'en témoignent quelques-uns des travaux dont je vais avoir à parler.

M. Potonié a donné une description complète de la flore des dépôts permiens de la Thuringe (3), au nombre desquels il faut comprendre, sans doute possible, à raison des types caractéristiques qui y ont été recueillis, ceux de Gehren et de Manebach, jadis considérés comme houillers. Il a reconnu dans cette flore plusieurs espèces nouvelles de Sphénoptéridées, de Pécoptéridées et de Névroptéridées auxquelles il n'y a pas lieu de s'arrêter ici, et une intéressante forme de Conifère à petites feuilles planes uninerviées, étalées, *Abietites Zimmermanni*, ainsi que des empreintes sous-corticales appartenant vraisemblablement à des Conifères et pour lesquelles il a créé un nom générique nouveau,

(1) R. Zeiller : Notes sur la flore des gisements houillers de la Rhune et d'Ibantelly (Basses-Pyrénées) (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXIII, p. 482-489, pl. VI. 1895).

(2) F. Katzer : Vorbericht über eine Monographie der fossilen Flora von Rossitz in Mähren (*Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch.*, 1895, n° XXIV, 26 p.).

(3) H. Potonié : Die Flora des Rothliegenden von Thüringen (*Abhandl. k. preuss. Landesanst.*, Heft 9, x-298 p. 34 pl. 1893).

celui d'*Aspidiopsis*. Chacune des espèces décrites est étudiée dans le plus grand détail, avec une discussion critique approfondie de la synonymie, grâce à laquelle sont éclaircis désormais les doutes qui s'étaient élevés sur l'interprétation de certains types, un peu insuffisamment définis jadis par Schlotheim.

M. J. T. Sterzel (1) a étudié, de son côté, la flore du Rothliegende inférieur du Plauensche Grund, près de Dresde, et celle d'Oppenau dans la Forêt Noire. La première, caractérisée par la présence de quelques types permiens non douteux, des *Callipteris* notamment, a fourni à l'auteur certaines formes spécifiques nouvelles de Fougères et de Calamariées; un peu plus haut, des couches appartenant au Rothliegende moyen lui ont offert une flore moins riche, mais d'un caractère permien encore mieux accusé. La flore d'Oppenau présente au contraire une composition quelque peu ambiguë, renfermant surtout des espèces aussi bien houillères que permiennes, et aucun *Callipteris* n'y ayant été rencontré; toutefois la présence du *Nevropteris gleichenioides*, ainsi que de quelques graines particulières, ne permet guère de douter qu'on ait réellement affaire là, comme l'admet l'auteur, au commencement de la formation permienne. Son travail renferme d'intéressants détails sur ce *Nevropteris*, dont les caractères distinctifs avaient été souvent méconnus, et pour lequel il crée un genre nouveau, sous le nom de *Neurocallipteris*, peut-être sans grande nécessité, les particularités qui le distinguent me paraissant être d'ordre plutôt spécifique que générique.

M. Sterzel rapproche la flore d'Oppenau de celle de Commentry, qu'il avait déjà indiquée, dans son étude sur la flore du Plauensche Grund, comme offrant une apparence plutôt permienne que stéphanienne, contrairement à l'avis exprimé par M. Renault et par moi. Par contre, M. Julien (2), s'appuyant sur des considérations géologiques ainsi que sur une comparaison un peu hâtive avec la flore du bassin de la Loire, a attribué à cette même flore de Commentry un âge beaucoup plus ancien que celui que nous lui avions reconnu, et l'a assimilée à celle de la base du système stéphanois. La comparaison détaillée de la flore de Commentry avec celle du Permien inférieur, d'une part, et avec celle des différents faisceaux de Saint-Etienne, d'autre part, m'a permis d'établir (3) que la vérité était entre ces deux

(1) J. T. Sterzel : Die Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden (*Abhandl. math. phys. Cl. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss.*, XIX, 168 p., 13 pl. 1893). — Die Flora des Rothliegenden von Oppenau im badischen Schwarzwalde (*Mitteil. d. Grossherz.-badisch. geol. Landesanst.*, III, p. 261 352, pl. VIII-XI. 1895).

(2) A. Julien : Sur le synchronisme des bassins houillers de Commentry et de Saint-Etienne et sur les conséquences qui en découlent (*C. R. Ac. Sc.*, CXVIII, p. 155-158; 15 janvier 1894).

(3) R. Zeiller : Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXII, p. 252-278. 1894).

opinions et que les couches de Commentry, renfermant un certain nombre d'espèces qui ne se sont pas rencontrées jusqu'ici dans le Permien, n'ayant jamais offert aucun *Callipteris*, mais possédant diverses formes en commun avec les couches permiennes inférieures, devaient être placées, ainsi que nous l'avions annoncé dès le principe, à l'extrême sommet du Stéphanien, sur le seuil, mais en deçà de la limite inférieure du Permien. J'ai montré notamment que quelques-unes des formes invoquées à l'appui de l'attribution à ce dernier terrain, telles que *Tæniopteris jejunata*, *Nevropteris Planchardi*, *Plagiozamites carbonarius*, pouvaient avec d'autant plus de raisons être considérées comme ayant apparu avant la fin de l'époque stéphanienne, qu'elles paraissaient s'élever moins haut dans la formation permienne, et que l'ensemble des documents recueillis en France et en Allemagne, tant géologiques que paléobotaniques, ne permettait de regarder comme vraiment caractéristique de la flore permienne que le seul genre *Callipteris*, avec quelques espèces, telles que *Pecopteris pinnatifida*, *Callipteridium Regina*, *Tæniopteris multinervis*, *Walchia filiciformis*.

C'est donc avec toute raison que M. DE BOSNIASKI (1) considère comme nettement permienne la flore des couches du Monte Pisano, près de Pise, dans lesquelles il a recueilli précisément *Callipteris conferta* et *Tæniopteris multinervis* en abondance, auxquels viennent s'ajouter encore, d'après un travail de M. G. ARCANGELI, qui a donné la liste des espèces de ce gisement et la diagnose de deux ou trois types spécifiques nouveaux (2), quelques autres formes tout aussi caractéristiques, comme *Callipteridium Regina*, *Odontopteris permiensis*, *Walchia filiciformis*, *Ginkgo primigenia*. On ne comprend guère, dès lors, pourquoi M. Arcangeli invoque plus particulièrement à l'appui de ce classement (3) la flore à caractère un peu indécis d'Oppenau, étant donné surtout que les espèces réellement permiennes de ce dernier gisement manquent au Monte Pisano. La seule question qui reste douteuse est de savoir si la flore est permienne dans tout son ensemble, ou seulement en partie, comme le pense M. C. DE STEFANI (4), qui indique la zone inférieure de la Traina comme ne renfermant que des espèces stéphaniennes, et ne considère comme permienne que la flore des zones supérieures, du Monte Vignale.

J'ai reconnu également les caractères de la flore permienne infé-

(1) S. de Bosniaski : Nuove osservazioni sulla flora fossile del Verrucano nel Monte Pisano *(Pr.-verb. Soc. tosc. di sc. nat.*, IX, p. 167-171. 1894).

(2) G. Arcangeli : La collezione del Cav. S. de Bosniaski e le filliti di S. Lorenzo nel M. Pisano *(Bull. Soc. bot. ital.*, 1895, p. 237-246).

(3) G. Arcangeli : La flora del Rothliegenden di Oppenau e le formazioni di S. Lorenzo nel M. Pisano *(Ibid.*, 1896, p. 85-94).

(4) C. de Stefani : La flora Carbonifera e Permiana del Monte Pisano *(Proc.-verb. Soc. tosc. di sc. nat.*, IX, p. 180-184. 1895).

rieure dans les plantes fossiles des couches de Trienbach, en Alsace(1), qui m'ont été communiquées par M. Benecke, et parmi lesquelles se sont trouvés notamment deux *Callipteris*, le *Tæniopteris multinervis* représenté par des formes nombreuses, et le *Walchia filiciformis*; des échantillons remarquablement complets et bien conservés de *Zamites Planchardi* m'ont conduit à créer pour cette espèce et pour celles qui l'avoisinent un genre nouveau, *Plagiozamites*, caractérisé par l'insertion oblique des folioles sur le rachis. Ce caractère, ainsi que la denticulation des bords du limbe, rapproche ce genre des *Nœggerathia*, et comme d'autre part l'affinité avec les véritables *Zamites* ne peut être mise en doute, il m'a paru qu'on devait en conclure au maintien des *Nœggerathia* parmi les Cycadinées, conformément à l'opinion de Brongniart et contrairement à l'avis d'un certain nombre de paléobotanistes qui inclinaient à voir en eux des Fougères.

De tous les travaux récemment publiés sur la flore permienne, le plus important sans contredit est la Deuxième partie de la Flore fossile du bassin d'Autun, dans laquelle M. B. Renault (2) s'est attaché surtout à l'étude des échantillons silicifiés des riches gisements de l'Autunois, dont les principaux appartiennent au Permien inférieur, mais dont une partie, ceux de Polroy et d'Esnost, renferment des débris à structure conservée de la flore du Culm. Les Fougères ayant été étudiées par moi dans la Première partie de l'ouvrage, M. Renault n'y revient que pour ajouter à ce que j'en avais dit la description d'un certain nombre d'échantillons récemment découverts, dont quelques-uns ont servi de base à la création de termes génériques nouveaux : tels sont des pétioles munis d'un faisceau central présentant en coupe transversale la forme d'un x et accompagnés de fructifications composées de sporanges groupés par quatre à six en synangium comme ceux des *Asterotheca*, mais à paroi formée par des cellules dont l'épaisseur va en diminuant graduellement de la région dorsale à la ligne de déhiscence, située vers l'axe du synangium ; ils constituent le genre *Diplolabis*. D'autres pétioles, formant le genre *Dineuron*, présentent un double faisceau figurant en coupe deux c tournés dos à dos. Le genre *Todeopsis* est établi pour des sporanges munis d'une plaque élastique comme ceux des Osmondées, mais qui n'ont été trouvés qu'isolés, de sorte qu'on ignore leur mode de groupement, et que le genre demeure par suite un peu insuffisamment défini. Ces trois formes génériques ont été rencontrées dans le Culm. Les dépôts permiens ont fourni un fragment d'un large épi cylindrique charbonneux, ouvert par des fentes transversales, que l'auteur rattache aux Ophioglossées, sous le nom d'*Ophioglossites antiqua*.

(1) R. Zeiller : Notes sur la flore des couches permiennes de Trienbach (Alsace) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXII, p. 163-182, pl. VIII, IX. 1894).

(2) B. Renault : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Fasc. IV. Flore fossile, 2e partie. Paris. In-4°. Atlas de 62 pl. 1893. — Texte de 578 p. av. 148 fig. et 2 pl. 1896. *(Etudes des gîtes minéraux de la France)*.

Les Botryoptéridées ont fourni, à côté des genres *Zygopteris* et *Botryopteris*, un type nouveau, *Grammatopteris*, dont les pétioles sont pourvus d'un faisceau aplati en forme de barre épaisse; de nouveaux spécimens de *Botryopteris forensis* ont montré des frondes filicoïdes faiblement découpées, vraisemblablement flottantes, chargées de poils articulés équisétiformes, et des amas de fructifications dans lesquels les sporanges externes, demeurant stériles, épaississant fortement leurs parois, et étroitement accolés les uns aux autres, forment autour des sporanges fertiles une enveloppe protectrice continue. M. Renault considère les Botryoptéridées comme un groupe particulier de Cryptogames vasculaires hétérosporées, qui constituerait un trait d'union entre les Fougères et les Rhizocarpées.

Il réunit sous le nom de Calamariées, à raison de leur similitude extérieure, toutes les tiges articulées calamitoïdes ; mais, comme par le passé, il ne rapporte aux Equisétinées que les Calamites non ligneux, les *Annularia* et les *Asterophyllites*, avec des épis sporifères dans quelques-uns desquels il a observé des macrosporanges et des microsporanges juxtaposés. Les Calamites à bois rayonnant, les Calamodendrées, demeurent pour lui des Gymnospermes apparentées aux Gnétacées et constituant un lien entre celles-ci et les Calamariées cryptogames : il y distingue trois genres, *Bornia*, *Arthropitys* et *Calamodendron*, dont le premier, caractérisé par la non-alternance de ses coins ligneux aux articulations, appartient en propre à la flore du Culm. Il a reconnu dans chacun d'eux plusieurs types spécifiques nouveaux, les différentes espèces se distinguant d'abord par le mode d'ornementation de leurs trachéides, tantôt rayées, tantôt ponctuées, puis par la largeur relative et le plus ou moins de hauteur des rayons médullaires. Les *Astromyelon*, considérés il y a peu d'années encore comme un genre à part, ont été trouvés par lui en rapport direct avec des tiges d'*Arthropitys*, et ne sont autre chose que les racines de ceux-ci ; quelques-uns d'entre eux cependant lui ont paru, à raison de la constitution de leurs coins ligneux, représenter plutôt des sortes de stolons, à structure intermédiaire entre celle des tiges et celle des racines. Les *Calamodendron* lui ont offert également des organes de même nature. Il a rapporté aux *Calamodendron* et aux *Arthropitys*, sous les noms de *Calamodendrostachys* et *Arthropityostachys*, des épis à verticilles alternants de bractées stériles et de bractées fertiles, ces dernières portant chacune quatre sacs remplis de petits grains groupés en tétrades, qui lui paraissent devoir être regardés comme des grains de pollen plutôt que comme des spores. Un autre échantillon, malheureusement très incomplet, et qui n'a pu fournir qu'une coupe longitudinale, *Arthropityostachys Williamsonis*, représenterait un épi femelle, formé d'un fragment d'axe articulé, le long duquel se trouvent des bractées détachées, qui semblent en rapport avec lui et entre lesquelles sont intercalées des graines, du genre *Gnetopsis*, dont quelques-unes

paraissent soudées à leur face ventrale. L'observation serait capitale si la structure de l'axe avait pu être reconnue, et si d'autre part les relations des bractées avec l'axe d'une part, et avec les graines de l'autre, étaient plus évidentes; mais on peut se demander, en l'absence de coupe transversale, s'il s'agit bien là d'un axe de Calamodendrée, et si les bractées, dont l'espacement ne paraît pas très bien concorder avec celui des articulations, ont réellement appartenu à cet axe. On verra d'ailleurs plus loin que les observations de MM. Williamson et Scott laissent désormais peu de doute sur l'attribution des Calamodendrées aux Equisétinées.

Quant aux Sphénophyllées, que M. Renault avait rapprochées jadis des Salviniées, et qu'il regarde aujourd'hui comme constituant une classe à part de Cryptogames vasculaires, j'indiquerai, en parlant de ce groupe de plantes, les quelques observations nouvelles dont elles ont été l'objet de sa part.

Les *Lepidodendron*, qu'il range seuls, à l'exclusion des Sigillaires, dans la classe des Lycopodinées, lui ont fourni deux espèces nouvelles, *Lep. Baylei* et *Lep. esnostense*, provenant du Culm, et dont les tiges ne présentent que du bois primaire centripète ; il a pu, sur la seconde, étudier la structure des feuilles, parcourues par un faisceau libéroligneux concentrique entouré d'une gaine de tissu aquifère, et observer dans certaines macrospores le prothalle femelle, offrant à sa partie supérieure un archégone dont le col s'engageait dans le bec saillant auquel correspond l'orifice de la macrospore.

Les Sigillariées sont divisées par M. Renault en deux groupes, Sigillaires cannelées et Sigillaires à écorce lisse, comprenant chacun deux genres, conformément à la nomenclature ancienne, division sur laquelle je reviendrai du reste plus loin. La seconde, avec les types génériques *Clathraria* et *Leiodermaria*, est représentée dans le Permien d'Autun par les échantillons silicifiés bien connus, grâce auxquels on a pu constater la présence dans ces tiges d'un cylindre ligneux diploxylé, formé d'une couronne interne de faisceaux primaires centripètes et d'un anneau externe de bois secondaire centrifuge : la même structure s'est retrouvée sur un *Stigmaria*, que l'auteur regarde comme appartenant au *Sigillaria Brardi*, et aux appendices duquel correspondent des cordons diploxylés, dont la structure est celle de cordons foliaires, ce qui conduit à y voir un rhizôme véritable et non une racine, conformément à l'opinion émise depuis longtemps par l'auteur. Par contre, l'étude des feuilles aériennes l'amène à regarder aujourd'hui comme une gaine de cellules vasiformes à éléments rayonnants les éléments qu'il avait décrits antérieurement comme bois secondaire centrifuge; le cordon foliaire, muni d'un liber concentrique dans la feuille, ne serait diploxylé que dans son parcours à travers la tige. M. Renault regarde, finalement, les Sigillaires à écorce lisse comme se rapprochant des Cycadées, tandis que les Sigillaires cannelées,

plus anciennes, avec leurs épis à macrospores, pourraient seules être rattachées aux Cryptogames.

Le genre *Heterangium*, dans lequel il classe aujourd'hui les petites tiges décrites jadis par lui comme *Lycopodium Renaulti* et *Lyc. punctatum*, occuperait une position intermédiaire entre les Cryptogames et les Poroxylées, lesquelles seraient des Gymnospermes inférieures, moins éloignées des Cryptogames que ne le sont les Cycadées. Les *Dolerophyllum* représenteraient de même un type de transition, avec des faisceaux foliaires diploxylés, et des organes mâles constitués par de gros grains de pollen renfermés dans des logettes tubuleuses creusées dans le parenchyme de feuilles transformées : l'intine de ces grains, que M. Renault désigne sous le nom de *prépollinie*, sortait, à ce qu'il semble, tout entière de son enveloppe, et l'on retrouve, dans la chambre pollinique de certaines graines du genre *Ætheotesta*, des prépollinies semblables, dont l'auteur se demande si elles n'auraient pas donné naissance à des anthérozoïdes plutôt qu'à des tubes polliniques, réalisant ainsi un mode de fécondation intermédiaire entre celui des Cryptogames et celui des Gymnospermes.

Il groupe ensuite, sous le nom de Cycadoxylées, d'une part des empreintes de frondes de Cycadinées, comme le *Sphenozamites Rochei* et un *Pterophyllum* nouveau, *Pt. Cambrayi*, d'autre part une série de tiges dont la structure indique des affinités cycadéennes, comprenant d'abord les *Cycadoxylon*, puis les Médullosées avec les deux genres *Medullosa* et *Colpoxylon*, et un genre nouveau, *Ptychoxylon*, à cylindre ligneux formé d'une bande sinueuse discontinue de bois centrifuge émettant des cordons foliaires diploxylés. Ecartant l'idée d'une liaison entre les tiges des Médullosées et les *Myeloxylon*, reconnus par lui pour des pétioles de Fougères marattioïdes, il est porté à penser que les *Titanophyllum*, observés à Commentry, pourraient bien représenter les feuilles des *Colpoxylon*, auxquels il rattacherait, d'autre part, le *Medullosa Leuckarti*. Enfin, il rapproche des inflorescences de Zamiées, tout en le rangeant dans le genre *Cycadospadix*, établi pour des carpophylles de *Cycas*, un type nouveau de fructifications trouvé dans les schistes permiens de Millery, *Cycadospadix Milleryensis*, constitué par des axes garnis de bractées baciniées portant chacune deux petites graines à leur base.

Les Cordaïtées sont représentées par des feuilles, des bourgeons et des bois, dont l'un constitue une espèce nouvelle de *Cordaixylon*.

Parmi les Conifères, il faut citer de nouvelles formes spécifiques, appartenant l'une au genre *Walchia*, l'autre au genre *Trichopitys*, un intéressant fragment de rameau à feuilles aciculaires rappelant les Abiétinées, *Pinites permiensis*, et une inflorescence, *Antholithus permiensis*, composée d'un axe portant à droite et à gauche des sortes de capitules pédonculés, qui semble singulièrement voisine du *Schützia anomala* du Permien de l'Allemagne, dont l'interprétation, du reste,

est toujours demeurée incertaine. Je mentionnerai en outre des bois à structure conservée, un *Cedroxylon*, offrant les caractères de nos bois d'Abiétinées, le plus ancien représentant de ce type qui ait encore été observé, et deux genres nouveaux, *Hapaloxylon*, à trachéides ponctuées généralement dépouillées de leurs ponctuations par le travail bactérien, à liber formé de couches alternantes de tubes grillagés et de cellules libériennes, et *Retinodendron*, à liber très épais, dans lequel des zones de canaux résineux alternent avec des zones de cellules sclérifiées.

Enfin les gisements d'Autun ont fourni un grand nombre de graines silicifiées, appartenant aux types génériques étudiés par Brongniart, et parmi lesquelles on remarque surtout les *Codonospermum*, munis à leur partie inférieure d'une chambre à air, destinée vraisemblablement à jouer le rôle de flotteur.

M. Renault insiste spécialement dans son travail sur la présence, dans un grand nombre des types qu'il a étudiés, d'un double bois, bois centripète et bois centrifuge, le premier constituant pour lui un caractère cryptogamique, et le second un caractère phanérogamique, de telle sorte que les tiges qui en sont munies formeraient une chaîne presque continue, allant des Cryptogames aux Phanérogames : le bois phanérogamique aurait apparu d'abord dans le rhizôme, puis dans la tige, pour s'étendre ensuite à la portion caulinaire du cordon foliaire et enfin à la feuille elle-même, et la disparition graduelle du bois cryptogamique se serait accomplie dans le même ordre. On ne saurait oublier toutefois que les *Botrychium* et les *Helminthostachys*, pour avoir un bois secondaire centrifuge, n'en sont pas moins des Cryptogames, et que presque tous les paléobotanistes sont aujourd'hui d'accord pour regarder les Calamodendrées comme cryptogames : il ne semble donc pas qu'il y ait toujours corrélation entre les caractères des organes reproducteurs et ceux de l'appareil libéroligneux, et l'on ne peut en conséquence, à mon avis, adhérer sans réserve à cette classification en série, quelque séduisante qu'elle puisse paraître.

On sait que, pendant que notre flore stéphanienne et permienne peuplait, avec une composition remarquablement uniforme, l'Europe, l'Amérique du Nord, la plus grande partie de l'Asie et une partie de l'Afrique, les régions australo-indienne et austro-africaine étaient occupées par une flore d'aspect tout différent, beaucoup moins riche, dépourvue de nos grandes Lycopodinées arborescentes, et caractérisée surtout par deux types génériques de Fougères à frondes simples, à nervation anastomosée, *Gangamopteris* et *Glossopteris*, d'où le nom de « flore à *Glossopteris* » sous lequel on la désigne habituellement. M. F. Kurtz a reconnu dans la République Argentine (1), dans la

(1) F. Kurtz : Contribuciones à la palæophytologia Argentina, II. (*Rev. del Museo de la Plata*, VI, p. 123-137, 4 pl. 1894).

province de San Luis, la présence d'un certain nombre de types de cette flore, entr'autres *Gangamopteris cyclopteroides* et *Nevropteridium validum*, identiques à ceux qu'on trouve à la partie inférieure du système indien de Gondwana, d'où il ressort que cette flore à *Glossopteris* s'est étendue également dans l'Amérique du Sud.

J'ai moi-même retrouvé le *Gangamopteris cyclopteroides* dans des échantillons provenant des mines de charbon du Brésil méridional, de Rio Grande do Sul (1), mais associé à des types de notre flore houillère normale, tels que *Lepidodendron*, *Lepidophloios*, et spores de Lycopodinées, peut-être de Sigillaires. Une telle association, qui n'avait encore été observée nulle part, prouve qu'à l'époque où se sont formés ces dépôts, la région méridionale du Brésil marquait le contact des deux grandes provinces botaniques entre lesquelles se partageait alors la végétation de notre globe. Elle a permis en outre, en tenant compte de la présence dans les mêmes dépôts de certains types de Fougères, du genre *Odontopteris*, affines à nos formes permiennes, de paralléliser avec notre Permien inférieur ces couches charbonneuses de Rio Grande do Sul, et, avec elles, celles de la République Argentine et celles de l'Inde et de l'Australie dans lesquelles se montrent ces mêmes *Gangamopteris*, couches dont l'âge avait donné lieu à de longues discussions, et que les géologues locaux considéraient comme appartenant à la partie la plus élevée du Houiller ou à la base du Permien ; les déterminations stratigraphiques et paléontologiques se sont ainsi confirmées mutuellement, et l'on se trouve désormais en possession d'un repère certain pour l'évaluation de l'âge des étages superposés aux couches à *Gangamopteris*. Comme nos formations permiennes, les formations charbonneuses du Brésil méridional renferment de nombreux bois fossiles, dont l'un m'a offert un type nouveau, *Dadoxylon Pedroi*, se rapprochant des bois de Cordaïtes par la constitution de son anneau ligneux, mais caractérisé par sa moelle continue, parcourue par de nombreux canaux sécréteurs comme celle des Cycadées, et munie de trois protubérances longitudinales qui paraissent correspondre aux séries foliaires ; j'ai observé en outre, dans les rayons médullaires de ce bois, de nombreuses Bactéries coccoïdes, qui ne semblent pas différer de celles que M. Renault a désignées sous le nom de *Micrococcus hymenophagus*.

Des associations semblables à celle que j'avais constatée dans les échantillons brésiliens ont été, d'ailleurs, observées peu après dans la République Argentine par MM. Bodenbender et Kurtz, qui ont découvert (2) des *Glossopteris* dans les couches de la Sierra de los

(1) R. Zeiller : Sur quelques empreintes végétales des gisements houillers du Brésil méridional (*C. R. Ac. Sc.*, CXXI, p. 961-964, 16 déc. 1895). — Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXIII, p. 601-629, pl. VIII-X, 1896).

(2) F. Kurtz : Recent discoveries of fossil plants in Argentina (*Geol. Magaz.*, 1896, p. 446-449).

Llanos, province de la Rioja, et, en mélange avec eux et avec le *Nevropteridium validum*, deux espèces de *Lepidodendron*. A Trapiche, dans la même province, ils ont retrouvé le *Lepidophloios laricinus* associé au *Nevropteridium validum*. Ces gisements sont, d'ailleurs, à peu près à la même latitude que ceux du Brésil, et un peu plus au nord que ceux de la province de San Luis, qui, à raison sans doute de leur plus grand éloignement de la limite commune des deux provinces, à *Glossopteris*, et à Lépidodendrées, n'ont pas offert jusqu'ici de traces de ces dernières.

La découverte, dans ces couches permiennes de la République Argentine, d'un type particulier de Salisburiées, *Rhipidopsis ginkgoides*, que Schmalhausen avait observé dans des couches de la vallée de la Petschora, classées par lui comme jurassiques d'après la constitution de leur flore, m'a conduit à examiner et à discuter (1) la détermination à laquelle il s'était arrêté pour les flores fossiles de l'Altaï, de la Tongouska inférieure et de la Petschora ; j'ai pu montrer que les principaux types de ces trois gisements, à en juger par les figures qu'il en a données, paraissaient extrêmement voisins de certaines formes de notre flore houillère et permienne, que notamment les *Rhiptozamites* ne semblaient être autre chose que des Cordaïtes, et qu'il fallait considérer comme permienne et non comme jurassique la flore de la Petschora, ainsi sans doute que celle de la Tongouska et celle de l'Altaï, des échantillons rapportés à l'Ecole des Mines paraissant d'ailleurs indiquer la présence de Lépidodendrées dans cette dernière et venant ainsi à l'appui de cette conclusion : l'étude de matériaux plus complets me paraît toutefois nécessaire pour trancher définitivement la question.

Dans tous les cas, la présence, dans les couches indiennes à *Glossopteris*, de types étroitement alliés à ceux de la flore paléozoïque de type normal, tels, entr'autres, que certaines Fougères et que le *Sphenophyllum speciosum*, jointe aux associations que j'ai observées dans les couches rhétiennes du Tonkin, de formes de la flore européenne et de types à la flore à *Glossopteris*, me donne lieu de penser que la région sud-asiatique confinait à la fois aux deux grandes provinces botaniques dont j'ai parlé tout à l'heure, et dont la limite commune devait traverser l'Amérique du Sud non loin du 30me parallèle,

En Afrique, j'ai pu constater, sur une série d'échantillons recueillis près de Johannesburg (2) et renfermant principalement des *Glossopteris*,

(1) R. Zeiller : Remarques sur la flore fossile de l'Altaï à propos des dernières découvertes paléobotaniques de MM. Bodenbender et Kurtz *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXIV, p. 466-487. 1896).

(2) R. Zeiller : Etude sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebraria* et *Glossopteris*, des environs de Johannesburg (Transvaal) *(Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXIV, p. 349-378, pl. XV-XVIII. 1896).

avec des *Nœggerathiopsis*, que la flore à *Glossopteris*, déjà reconnue dans la région du Cap et de Natal, s'était étendue vers le nord jusqu'au Transvaal avec sa composition ordinaire. Les échantillons recueillis dans le bassin du Zambèze, non loin de Tete, m'ayant offert, d'autre part, les types habituels de notre flore stéphanienne, il était à présumer que la limite des deux provinces n'avait pas dû être très éloignée, vers le nord, de la région du Transvaal. C'est ce qu'a établi la découverte faite par M. Seward (1) sur des échantillons provenant des environs de Johannesburg, d'empreintes de *Sigillaria Brardi* associées à des *Glossopteris* et à des *Gangamopteris*.

Nos connaissances sur la géographie botanique de la fin des temps primaires ont ainsi fait, dans ces quatre dernières années, des progrès d'une réelle importance.

B — *Etudes spéciales des groupes de végétaux paléozoïques.*

La comparaison de divers types de frondes de Fougères paléozoïques a conduit M. Potonié (2) à penser que la ramification pinnée régulière de la plupart des frondes de Fougères dérivait, phylogénétiquement, de la ramification dichotome : il regarde notamment les frondes à pennes décurrentes, telles que celles des *Callipteris* et des *Callipteridium*, comme constituées par les dichotomies successives d'un axe garni, soit de pinnules, soit de pennes simplement pinnées, l'une des branches, alternativement à droite et à gauche, demeurant prédominante et continuant à se diviser, constituant ainsi l'axe principal, et l'autre ne constituant chaque fois qu'une penne ; c'est l'interprétation que j'avais proposée, dans la Flore de Commentry, à propos du *Callipteridium pteridium*. M. Potonié voit un acheminement vers la disposition pinnée normale dans les modifications graduelles que présentent les pennes primaires des *Palmatopteris*, les plus inférieures divisées en deux branches presque égales, et la branche inférieure allant, sur les suivantes, en diminuant peu à peu d'importance, jusqu'à ne plus se distinguer sensiblement des segments de la branche supérieure, dont elle paraît alors constituer le segment inférieur ou catadrome. Une disposition analogue, mais moins accentuée, se retrouve chez la plupart des Fougères houillères, le segment basilaire de chaque penne, le plus développé en général, y étant dirigé du côté inférieur, contrairement à ce qui a lieu chez presque toutes les Fougères vivantes, où le premier segment de chaque penne est anadrome, c'est-à-dire dirigé du côté supérieur.

(1) A.-C. Seward : Note on some fossil plants from South Africa (*Geol. Magaz.*, 1896, p. 519).

(2) H. Potonié : Die Beziehung zwischen dem echt-gabeligen und dem fiederigen Wedel-Aufbau der Farne (*Ber. deutsch. bot. Gesellsch.*, XIII, p. 244-257, 3 fig., 1895).

M. Potonié s'est préoccupé, d'autre part (1), d'établir de nouvelles coupes dans le genre *Sphenopteris*, devenu de plus en plus touffu : il propose le terme générique d'*Ovopteris* pour les espèces dont les segments affectent un contour ovale, avec une base plus ou moins décurrente, souvent pécoptéroïde, comme le *Sphen. chærophyllloides* ou le *Sph. cristata* : il groupe d'autre part, sous le nom d'*Heteropteris*, auquel il a substitué ensuite celui d'*Alloiopteris* pour éviter un double emploi, les espèces à pinnules dyssymétriques, à base échancrée en avant ou pécoptéroïde, du type du *Sphen. Essinghi*. Il a créé également un nom nouveau, celui de *Neurodontopteris*, pour les Névroptéridées à pinnules passant du type névroptéroïde au type odontoptéroïde, comme le *Nevr. auriculata* ou le *Nevr. gleichenioides* : ce genre paraît devoir comprendre surtout des formes permiennes.

Un autre genre nouveau a été établi par M. Kurtz (2), sous le nom de *Botrychiopsis*, pour une Fougère du Culm de la République Argentine, du groupe des Cardioptéridées, à pinnules profondément trilobées, à lobe terminal élargi et échancré au sommet, rappelant un peu, par la forme et la nervation, certains *Botrychium*.

M. D. White a fait connaître (3), sous le nom de *Tæniopteris missouriensis*, une intéressante espèce de Fougère du Houiller du Missouri, à pennes rubanées, d'abord contractées à leur base, puis décurrentes, qui paraît établir un lien entre les *Alethopteris* et les *Tæniopteris* et se rapprocher en même temps des *Desmopteris*; M. White est porté à voir dans les *Megalopteris* dévoniens la souche commune de ces différentes formes, Ténioptéridées et Aléthoptéridées, et à rattacher en outre les *Megalopteris* et les Névroptéridées et Odontoptéridées à une même origine, tous ces types lui paraissant être des Fougères eusporangiées, desquelles seraient descendues les Marattiacées actuelles.

L'étude des échantillons de Johannesburg dont j'ai parlé plus haut m'a permis de résoudre un problème pendant depuis cinquante ans, celui de l'attribution des *Vertebraria* (4), ce type énigmatique de la flore à *Glossopteris*, qu'on avait fini par rattacher provisoirement aux Equisétinées, après avoir proposé pour lui d'autres interprétations encore moins acceptables. Son association à peu près exclusive avec des frondes de *Glossopteris* m'ayant donné à penser qu'il pouvait en représenter le rhizôme, j'ai montré que sa constitution extérieure, avec un axe central muni d'ailes longitudinales anastomosées de distance en distance, n'avait rien d'incompatible avec cette attribution, et pouvait

(1) H. Potonié : Die Flora des Rothliegenden von Thüringen (*loc. cit.*).

(2) F. Kurtz : Contribuciones à la palæophytologia Argentina, I (*Rev. del Museo de La Plata*, VI, p. 117-122, 1 pl. 1894).

(3) D. White : A new tæniopteroid fern and its allies (*Bull. Geol. Soc. America*, IV, p. 119-132, pl. I. 1893).

(4) R. Zeiller : Etude sur quelques plantes fossiles, en particulier *Vertebraria* et *Glossopteris*, des environs de Johannesburg (Transvaal) (*loc. cit.*).

être au contraire comparée à celle du rhizôme du *Struthiopteris germanica*. J'ai, d'ailleurs, réussi à trouver des frondes de *Gloss. Browniana* encore attachées à quelques-uns de ces *Vertebraria*, et le fait a été tout récemment confirmé par la découverte, dans l'Inde, d'une touffe de feuilles de la même espèce, fixées à l'extrémité d'un rhizôme semblable (1). J'ai établi en même temps que ces rhizômes avaient dû porter également des feuilles écailleuses de petite taille, celles-ci se retrouvant en empreintes avec la nervation caractéristique des *Glossopteris*.

Il semble d'ailleurs que tous les *Glossopteris* n'aient pas eu pour rhizômes des *Vertebraria*, les frondes d'une espèce australienne, affine au *Gloss. linearis* et au *Gl. Clarkei*, ayant été trouvées par M. R. Etheridge jun. (2) attachées à des tiges ou des rhizômes d'un aspect tout différent, sans plis longitudinaux ni transversaux, mais à surface marquée de cicatrices foliaires transversales très rapprochées.

Les difficultés qui se présentent avec les empreintes lorsqu'on a affaire à des organes, rhizômes ou pétioles, dépourvus des feuilles auxquelles ils servaient de supports, se retrouvent avec certains échantillons à structure conservée, lorsqu'on y rencontre des caractères ambigus ne permettant pas une attribution certaine, ou, ce qui est pis encore, des associations de caractères conduisant à des appréciations divergentes. C'est ce qui a lieu pour le plus grand nombre des types dont il va être question, et qu'il convient de passer en revue à la suite des Fougères, à raison des liens qu'une partie au moins d'entre eux paraissent avoir avec elles.

M. Th. Hick a repris (3) l'étude du *Rachiopteris cylindrica*, du Houiller inférieur d'Halifax, décrit jadis par Williamson, et y a observé une ramification dichotome en branches tantôt égales et tantôt inégales : le faisceau libéroligneux concentrique qui en occupe l'axe est uniquement formé de bois primaire dont les éléments les plus fins sont situés au centre, ce qui semble peu compatible avec l'attribution aux Lycopodinées, et se concilierait mieux avec les Fougères, l'incertitude n'étant qu'entre ces deux classes. La question demeure néanmoins pendante, et des échantillons plus complets seront nécessaires pour la résoudre.

M. A.-C. Seward a décrit (4) sous le nom de *Rachiopteris William-*

(1) R. D. Oldham : On a plant of Glossopteris with part of the rhizome attached, and on the structure of Vertebraria (*Rec. Geol. Surv. of India*, XXX, p. 45-50, pl. III-V. 1897).

(2) R. Etheridge : On the mode of attachment of the leaves or fronds to the caudex in Glossopteris, with remarks on the relation of the genus to its allies (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, IX, p. 228-258. pl. XVIII, XIX. 1894).

(3) T. Hick : On Rachiopteris cylindrica, Will. (*Mem. and Proc. Manchester lit. and phil. Soc.*, XLI, p. 1-14, pl. I. 1896).

(4) A.-C. Seward : On Rachiopteris Williamsoni sp. nov., a new fern from the Coal-Measures (*Ann. of Bot.*, VIII, p. 207-218, pl. XIII. 1894).

soni, en lerapportant aux Fougères, un pétiole qui présente en coupe l'aspect des *Myeloxylon*, mais qui s'en distingue par ses faisceaux concentriques et se rapproche des pétioles des *Angiopteris*. Chez les *Myeloxylon* (1), les faisceaux sont collatéraux et le protoxylème y est placé sur le côté tourné vers le liber, disposition conforme à ce qu'on observe chez les Cycadées ; l'auteur ne considère pas, du reste, la connexion signalée par M. Renault entre les *Alethopteris* et les *Myeloxylon* comme un argument définitif en faveur de l'attribution de ceux-ci aux Fougères, les organes fructificateurs des *Alethopteris* demeurant inconnus : il regarde les *Myeloxylon* comme représentant un type intermédiaire entre les Fougères et les Cycadinées, mais plus voisin de ces dernières.

M. Sterzel, reprenant un travail commencé par M. O. Weber et resté inachevé (2), a fait faire un pas important à nos connaissances sur ces *Myeloxylon* en même temps que sur les *Medullosa*, en apportant la preuve d'un fait qu'avaient simplement annoncé Schenk et M. le Comte de Solms-Laubach, et que quelques paléobotanistes hésitaient à admettre, à savoir que les *Myeloxylon* dépendaient des *Medullosa* et représentaient les pétioles issus de ces tiges : les figures publiées par MM. Weber et Sterzel ne laissent, notamment, place à aucun doute sur la connexion directe du *Myel. Landrioti* avec le *Med. Leuckarti*. Les diverses espèces de *Medullosa* étudiées dans cet important travail sont constituées de même, présentant dans leur région centrale des stèles de petit diamètre, entourées d'un ou plusieurs cercles concentriques de stèles plus développées, aplaties ou sinueuses, s'anastomosant çà et là mutuellement de manière à rappeler la disposition des stèles des Fougères arborescents du genre *Psaronius*. Toutes ces stèles possèdent une moelle centrale, renfermant des groupes plus ou moins nombreux de trachéides primaires, rayées ou spiralées, et entourées d'un bois secondaire centrifuge, formé de trachéides à ponctuations aréolées avec de larges rayons médullaires. Sur les stèles périphériques, ce bois acquiert souvent, du moins du côté externe, un développement considérable, chez certains échantillons de *Med. stellata* en particulier, où il se montre formé de plusieurs zones concentriques ayant chacune leur liber, comme chez les *Cycas*. Les faisceaux foliaires paraissent prendre naissance dans la moelle des stèles périphériques, et s'y rattacher aux faisceaux de bois primaire. M. Sterzel regarde, ainsi que M. Seward, les *Myeloxylon* comme présentant, aussi bien que les *Medullosa* eux-mêmes, plus d'affinités avec les Cycadées qu'avec les Fougères et il est porté à voir dans les Médullosées un type intermé-

(1) A.-C. Seward : On the genus Myeloxylon (Brong.) (*Ann. of Bot.*, VII, p. 1-20, pl. I, II. 1893).

(2) Beiträge zur Kenntniss der Medulloseæ. Nach Mitteilungen und älteren Abbildungen von O. Weber nachträglich bearbeitet von Dr J. T. Sterzel (*XIII. Ber. d. naturwiss. Gesellsch. zu Chemnitz*, p. 44-143, pl. I-IX. 1896).

diaire entre les unes et les autres. Des frondes filicoïdes, du *Callipteris* notamment, ont seules été trouvées associées à ces tiges dans des conditions permettant de croire à une relation entre elles, mais aucune n'était attachée. M. Sterzel se demande si les *Callipteris*, et avec eux les *Alethopteris*, les *Odontopteris* et les *Nevropteris*, ne seraient pas des frondes de Cycadées à port filicoïde plutôt que des Fougères, l'absence de fructifications lui paraissant autoriser une telle supposition.

MM. Williamson et Scott sont arrivés à des conclusions tout à fait analogues à l'égard des deux genres *Lyginodendron* et *Heterangium*, dont ils ont repris l'étude en grand détail (1). Le *Lyginodendron Oldhamium* possède autour de sa moelle des faisceaux libéroligneux collatéraux, qui, à leur sortie de la tige, deviennent concentriques et se divisent en deux branches jumelles; leur disposition rappelle ce qu'on observe dans le genre *Osmunda;* mais le protoxylème y est situé au voisinage du bord externe du faisceau, comme chez les Cycadées, disposition pour laquelle les auteurs proposent la dénomination de *mésoxylique*. En outre, sauf dans les tiges très jeunes, des coins de bois secondaire rayonnant, formé de trachéides ponctuées à ponctuations pluriséries, sont accolés au bord externe de ces faisceaux de bois primaire; mais on ne retrouve dans le pétiole aucune trace de ce bois secondaire. Ces pétioles sont ceux qui avaient été décrits sous le nom de *Rachiopteris aspera*; leurs ramifications portent de petites folioles sphénoptéroïdes, semblables à celles du *Sphenopteris Hœninghausi*, et constituées au point de vue anatomique comme le sont habituellement les pinnules de Fougères. L'écorce de la tige offre la structure de *Dictyoxylon*. Le *Kaloxylon Hookeri* a été en outre reconnu par MM. Williamson et Scott, en même temps que par M. Hick (2), pour la racine du *Lyginodendron Oldhamium*.

Dans le genre *Heterangium*, les échantillons jeunes montrent une stèle centrale formée de bois primaire, composé de trachéides ponctuées et de parenchyme conjonctif, à la périphérie de laquelle on distingue des faisceaux collatéraux, à structure mésoxylique, qui sont en continuité avec les faisceaux foliaires, et qui deviennent concentriques à leur sortie de la tige comme ceux des *Lyginodendron*, mais ne se dédoublent pas. Cette stèle offre, en somme, dans sa structure, une ressemblance marquée avec celle d'une Fougère monostélique du type des *Gleichenia*; mais les tiges plus âgées sont pourvues, autour du bois primaire, d'un bois secondaire rayonnant formé de trachéides à ponctuations aréolées. L'écorce et les racines sont constituées sur le même type que celles des *Lyginodendron*. Les pétioles portent des folioles

(1) W.-C. Williamson and D.-H. Scott : Further observations on the organization of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. III. Lyginodendron and Heterangium (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Vol. 186 B, p. 703-779, pl. 18-29. 1896).

(2) T. Hick : On Kaloxylon Hookeri, Will., and Lyginodendron Oldhamium, Will. (*Mem. and Proc. Manchester lit. and phil. Soc.*, IX, p. 109-116. pl. II, 1895).

très découpées, sphénoptéroïdes, contre lesquelles, dans certaines préparations, ont été trouvés appliqués un ou deux sporanges de Fougères, sans qu'on pût établir, malheureusement, s'il y avait ou non liaison entre les uns et les autres. Sur aucun échantillon, quel qu'en fût l'âge, on n'a, d'ailleurs, trouvé le moindre indice de cônes ou d'épis fructificateurs.

Les auteurs considèrent ces deux genres comme appartenant à un groupe de plantes à frondes filicoïdes qu'il leur paraît naturel de placer sur les confins des Fougères et des Cycadées : les *Heterangium*, plus anciens, seraient plus voisins des Fougères que les *Lyginodendron*, qui marqueraient un pas de plus dans la direction des Cycadées.

Un autre type remarquable est le *Protopitys Buchiana*, du Culm de Falkenberg, qui a été étudié à nouveau par M. le comte de Solms-Laubach (1) : il y a reconnu une stèle centrale affectant la forme d'une ellipse très aplatie, composée d'une large moelle entourée d'un anneau continu de bois primaire formé de trachéides rayées ; très mince sur la plus grande partie du pourtour, cet anneau s'épaissit au voisinage des extrémités du grand axe, près de chacune desquelles il paraît comprendre deux groupes de protoxylème; des pétioles se détachaient, alternativement à droite et à gauche, de ces extrémités du grand axe de l'ellipse et se divisaient presque aussitôt en deux branches. Une couche épaisse de bois secondaire, formé de trachéides aréolées à aréoles allongées, avec de nombreux rayons médullaires non reliés à la moelle centrale, enveloppe de toutes part le bois primaire et rend à la tige un contour circulaire à peu près régulier. M. de Solms considère ce type comme représentant un groupe particulier, auquel il donne le nom de *Protopityées*, et qui ne lui semble pouvoir être rapproché que des Lyginodendrées.

Le même auteur a repris l'examen des échantillons à structure conservée du Culm inférieur de Saalfeld en Thuringe (2), sur lesquels Unger avait jadis établi toute une série de types génériques nouveaux, dont l'interprétation était demeurée des plus incertaines; bien que ces échantillons, qui sont phosphatisés et non silicifiés, n'offrent pas toujours une conservation parfaite, M. de Solms a reconnu que les genres *Haplocalamus*, *Kalymma*, *Calamopteris*, *Calamosyrinx*, *Sparganum*, *Megalorachis*, *Stephanida*, *Periastron*, *Syncardia*, *Hierogramma*, *Pterodictyon*, *Mesonevron*, *Aphyllum* et *Arctopodium*, ne représentent, les uns comme les autres, que des pétioles ou des rhizomes de Filicinées, ou des portions de zones corticales de ces organes, et il les a tous

(1) H. Graf zu Solms-Laubach : Ueber die in den Kalksteinen des Kulm von Glätzisch-Falkenberg in Schlesien enthaltenen Structur bietenden Pflanzenreste. II. Abhandlung (*Botan. Zeitung*, 1893, p. 197-210, pl. VI, VII).

(2) H. Graf zu Solms Laubach : Ueber die seinerzeit von Unger beschriebenen strukturbietenden Pflauzenreste des Unterculm von Saalfeld in Thüringen (*Abhandl. d. k. preuss. geol. Landesänstalt*, Heft 23, 100 p., 5 pl. 1896).

classés dans le groupe des *Rachiopteris*. Un type remarquable est celui des Cladoxylées, représenté par les deux genres *Cladoxylon* et *Schizoxylon*, dont le second doit rentrer dans le premier : ce sont des axes polystéliques, dont les stèles présentent en coupe transversale des sections tantôt arrondies ou elliptiques, tantôt aplaties en ruban; sur quelques échantillons jeunes, elles sont uniquement formées de bois primaire et affectent un aspect identique, ou à peu près, à celles des *Arctopodium;* mais le plus souvent elles sont pourvues sur tout ou partie de leur pourtour d'un bois secondaire rayonnant formé de trachéides rayées avec quelques minces rayons médullaires, et elles se rapprochent ainsi des Médullosées. L'un des échantillons étudiés s'est trouvé muni d'un rameau latéral, dont le faisceau, en forme de barre plate relevée de deux saillies, avec liber concentrique, offre la constitution normale d'un pétiole de Fougère. Il reste à savoir si les *Cladoxylon* représentent des tiges ou seulement de gros pétioles, bien que la première interprétation soit la plus vraisemblable.

Avec les Calamopityées, représentées par le *Calamopitys Saturni*, et auxquelles M. de Solms rattache le *Stigmaria annularis* d'Unger, on a affaire à des tiges dont l'axe se montre constitué par une moelle centrale, entourée d'une zone irrégulière de bois primaire dans laquelle on distingue plusieurs groupes d'éléments plus fins, représentant le protoxylème, et qui est elle-même entourée d'un anneau assez large de bois secondaire rayonnant, à trachéides ponctuées et à rayons médullaires composés. De cet axe partent des faisceaux libéroligneux concentriques, qui se divisent d'abord en deux, puis en plusieurs branches pour pénétrer dans les pétioles; ceux-ci sont disposés en hélice autour de la tige, munis de faisceaux de fibres hypodermiques rappelant ceux des *Myeloxylon*, et parcourus par plusieurs faisceaux libéroligneux rangés sur un même cercle. C'est encore là un type plus ou moins analogue aux Lyginodendrées.

L'auteur termine son travail par la description d'un type nouveau, d'affinités problématiques, auquel il donne le nom de *Calamopsis*, qui, par parenthèse, ferait double emploi avec un nom générique créé par Heer pour un Palmier tertiaire; il s'agit d'une tige dont l'axe ligneux central est formé d'une très petite moelle entourée de coins de bois rayonnant, composé de trachéides rayées, qui ressemblent quelque peu à ceux des *Arthropithys*, mais sont dépourvus de lacune à leur origine; autour du bois vient d'abord une zone annulaire de liber, puis une écorce parenchymateuse à éléments rayonnants excessivement épaisse. Un des échantillons étudiés portait un prolongement d'apparence radiculaire, qui a offert un faisceau ligneux central en forme de coin très ouvert, entouré d'abord d'une zone irrégulière de liber, puis d'un anneau de tissu parenchymateux et enfin d'une épaisse couche corticale parenchymateuse à éléments rayonnants. M. de Solms s'abstient d'émettre aucune hypothèse sur la place à donner à ce type singulier.

MM. Williamson et Scott ont résumé dans un important travail comprenant des observations nouvelles d'un haut intérêt (1), les résultats de leurs études sur les Calamites ligneux, principalement du type *Arthropitys*, désigné par eux simplement comme *Calamites* : ils ont pu, de même que M. Hick (2), suivre sur de jeunes échantillons la formation du bois secondaire et constater qu'au début l'organisation de ces tiges ne diffère pour ainsi dire en rien de celle des *Equisetum;* comme chez ceux-ci, les lacunes qui entourent la moelle et sont placées à l'origine des coins ligneux, sont dues à la destruction rapide du protoxylème, dont ils ont pu retrouver quelques traces, représentées par des débris d'éléments trachéens. D'autre part M. G. Cormack a reconnu (3), dans les nœuds de l'*Equisetum maximum*, les indices d'un développement secondaire, attesté par la présence dans les nœuds les plus âgés de quelques éléments ligneux affectant une disposition radiale, ainsi que de cellules aplaties, situées entre le bois et le liber, tout à fait semblable à des cellules cambiales ; il n'y aurait donc, sous ce rapport, qu'une différence de degré, et non une différence essentielle, entre les Equisétacées actuelles et les Calamodendrées.

L'examen de tiges de Calamites présentant plusieurs entrenœuds consécutifs a montré à MM. Williamson et Scott que sur un même individu la bifurcation des faisceaux ligneux ne se fait pas toujours avec la même régularité, un même faisceau pouvant se diviser à un nœud en deux branches symétriques et traverser le nœud suivant sans déviation en s'unissant seulement par une bande étroite aux faisceaux voisins. M. J. Felix a reconnu de son côté (4) que cette bifurcation est généralement plus régulière au voisinage de la moelle qu'à distance, et que les caractères qu'elle présente dépendent souvent de la place où la coupe est faite.

(1) W. C. Williamson and D. H. Scott : Further observations on the organization of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. I. Calamites, Calamostachys and Sphenophyllum (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Vol. 185 B, p. 863-959, pl. 72-86. 1895).

(2) T. Hick, On the primary structure of the stems of Calamites (*Mem. and Proc. Manchester lit. and phil. Soc.*, VIII, p. 158-170, pl. IX. 1894).

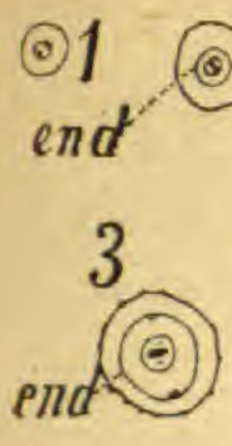
(3) B.-G. Cormack : On a cambial development in *Equisetum* (*Ann. of Bot.*, VII, p. 63 82, pl VI. 1893).

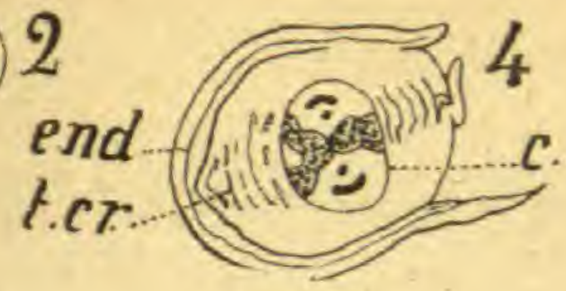
(4) J. Felix : Untersuchungen über den inneren Bau Westfaelicher Carbonpflanzen (*Földt. Közlöny*, XXVI, p. 165-178, pl. IV, V, 1896).

(A suivre).

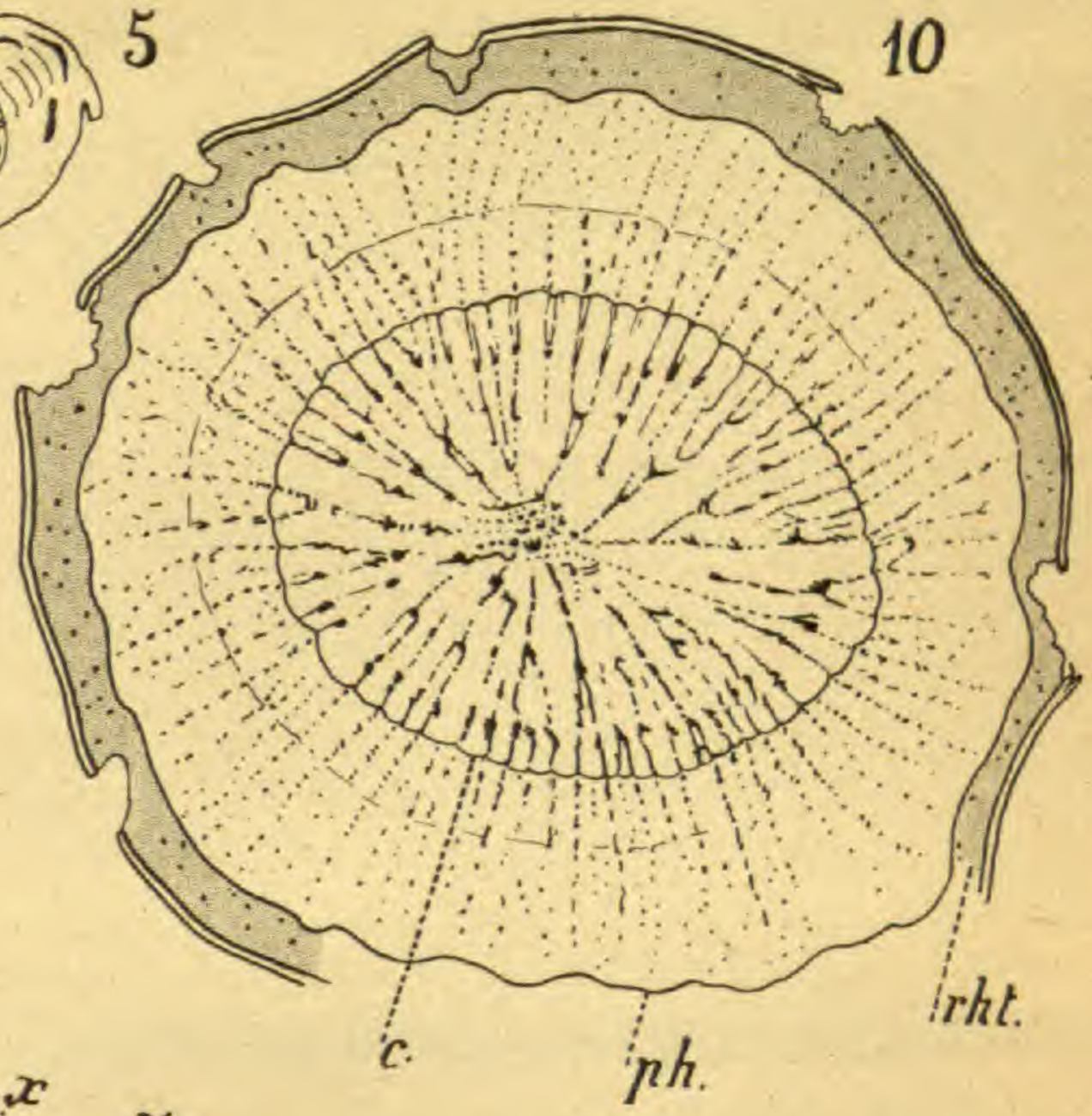
R. Zeiller.

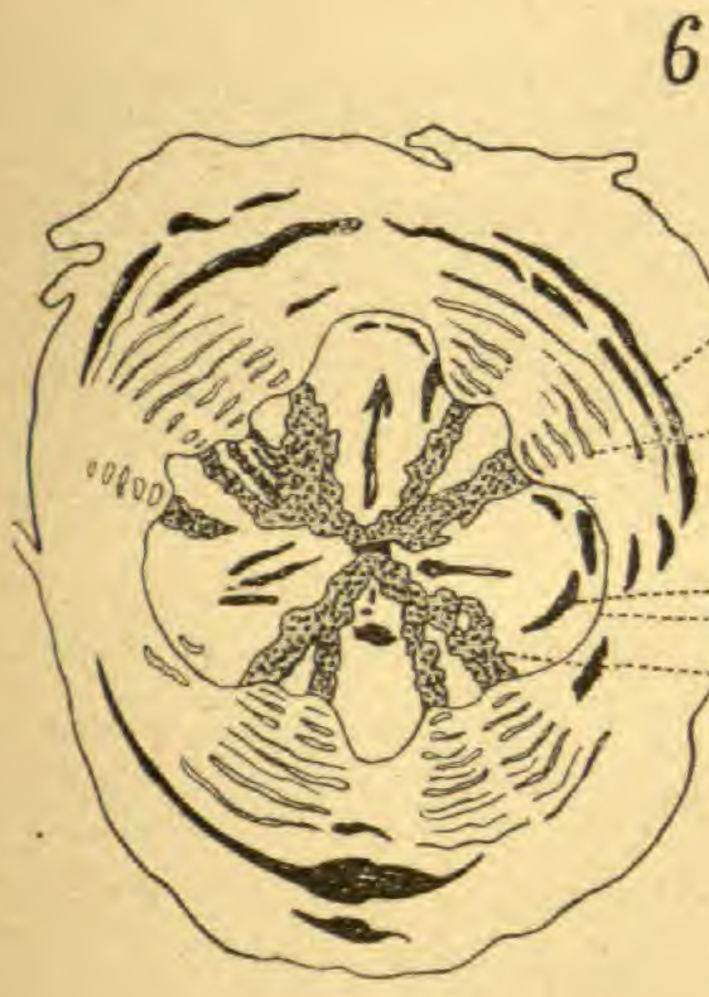
Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



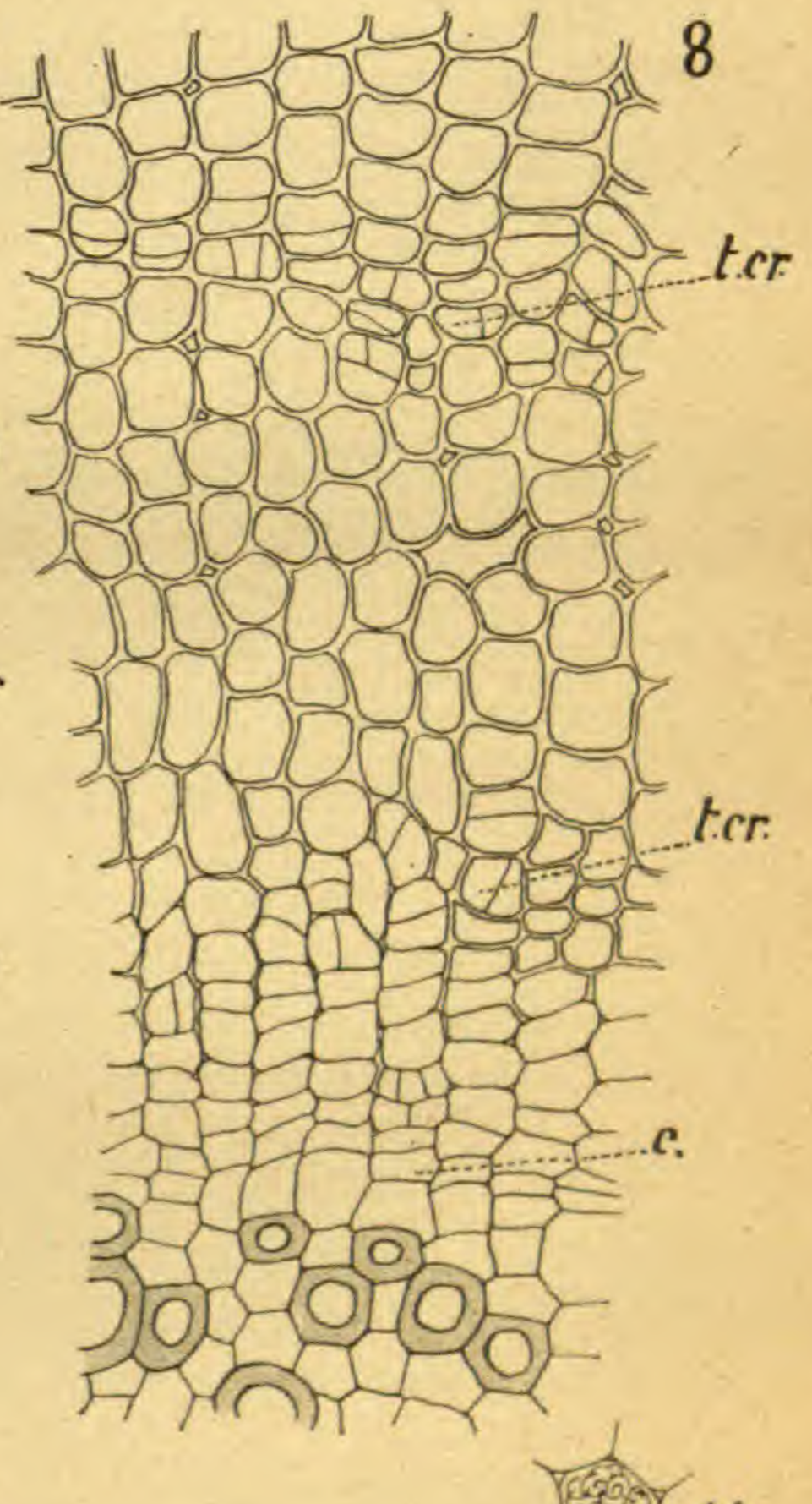


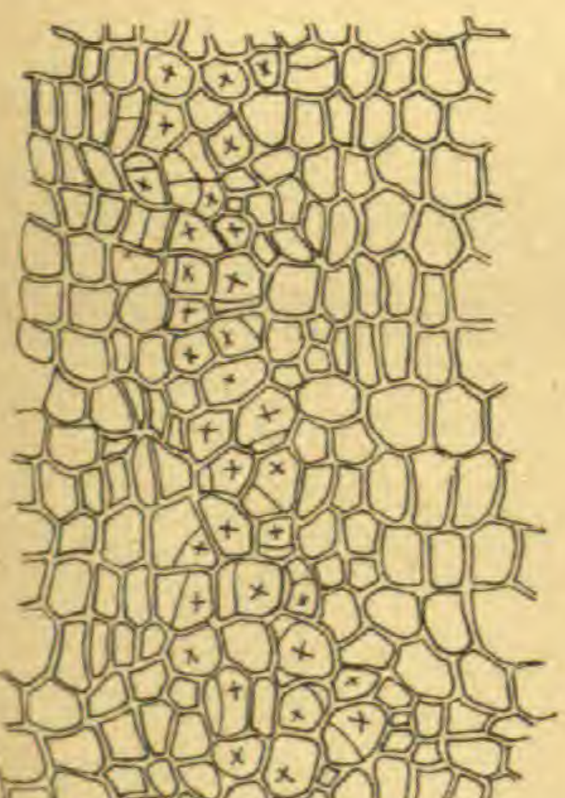


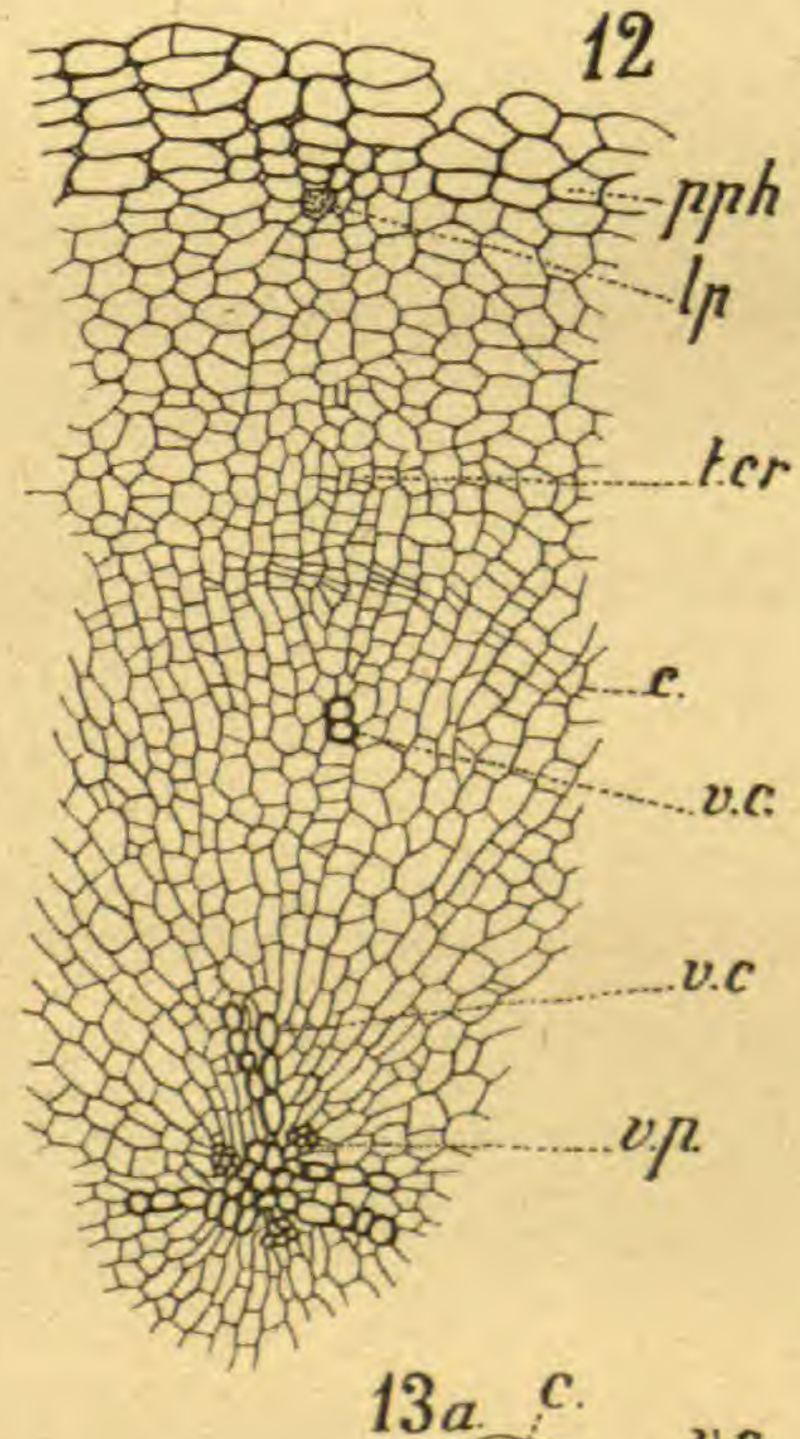


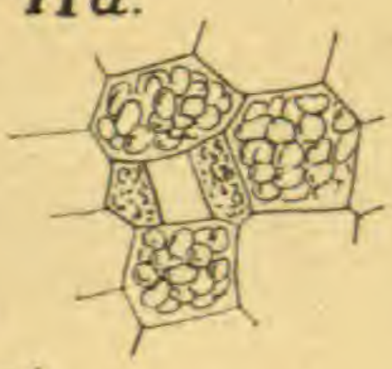


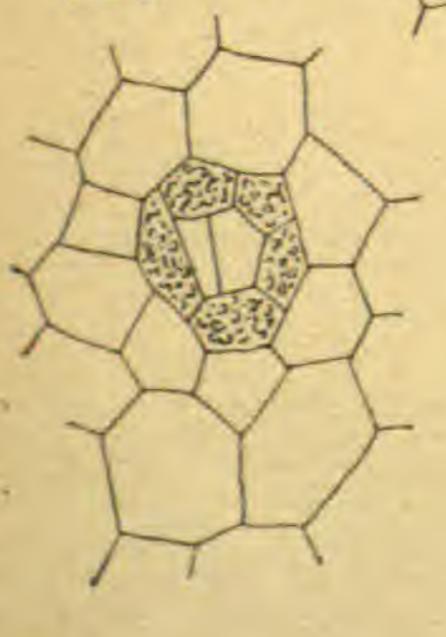










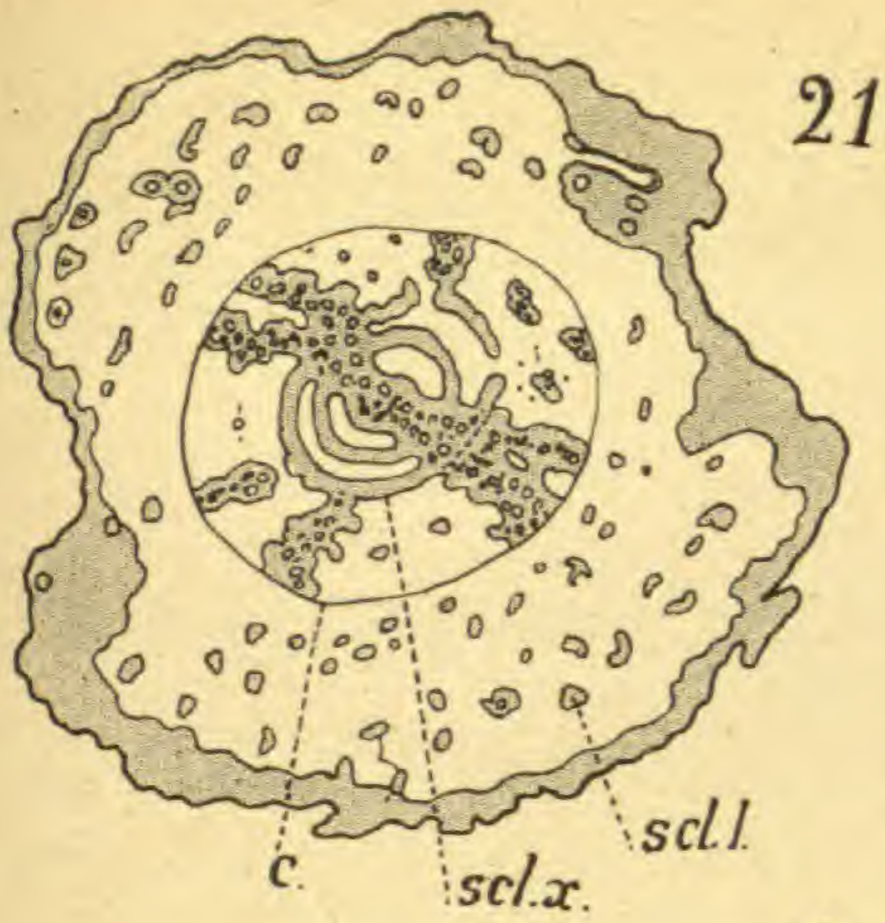




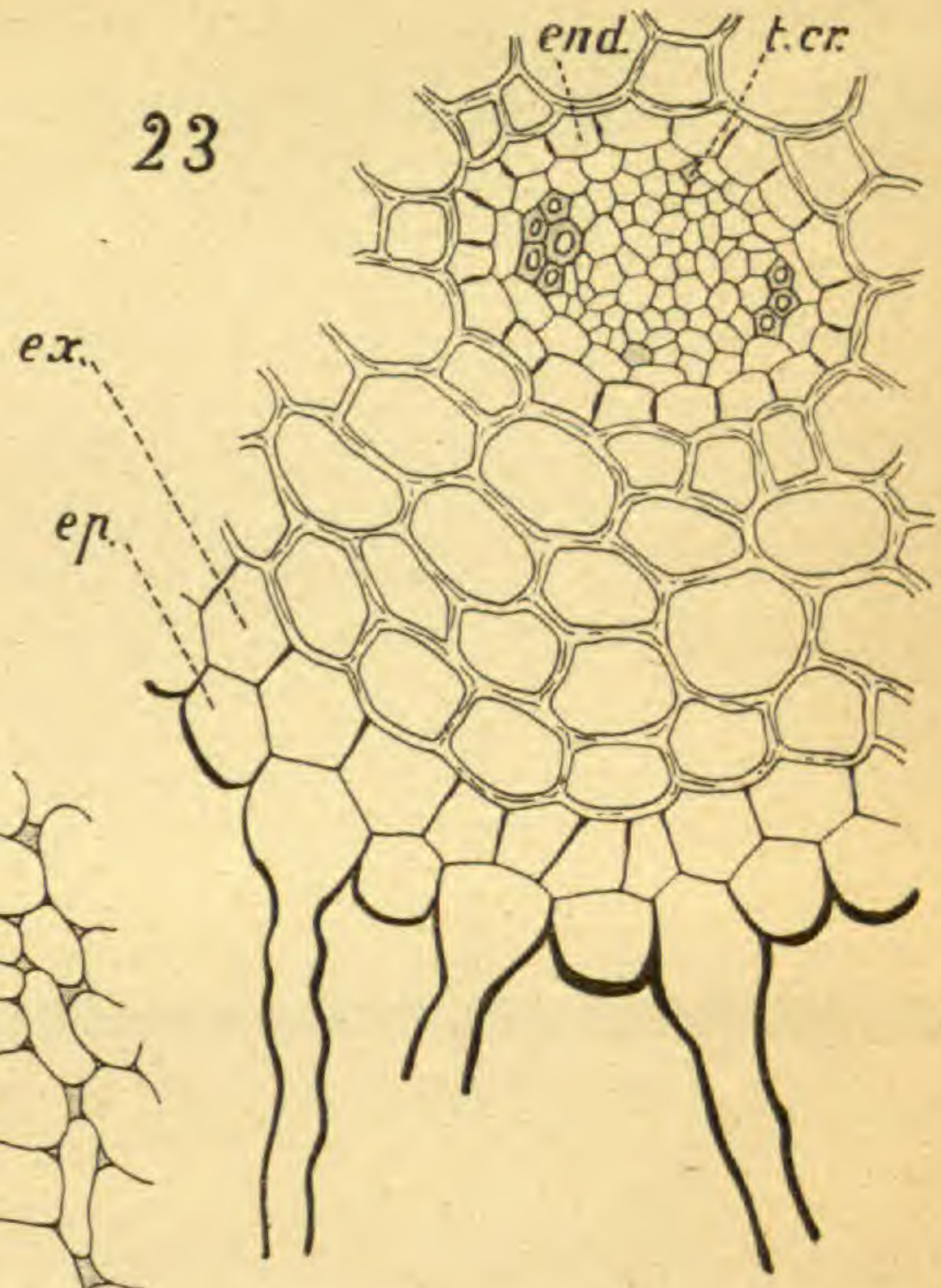
Ed. de Janczewski del. *Imp. Le Bigot frères.* *B. Herincq sc.*

Racines des Anémones.

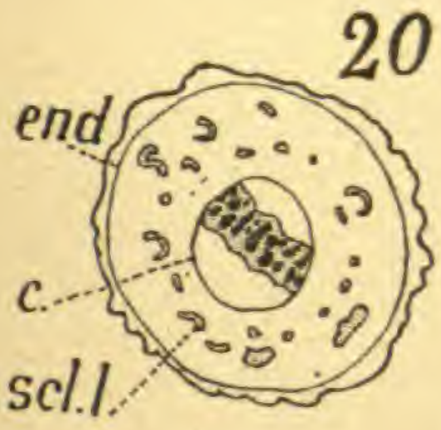
21



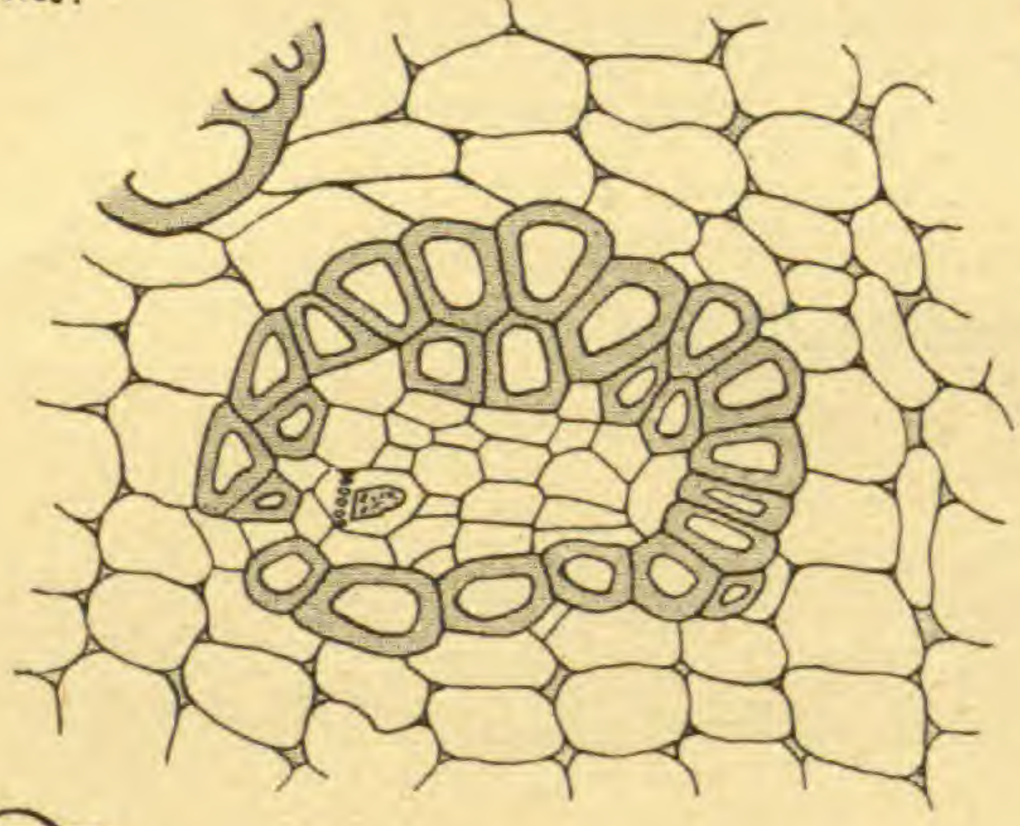
23



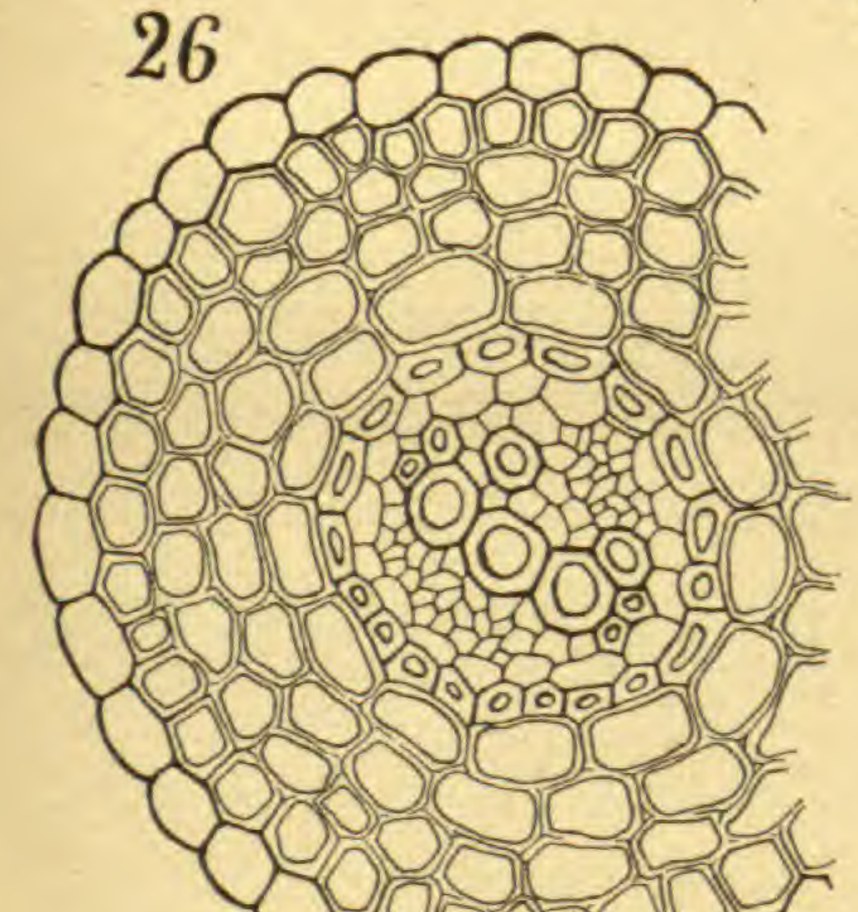
20



22



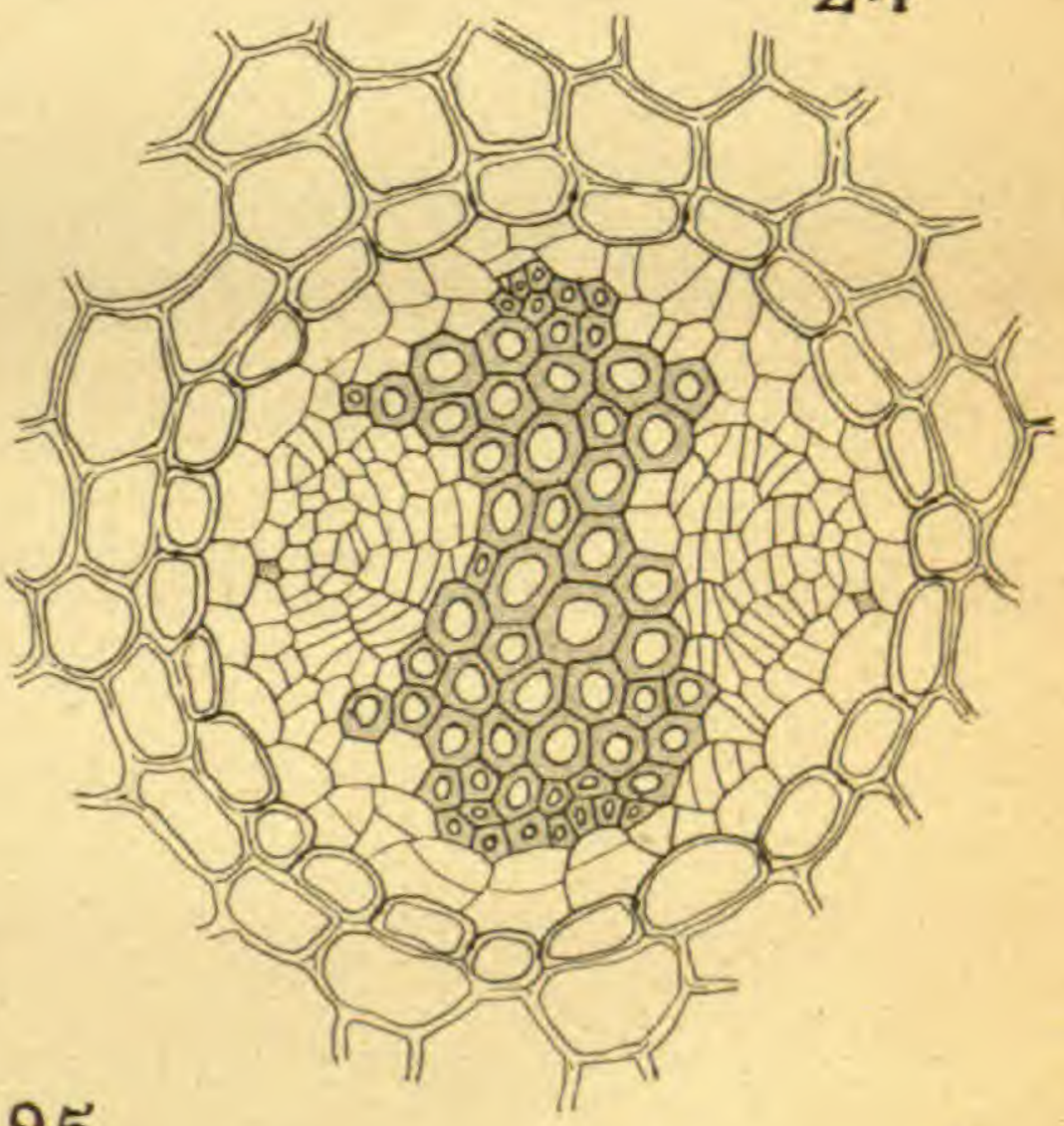
26

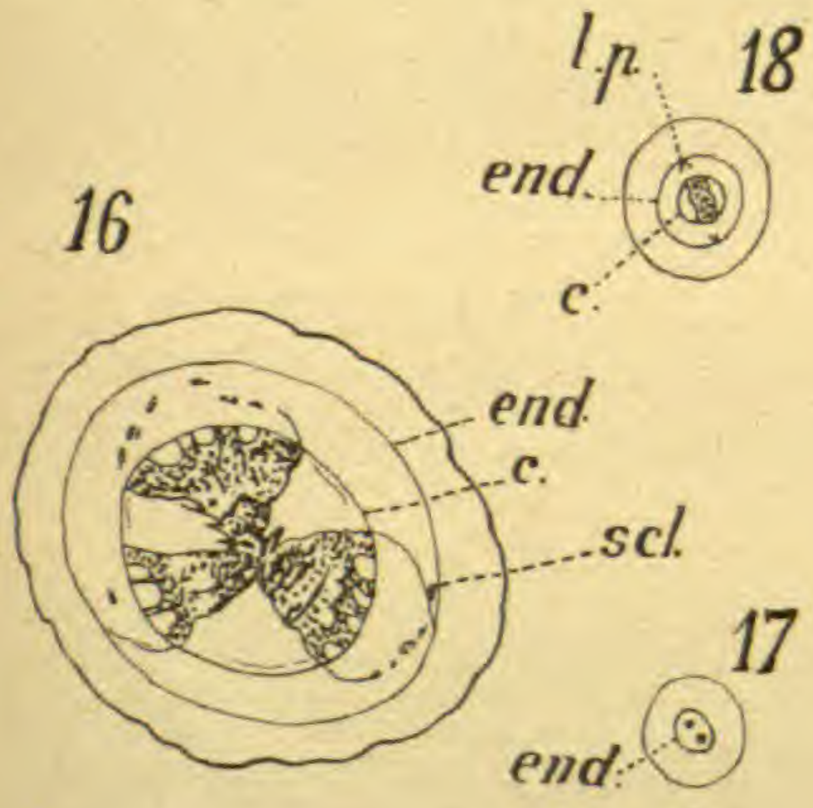


19

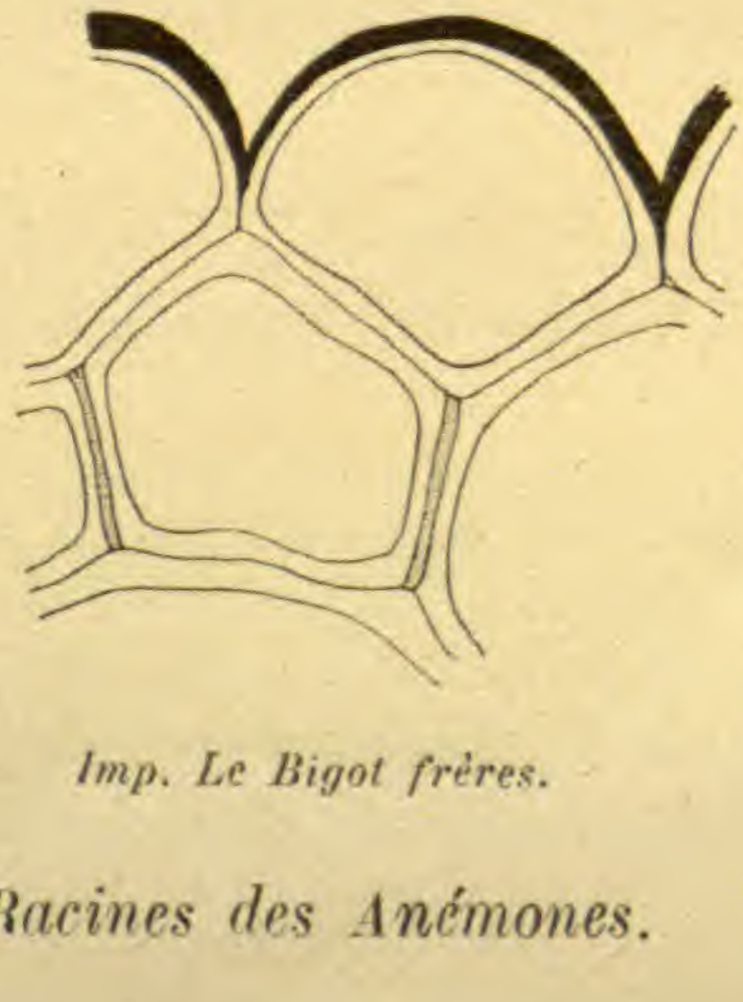


24

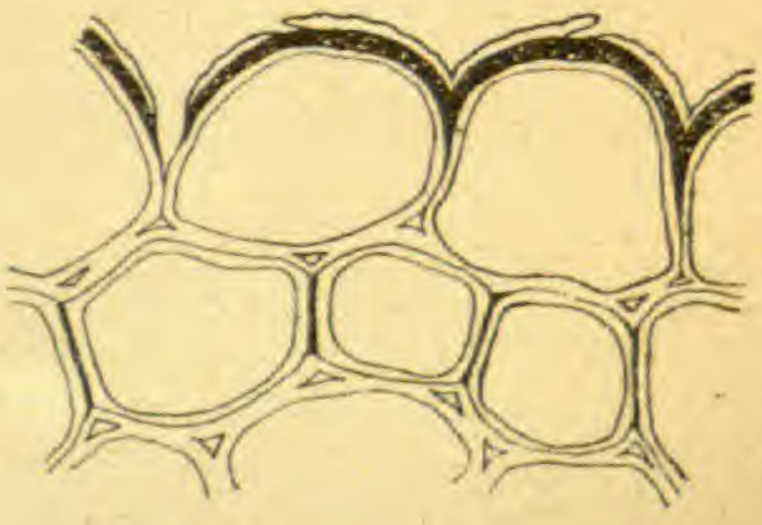




25



27



Ed de Janczewski del. *Imp. Le Bigot frères.* *B. Herincq sc.*

Racines des Anémones.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Novembre 1897

N° 107

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 NOVEMBRE 1897

I. — RECHERCHES SUR LA FORMATION DE LA CHLOROPHYLLE DANS LES PLANTES, par **M. W. Palladine** 385

II. — SUR LA DIGESTION DE L'ALBUMEN DU DATTIER, par **M. Leclerc du Sablon**. 395

III. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller** *(suite)* . . . 399

PLANCHE 20. — *Sigillaria mamillaris, S. approximata, S. Brardi.*
PLANCHE 21. — *Protorhipis Buchi, Clathropteris.*

Cette livraison renferme en outre une gravure dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisieme page de la couverture.

RECHERCHES

SUR LA

FORMATION DE LA CHLOROPHYLLE DANS LES PLANTES

par M. W. PALLADINE

Dans un premier travail sur la formation de la chlorophylle dans les feuilles étiolées (1) j'ai démontré que de telles feuilles, détachées de la plante, ne deviennent vertes à la lumière qu'à la condition de contenir des hydrates de carbone (par exemple les feuilles étiolées du Blé). Au contraire, les feuilles étiolées qui ne renferment presque pas d'hydrates de carbone (par exemple les feuilles étiolées du Lupin jaune), détachées de la plante et exposées à la lumière, restent jaunes. Cependant, si l'on met ces dernières feuilles sur une solution de saccharose (sucre de canne) ou sur une solution de glucose (dextrose) elles deviennent vertes comme celles du Blé.

Le présent Mémoire a pour but de rechercher si d'autres substances peuvent contribuer à la formation de la chlorophylle dans les plantes, et quel rôle joue l'oxygène dans le verdissement des feuilles.

PREMIÈRE PARTIE

INFLUENCE DE DIVERSES SOLUTIONS SUR LA FORMATION DE LA CHLOROPHYLLE

La plupart des expériences ont porté sur la Fève (*Vicia Faba*). Afin d'en séparer les dernières traces d'hydrates de carbone, j'ai détaché de la plante des feuilles étiolées et je les ai placées pendant un ou deux jours dans l'obscurité sur de l'eau, qui avait été prise dans une conduite d'eau, et préalablement bouillie. Ensuite, un lot des feuilles étiolées, tout en restant sur la même eau, a été

(1) W. Palladine : *Ergrünen und Wachsthum der etiolirten Blätter* (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft. IX. 1891, p. 229).

exposé à la lumière, tandis que d'autres lots semblables ont été placés sur des solutions de diverses substances et exposés à la même lumière.

Expérience N° 1

Les feuilles étiolées, détachées de la plante, ont été cultivées sur l'eau dans l'obscurité pendant vingt-quatre heures, puis divisées en cinq lots et exposées à la lumière.

1. Premier lot placé sur de l'*eau*. Ce n'est qu'au bout de cinq jours que certaines feuilles se sont colorées d'une légère teinte verte, les autres sont restées jaunes.

2. Deuxième lot mis sur une solution de *saccharose* à 10 pour cent. Au bout de 24 heures, coloration verte, légère au début, puis devenant progressivement très intense.

3. Troisième lot placé sur une solution de *glycérine* à 10 pour cent. Légère coloration verte le deuxième jour. Au bout de cinq jours, toutes les feuilles sont vertes, quoique la teinte soit moins intense qu'avec le saccharose.

4. Quatrième lot placé sur une solution concentrée d'*inuline*. Même résultat qu'avec l'eau. L'inuline n'a produit aucun effet.

5. Cinquième lot placé sur une solution de *mannite* à 10 pour cent. Au bout de cinq jours, nulle trace de teinte verte. Les feuilles sont devenues molles. Ayant été transportées sur une solution de saccharose à 10 pour cent, la plupart ont péri au bout de 24 heures; quelques-unes seulement sont devenues vertes. Par conséquent, la mannite retarde la formation de la chlorophylle, puisque certaines feuilles du premier lot qui était resté sur l'eau, avaient acquis une légère teinte verte, tandis que, sur la mannite, il n'y avait pas la moindre trace de chlorophylle.

Expérience N° 2

Des feuilles étiolées, fraîchement cueillies, sont divisées en trois lots et exposées à la lumière.

1. *Eau*. — Au bout de cinq jours la plupart des feuilles sont devenues vertes.

2. *Solution concentrée d'inuline*. — Même résultat que sur l'eau.

3. *Solution de mannite à 10 pour cent*. — Certaines feuilles se sont colorées d'une légère teinte verte.

Expérience N° 3

Des feuilles étiolées de Haricot (*Phaseolus vulgaris*) sont divisées en cinq lots et exposées à la lumière.

1. *Eau.* — Pas de chlorophylle.

2. *Solution de mannite à 10 pour cent.* — Pas de chlorophylle.

3. *Solution concentrée d'inuline.* — Pas de chlorophylle.

4. *Solution de glycérine à 10 pour cent.* — Au bout de cinq jours, très légère teinte verte.

5. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — La teinte verte est devenue progressivement très intense.

Expérience N° 4

Des feuilles étiolées ont été cultivées sur l'eau, dans l'obscurité, pendant 48 heures, puis divisées en quatre lots et exposées à la lumière.

1. *Eau.* — Presque aucune trace de chlorophylle.

2. *Solution concentrée d'inuline.* — Même résultat que sur l'eau.

3. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — La teinte verte est devenue progressivement très intense.

4. *Solution de glycérine à 10 pour cent.* — Au bout de huit jours, les feuilles se sont colorées d'une légère teinte verte.

Expérience N° 5

Les feuilles étiolées ont été cultivées sur de l'eau dans l'obscurité pendant 48 heures, puis divisées en sept lots et exposées à la lumière.

1. *Eau.* — Presque aucune trace de chlorophylle.

2. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — La teinte verte est très intense.

3. *Solution de raffinose à 5 pour cent.* — Même résultat que sur la solution de saccharose.

4. *Solution de glucose (dextrose) à 10 pour cent.* — Le verdissement commence un peu plus tard que sur la solution de saccharose.

5. *Solution de fructose (lévulose) à 10 pour cent.* Même résultat que sur la solution de dextrose.

6. *Solution de galactose à 10 pour cent.* — Au bout de cinq jours presque aucune trace de chlorophylle. Ensuite, la quantité de chlorophylle augmente très rapidement.

7. *Solution concentrée de dulcite.* — Au bout de cinq jours, pas de chlorophylle. Les feuilles sont restées vivantes avec un parenchyme palissadique très développé. La dulcite empêche la formation de la chlorophylle.

Expérience N° 6

Des feuilles étiolées ont été cultivées sur l'eau, dans l'obscurité, pendant 48 heures, puis divisées en treize lots et exposées à la lumière directe du soleil.

1. *Eau.* — Pas de chlorophylle. Au bout de trois jours les feuilles ont péri à cause de l'insolation très intense.

2. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles sont rapidement devenues vertes.

3. *Solution concentrée de dextrine.* — Au bout de 48 heures quelques feuilles ont acquis une légère teinte verte.

4. *Solution concentrée d'asparagine.* — Les feuilles ont péri au bout de 48 heures sans trace de chlorophylle.

5. *Solution concentrée de tyrosine.* — Les feuilles ont péri sans trace de chlorophylle.

6. *Solution d'acide quinique à 5 pour cent.* — Les feuilles ont péri très rapidement.

7. *Solution d'acide quinique à 2 pour cent.* — Les feuilles ont péri aussi.

8. *Solution d'urée à 10 pour cent.* — Les feuilles ont péri très rapidement.

9. *Solution d'urée à 5 pour cent dans une solution de saccharose à 5 pour cent.* — La plupart des feuilles ont péri au bout de 48 heures, les autres sont restées jaunes. Par conséquent la présence de l'urée arrête la formation de la chlorophylle.

10. *Solution de mannite à 5 pour cent.* — La moitié des feuilles ont péri au bout de trois jours, les autres sont restées jaunes.

11. *Solution de mannite à 2,5 pour cent.* — Même résultat. Dans ces deux derniers cas les feuilles sont restées vivantes plus longtemps que sur l'eau. Par conséquent, en présence de la mannite, les feuilles souffrent moins de l'insolation intense que sur l'eau seule.

12. *Solution de mannite à 2,5 pour cent dans une solution de saccharose à 5 pour cent.* — Au bout de 48 heures toutes les feuilles ont verdi.

13. *Solution de lactose (sucre du lait) à 5 pour cent.* — Au bout

de 48 heures toutes les feuilles ont verdi, bien que la coloration fût moins intense que sur une solution de saccharose.

Expérience N° 7

Des feuilles étiolées ont été cultivées sur l'eau, dans l'obscurité, pendant 48 heures, puis divisées en quatre lots et exposées à la lumière.

1. *Solution d'urée à 4 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles ont péri sans trace de chlorophylle.

2. *Solution d'urée à 2 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Le verdissement arrive très lentement.

3. *Solution d'urée à 1 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Le verdissement commence plus rapidement que dans le second cas.

4. *Solution de l'urée à 0,5 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Le verdissement commence plus rapidement que dans le troisième cas.

Par conséquent l'urée empêche la formation de la chlorophylle.

Expérience N° 8

Des feuilles étiolées ont été cultivées sur l'eau, dans l'obscurité, pendant 3 jours, puis divisées en cinq lots et exposées à la lumière.

1. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles sont devenues rapidement vertes.

2. *Solution d'alcool à 1,3 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Le verdissement est très faible.

3. *Solution d'alcool à 2,5 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Le verdissement est encore plus faible. La moitié des feuilles sont restées jaunes.

4. *Solution d'alcool à 5 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Pas de chlorophylle. Au bout de cinq jours la plupart des feuilles sont mortes.

5. *Solution d'alcool à 10 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Pas de chlorophylle. Au bout de quarante-huit heures la plupart des feuilles sont mortes,

Expérience N° 9

Des feuilles étiolées ont été cultivées sur l'eau, dans l'obscurité,

pendant quarante-huit heures, puis divisées en trois lots et exposées à la lumière.

1. *Eau.* — Pas de chlorophylle.

2. *Solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles sont devenues bientôt vertes.

3. *Solution de maltose à 10 pour cent.* — Les feuilles sont devenues vertes, mais la coloration s'est produite plus lentement que sur une solution de saccharose.

Expérience N° 10

Des feuilles étiolées ont été divisées en cinq lots. Chaque lot a été cultivé, sur la solution, dans l'obscurité, pendant vingt-quatre heures, puis exposé à la lumière.

1. *Solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 4 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles ont péri bientôt, sans trace de chlorophylle.

2. *Solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 2 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Les feuilles sont mortes.

3. *Solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 1 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Toutes les feuilles ont péri sans être devenues vertes.

4. *Solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 0,5 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — Au bout de quatre jours, la plupart des feuilles étaient restées jaunes, le reste s'est coloré légèrement en vert.

5. *Solution de chlorhydrate d'ammoniaque à 0,25 pour cent dans une solution de saccharose à 10 pour cent.* — La plupart des feuilles ont verdi.

Par conséquent, la présence du chlorhydrate d'ammoniaque arrête la formation de chlorophylle.

Les expériences décrites ci-dessus prouvent que certaines substances contribuent à la formation de la chlorophylle, que d'autres n'exercent pas d'action, et que d'autres retardent ou empêchent même tout à fait la formation de la chlorophylle dans les feuilles.

Les substances suivantes sont celles qui contribuent à la formation de la chlorophylle :

Saccharose	$C^{12}H^{22}O^{11}$	Glycérine	$C^{3}H^{8}O^{3}$
Raffinose	$C^{18}H^{32}O^{16}$	Galactose	$C^{6}H^{12}O^{6}$
Glucose	$C^{6}H^{12}O^{6}$	Lactose	$C^{12}H^{22}O^{11}$
Fructose	$C^{6}H^{12}O^{6}$	Dextrine	$C^{12}H^{20}O^{10}$
Maltose	$C^{12}H^{22}O^{11}$		

Seule, la présence des cinq premières substances (saccharose, raffinose, glucose, fructose, maltose) donne aux feuilles une teinte verte intense. En présence de la glycérine, les feuilles se colorent faiblement. En présence de la galactose, de la lactose et de la dextrine, la coloration en vert s'opère très lentement, mais, finalement, les feuilles acquièrent leur teinte normale (1).

Les substances dont la présence n'exerce aucune influence sur la formation de la chlorophylle sont les suivantes :

Inuline..... $C^{6}H^{10}O^{5}$ Tyrosine..... $C^{9}H^{11}AzO^{3}$.

Enfin il y a toute une série de substances dont la présence, pour une certaine concentration, retarde ou même empêche totalement la formation de la chlorophylle, ce sont :

Mannite	$C^{6}H^{14}O^{6}$	Alcool.....	$C^{2}H^{6}O$
Dulcite	$C^{6}H^{14}O^{6}$	Chlorhydrate d'amm.	$AzH^{4}Cl$
Asparagine	$C^{4}H^{8}Az^{2}O^{3}$	Acide quinique.....	$C^{7}H^{12}O^{6}$.
Urée	$CH^{4}Az^{2}O$		

Déjà Lesage (2), de même que Schimper (3), ont démontré que dans le sol, l'excès des éléments constituants de la cendre empêche la formation de la chlorophylle dans les plantes. Nombre de substances organiques possèdent la même propriété à un degré supérieur, comme le prouvent mes expériences.

Quand on veut se rendre compte de l'absence de chlorophylle dans la plupart des plantes parasites et saprophytes, on se contente souvent de faire intervenir la considération des causes finales. On dit que ces plantes, recevant des combinaisons organiques toutes prêtes, n'ont pas besoin de chlorophylle. Mais la téléologie n'est

(1) Pour ces trois dernières substances, et surtout pour la dextrine, il peut y avoir une cause d'erreur dans les expériences, car les solutions de ces substances contenaient des bactéries.

(2) Lesage : *Recherches expérimentales sur les modifications des feuilles chez les plantes maritimes* (Revue générale de Botanique, 1890).

(3) Schimper : *Indo-Malayische Strandflora* (Jena, 1891).

que le premier pas dans l'étude de la nature. On n'explique pas un phénomène en lui attribuant pour cause le résultat utile qu'il produit ; on doit rechercher expérimentalement sa véritable cause.

La cause de l'absence de la chlorophylle dans les plantes parasites et saprophytes provient, à mon avis, non pas de ce que la chrorophylle leur est inutile, mais de ce qu'elles ne peuvent en former ; car, comme elles absorbent des combinaisons organiques toutes prêtes, et qu'elles les transforment en de nouvelles combinaisons, il y a sans doute, parmi ces dernières, certaines substances qui s'opposent à la formation de la chlorophylle. Il va sans dire que cette opinion doit être confirmée expérimentalement.

DEUXIÈME PARTIE

INFLUENCE DE L'OXYGÈNE SUR LA FORMATION DE LA CHLOROPHYLLE

Dans toutes les expériences sur la formation de la chlorophylle, faites sur des solutions de sucre, on remarque que les feuilles étiolées qui surnagent deviennent vertes, tandis que celles qui coulent au fond restent jaunes. Mais si l'on place les feuilles noyées dans un vase où l'on a versé une mince couche de solution de sucre, de manière que les feuilles se trouvent toujours au contact de l'air, toutes deviennent vertes.

Cette observation vient à l'appui de l'opinion que la formation de la chlorophylle est un phénomène d'oxydation et que si l'oxygène a un accès insuffisant, les feuilles restent jaunes.

Première Expérience

Afin de confirmer cette assertion, des feuilles étiolées ont été placées dans un cristallisoir en verre (A, fig. 75), sur une solution de saccharose à 10 pour cent. Ensuite, au moyen de supports en verre, on a placé dans le cristallisoir, contenant la solution, un autre cristallisoir en verre de plus petites dimensions (B).

Les feuilles, recouvertes par le fond du petit cristallisoir, se sont trouvées à l'abri du contact de l'air. Quoique la lumière fût partout égale, presque toutes les feuilles qui se trouvaient sous le fond du petit cristallisoir et par suite soustraites à l'oxygène de l'air, sont restées jaunes, tandis que les feuilles qui surnageaient à la surface et formaient un anneau autour des précédentes sont devenues vertes au bout de vingt-quatre heures.

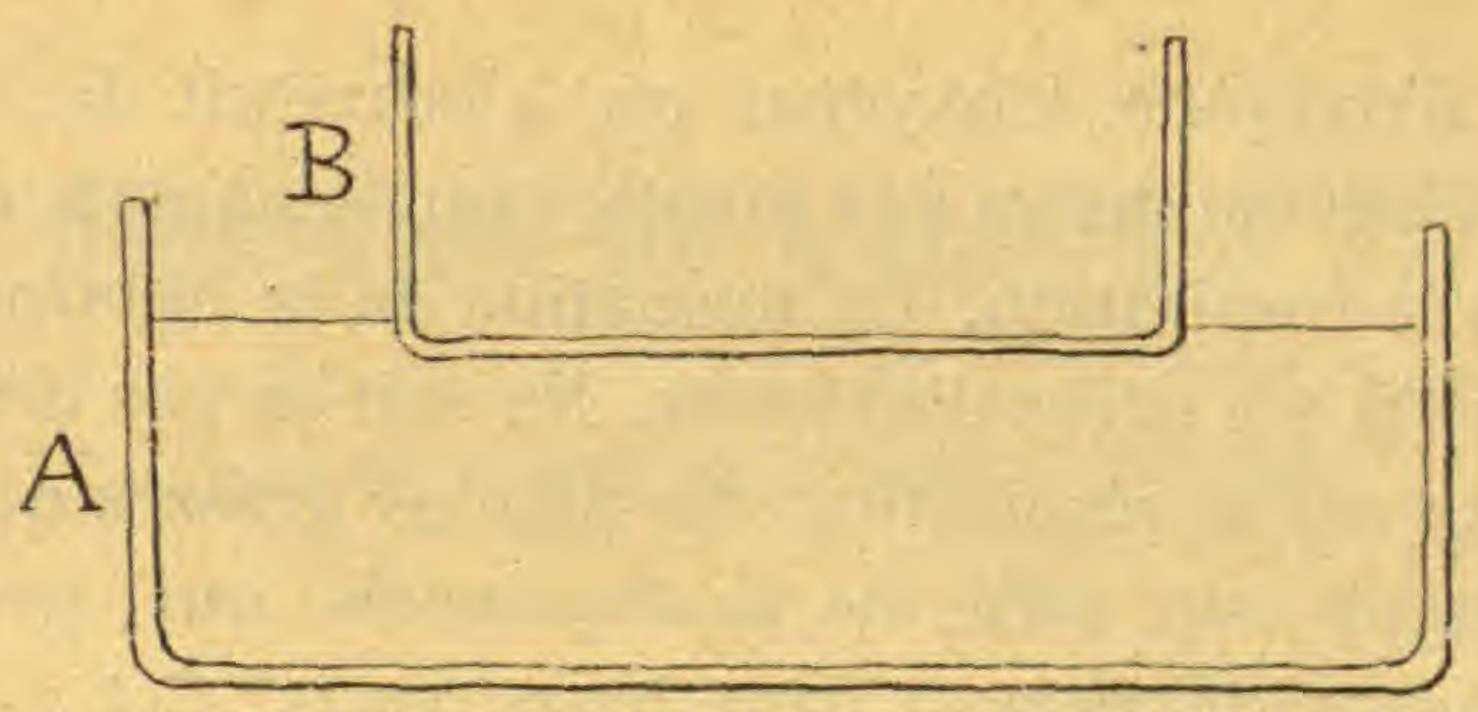


Fig. 75. — Dispositif de l'expérience sur l'influence qu'exerce l'oxygène dans la formation de la chlorophylle.

Les feuilles jaunes ayant été ensuite placées sur la solution de sucre où l'air avait un libre accès sont alors, elles aussi, devenues vertes.

Deuxième Expérience

Des feuilles étiolées ont été cultivées dans l'obscurité pendant quarante-huit heures sur une solution de saccharose à 10 pour cent. Elles ont été ensuite entassées en grande quantité dans une éprouvette qu'on a exposée à la lumière. Les feuilles de la moitié supérieure de l'éprouvette sont devenues vertes avant celles de la moitié inférieure. Toutes les feuilles de la partie supérieure étaient déjà d'un vert éclatant, tandis que la plupart des feuilles de la moitié inférieure étaient encore jaunes et ne sont devenues vertes que beaucoup plus tard. Comme les deux moitiés étaient également éclairées (l'éprouvette étant placée verticalement sur la fenêtre), c'est que la différence de vitesse dans la formation de la chlorophylle ne dépendait pas en ce cas de la lumière. Or, l'air ne pénétrait dans l'éprouvette que par le haut. Par conséquent, seules les feuilles de la moitié supérieure de l'éprouvette ont reçu une quantité suffisante d'oxygène. Les feuilles inférieures, ayant à souffrir du manque d'oxygène, sont devenues vertes beaucoup plus tard.

Les résultats que je viens d'obtenir peuvent servir à expliquer dans une certaine mesure, ce que l'on constate chez les plantes grasses. Dans les organes épais et charnus des plantes appartenant aux familles des Crassulacées, des Cactées, etc., on ne trouve de chlorophylle que dans quelques couches de cellules extérieures. La masse des cellules internes n'en contient pas. En s'appuyant sur les expériences précédentes, on peut dire que la cause de l'absence de chlorophylle provient, non du manque de lumière, mais

du manque d'oxygène. L'oxygène qui s'introduit dans ces tissus internes peut à peine suffire à la fonction fondamentale des cellules, c'est-à-dire à la respiration. La formation de la chlorophylle n'est possible que s'il y a excès d'oxygène. Ne sait-on pas d'ailleurs, par les recherches sur la respiration des plantes grasses que ces végétaux présentent une série de particularités qui prouvent que l'oxygène *pénètre difficilement* dans leurs tissus? Cet accès difficile de l'oxygène est encore mis en évidence par l'absence presque complète de la transmission des pressions gazeuses à travers les tissus des plantes grasses (1).

Conclusions

Première Partie

En plaçant des feuilles étiolées ne contenant presque pas d'hydrates de carbone à la surface de diverses solutions, on obtient les résultats suivants :

1° Certaines substances favorisent la formation de la chlorophylle : saccharose, raffinose, glucose, fructose, maltose, glycérine, galactose, lactose, dextrine ;

2° D'autres substances n'exercent aucune action sur le verdissement : inuline, tyrosine ;

3° D'autres enfin retardent ou empêchent complètement la formation de la chlorophylle : mannite, dulcite, asparagine, urée, alcool, chlorhydrate d'ammoniaque, acide quinique.

Deuxième Partie

Des feuilles étiolées soumises au même éclairement sont placées dans des conditions différentes. L'oxygène de l'air pénètre facilement dans les unes et difficilement dans les autres. On constate alors que les premières deviennent rapidement vertes, tandis que les secondes restent jaunes ou ne verdissent que très lentement.

Pour que la chlorophylle prenne naissance, il est donc nécessaire que les tissus végétaux reçoivent plus d'oxygène qu'il ne leur en faut pour la respiration.

(Varsovie. — Laboratoire de Botanique de l'Université).

(1) Voir G. Bonnier : *Transmission de la pression à travers les plantes* (Revue générale de Botanique, tome V, p. 82, 1893).

SUR LA DIGESTION DE L'ALBUMEN DU DATTIER

par M. LECLERC DU SABLON

La graine du Dattier est un des meilleurs exemples que l'on puisse prendre pour montrer la digestion de l'albumen par le cotylédon. On sait en effet que, dans ce cas, le cotylédon, en se développant, se substitue peu à peu à l'albumen qu'il corrode et digère. Dans son travail sur la germination, M. Van Tieghem a rangé l'albumen du Dattier, comme les albumens cornés en général, parmi ceux qui ne renferment pas les diastases nécessaires pour transformer leurs matières de réserves et qui sont digérés par les diastases venues des cotylédons. Pendant la germination, en effet, l'albumen ne change pas de forme et les cellules qui le constituent ni ne s'accroissent ni ne se multiplient. Pour pousser plus loin cette étude, j'ai analysé séparément les différentes parties de la graine à diverses phases de la germination.

Dans la graine non germée, toute la matière de réserve est renfermée dans l'albumen formé de cellules à parois très épaisses ; ce sont les parois mêmes de ces cellules formées de cellulose très dure qui constituent la réserve hydrocarbonée de la graine ; à l'intérieur des cellules se trouve une certaine quantité d'huile et d'aleurone mêlées au protoplasma. La proportion d'huile varie de 7 °/₀ à 10 °/₀. Le sucre est en très faible proportion (environ 1 °/₀) et ne réduit nettement la liqueur de Fehling qu'après avoir été brûlé par un acide ; c'est donc un saccharose. Les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool à 90° et solubles dans l'eau sont aussi peu abondants, il n'y en a pas plus de 2 °/₀. La cellulose, qui constitue la plus grande partie de la réserve, est transformée partiellement en glucose par l'ébullition en présence des acides étendus ; en chauffant pendant une demi-heure l'albumen pulvérisé dans de l'eau additionnée d'un dixième d'acide chlorhydrique, on obtient environ 15 °/₀ de glucose. En faisant bouillir pendant plus longtemps on aurait obtenu une proportion plus grande de glucose, la

cellulose n'étant attaquée que lentement ; dans toutes les opérations du même genre j'ai chauffé pendant le même temps pour obtenir des résultats comparables.

Dans les graines germées, j'ai analysé séparément ce qui restait de l'albumen et la partie du cotylédon qui se trouve enfermée dans l'albumen. Mon attention s'est d'abord portée sur la teneur des huiles. La matière à analyser étant d'abord desséchée à 50°, puis pulvérisée, j'extrais les matières grasses par l'éther anhydre. Après avoir pesé la matière grasse, je l'additionne d'une certaine quantité d'alcool à 90° pour dissoudre les acides gras et j'ajoute assez de baryte pour neutraliser ; j'obtiens ainsi approximativement la quantité d'acide gras mêlée à l'huile neutre. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Tableau 1

Longueur de la radicule	Poids de la matière sèche	Huile	Huile °/₀ de matière sèche	Baryte °/₀ d'huile
4cm	3.042	0.236	7.7	0.34
8cm	2.740	0.215	7.8	0.19
0cm5	2.413	0.198	8.2	0.15
0 (non germé)	3.211	0.240	7.4	0.12
albumen isolé	2.883	0.225	7.1	0.18

On peut considérer les graines dont la radicule a déjà atteint 8 centim. comme étant à un état de germination très avancé, la gemmule a en effet une longueur d'environ 12 centim. et le cotylédon a déjà digéré plus de la moitié de l'albumen. On voit néanmoins que la proportion d'huile est restée sensiblement constante ; dans tous les dosages que j'ai faits, cette proportion a toujours oscillé entre 7 et 9 °/₀, les deux proportions extrêmes étant obtenues aussi bien pour les graines non germées que pour les graines à germination avancée. On peut donc dire que la matière grasse de l'albumen n'est absorbée par le cotylédon qu'au fur et à mesure de la digestion des parois mêmes des cellules de l'albumen. La dernière ligne horizontale du tableau se rapporte à des graines qui ont été privées de leur embryon, puis mises dans les mêmes conditions que les graines qui germaient.

La dernière colonne verticale du tableau 1 renferme la quantité de baryte nécessaire pour neutraliser 100 parties d'huile. On voit qu'ici la proportion est très différente suivant l'état de la germination. La proportion d'acide gras va sans cesse en augmentant avec

le développement de la plantule. Pour reconnaître la cause à laquelle il faut attribuer cette production d'acide gras, j'ai mis des graines dépourvues d'embryon dans les mêmes conditions et pendant aussi longtemps que les graines qui germaient. J'ai constaté que la proportion d'acide gras y était à peine plus forte que dans les graines non mises en germination et toujours plus faible que dans les graines à germination avancée. Ainsi pour des graines qui étaient restées en terre aussi longtemps que celles dont la radicule avait 8 centim., il fallait seulement 0,18 de baryte pour neutraliser 100 parties d'huile, comme on le voit à la dernière ligne horizontale du tableau des diastases renfermées dans l'albumen. On ne peut donc attribuer à l'action de l'eau qui imprègne la graine que la production d'une petite quantité d'acide gras. La plus grande partie de cette production ne peut s'expliquer que par le passage dans l'albumen d'une certaine quantité de diastases venues du cotylédon.

J'ai ensuite recherché la proportion d'hydrate de carbone soluble renfermée dans l'albumen pendant la germination. J'ai dosé d'abord les sucres dans l'alcool à 90° et qui, comme je l'ai dit à propos de la graine non germée, me paraissent devoir être rapportés aux saccharoses plutôt qu'aux glucoses ; puis les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool et solubles dans l'eau, et que l'on peut rapporter à la dextrine.

Tableau 2

Longueur de la radicule	Sucre	Sucre °/₀ de matière sèche	Dextrine	Dextrine °/₀ de matière sèche
—	—	—	—	—
8	0.028	0.9	0.045	1.4
4	0.024	0.9	0.034	1.2
0.5	0.019	0.8	0.029	1.2
non germé	0.032	1.0	0.076	2.3
albumen isolé	0.017	0.6	0.037	1.3

Il résulte de ce tableau que la proportion de sucre et de dextrine reste sensiblement constante dans l'albumen pendant la germination. Les graines qui n'ont pas été mises à germer en renferment un peu plus, car dans ce cas il n'y a pas eu de pertes par exosmoses. Il n'y a donc pas dans l'albumen de diastases pouvant produire du sucre ou de la dextrine aux dépens des matières de réserve, et les diastases de ce genre produites par le cotylédon ne se pénètrent pas à l'intérieur de l'albumen. J'ai constaté d'autre part que la cellulose de l'albumen ne se transformait pas plus facilement en

glucose sous l'influence des acides pendant la germination qu'avant.

Le cotylédon et les autres parties de la plantule ne renferment que des traces de matières grasses; on y trouve au contraire une proportion notable de sucre. Je donnerai seulement les résultats obtenus avec la partie du cotylédon qui est entourée par l'albumen. J'ai divisé les cotylédons, dont j'ai pu disposer, en deux groupes : les uns, correspondant aux germinations les plus avancées, avaient une longueur d'au moins $1^{cm}5$; les autres, moins développés, avaient une longueur d'au plus $1^{cm}2$. Dans les deux cas j'ai dosé séparément la glucose et le saccharose.

Largeur du cotylédon	Poids de la matière sèche	Glucose	Glucose °/₀ de matière sèche	Saccharose	Saccharose °/₀ de matière sèche
$1^{cm}5$	0.148	0.024	16	0.036	24
$1^{cm}2$	0.227	0.023	10	0.069	30

La proportion totale de sucre est donc dans les deux cas de 40 °/₀. On peut admettre que ce sucre provient en grande partie de la digestion de la cellulose de l'albumen et pour une faible part de la digestion des matières grasses. Au commencement de la germination, la proportion de glucose par rapport au saccharose est un peu plus faible que plus tard. Il est probable que, comme un grand nombre d'autres graines, le saccharose est un produit intermédiaire entre la matière de réserve et la glucose directement assimilable.

Ces quelques observations montrent donc que non-seulement l'albumen du Dattier ne peut se digérer lui-même, mais qu'encore les diastases sécrétées par le cotylédon, et qui attaquent la cellulose ne pénètrent pas dans l'albumen; leur action ne s'exerce que dans la région de contact du cotylédon et de l'albumen. Seule la diastase qui donne lieu à la production d'acide gras passe du cotylédon dans l'albumen et commence la digestion des matières grasses.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896 *(Suite)*.

Les épis de fructification désignés par eux sous le nom de *Calamostachys* ont montré à MM. Williamson et Scott, comme à M. Hick (1), des caractères qui concordent entièrement avec ceux des tiges, tant au point de vue de l'existence d'une moelle centrale que de celle de coins ligneux rayonnants présentant une lacune à leur origine. Il semble que certaines espèces aient été isosporées et d'autres hétérosporées : le *Calamostachys Binneyana* n'a jamais offert dans ses sporanges qu'un seul type de spores, toujours de petites dimensions, tandis que dans un échantillon de *Calamostachys Casheana*, MM. Williamson et Scott ont observé, sur les quatre sporanges fixés à un même sporangiophore, des microspores dans l'un et des macrospores dans les trois autres. L'hétérosporie n'est donc pas douteuse, et l'attribution des Calamites ligneux aux Cryptogames en découle forcément, ainsi que je l'avais indiqué plus haut en parlant des observations de M. Renault sur les Calamodendrées des gisements des environs d'Autun. MM. Williamson et Scott sont, d'ailleurs, d'accord avec M. Renault quant à l'attribution des *Astromyelon* aux Calamites (2), à cette différence près, qu'ils ne peuvent, d'après la structure de leur axe ligneux, voir en eux que de véritables racines, et non des stolons.

M. R. Etheridge a reconnu (3), dans les couches permocarbonifères de Newcastle, en Australie, une forme curieuse d'Equisétinée, représentée en empreintes par des verticilles de feuilles soudées entre elles sur toute leur longueur et étalées normalement aux tiges qui les portent ; il est porté à y voir des épis analogues à ceux des *Cingularia* et appartenant aux *Phyllotheca*, aux débris desquels on les trouve associés ;

(1) T. Hick : *Calamostachys Binneyana*, Schimp. (*Proc. Yorkshire geol. and polyt. Soc.*, XII, p. 279-293, pl. XIV, XV. 1893).

(2) W. C. Williamson and D. H. Scott : Further observations on the organization of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. II. The roots of Calamites (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. 186 B, p. 683-701, pl. 15, 17. 1895).

(3) R. Etheridge : On the occurrence of a plant in the Newcastle or Upper Coal-Measures possessing characters both of the genera *Phyllotheca* Brong., and *Cingularia* Weiss (*Rec. Geol. Surv. N. S. Wales*, IV, p. 148-154, pl. XVII-XIX. 1895).

mais en l'absence de toute trace d'organe reproducteur, et aucun échantillon ne montrant les rameaux à feuilles soudées en connexion avec les rameaux à feuilles libres auxquels ils sont mêlés, il semble difficile d'accepter cette interprétation et de regarder ces empreintes autrement que comme des rameaux stériles d'un type d'Equisétinée nouveau, distinct des *Phyllotheca*.

Complétant les renseignements déjà donnés dans une note antérieure, j'ai établi (1), par l'étude d'épis bien conservés de *Sphenophyllum cuneifolium*, que ces épis présentaient une constitution identique à ceux que Williamson avait décrits sous le nom de *Bowmanites Dawsoni* sans pouvoir en déterminer nettement l'attribution : ils sont formés de verticilles successifs de bractées soudées latéralement les unes aux autres sur une certaine étendue, et de la face ventrale desquelles se détachent, plus ou moins près de leur base, des pédicelles filiformes de longueur inégale, dont chacun porte un sporange à son extrémité, relevée et recourbée vers l'axe. Les sporanges forment ainsi dans chaque entrenœud de l'épi deux ou trois cercles concentriques. J'ai retrouvé la même constitution sur d'autres espèces de *Sphenophyllum*, soit en empreintes, soit à l'état silicifié, à cela près que dans quelques-unes il n'y a qu'un seul cercle de sporanges à chaque entrenœud. Enfin, l'ensemble des faits observés m'a donné à penser que les *Sphenophyllum* devaient être isosporés plutôt qu'hétérosporés. Les pédicelles sporangifères me paraissant devoir être regardés comme des lobes ventraux des bractées, j'ai comparé cet appareil fructificateur à celui des *Marsilia*, d'une part, et des Ophioglossées de l'autre, où les fructifications sont également portées par des lobes ventraux des feuilles. J'ai conclu qu'on pouvait, à ce point de vue, rapprocher les *Sphenophyllum* des Filicinées, mais sans les leur rattacher, à raison des différences qui les en séparent et des caractères communs qu'ils ont à d'autres égards avec les Equisétinées et les Lycopodinées, et j'ai persisté à les considérer comme constituant une classe à part de Cryptogames vasculaires.

MM. Williamson et Scott ont confirmé (2) mes observations, et ont constaté notamment que le faisceau foliaire, avant de quitter l'axe de l'épi, se divisait en trois branches, une externe, qui va dans la bractée, et deux en dedans qui se rendent dans les pédicelles ; mais tout en reconnaissant qu'il serait naturel d'après cela de regarder ces pédicelles sporangifères comme des lobes ventraux des bractées, ils préfèrent s'abstenir d'une interprétation formelle quant à leur valeur morphologique. Le rapprochement auquel j'avais été conduit avec les

(1) R. Zeiller : Etude sur la constitution de l'appareil fructificateur des *Sphenophyllum* (*Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, IV, mém. n° 11, 39 p., 3 pl. 1893).

(2) W. C. Williamson and D. H. Scott : Further observations on the organization of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. I. Calamites, Calamostachys and Sphenophyllum (*loc. cit.* 1895).

Ophioglossées et les Marsiliacées leur paraît reposer sur des ressemblances extérieures plutôt que sur des affinités véritables, ce que, du reste, je ne conteste nullement, mais ils sont d'accord avec moi pour regarder les *Sphenophyllum* comme formant un groupe à part au milieu des Cryptogames vasculaires.

M. Renault s'est aussi rangé à cette opinion (1), mais la comparaison, avec les spores du *Bowm. Dawsoni*, de celles que j'ai pu obtenir par la préparation de certains échantillons charbonneux, comme de celles qu'il a observées lui-même sur des épis silicifiés, et certains détails de constitution de ceux-ci le portent à croire, comme par le passé, à l'hétérosporie des *Sphenophyllum*.

M. le Comte de Solms-Laubach a pu étudier (2) un autre épi du même type, à structure conservée, provenant du Culm, qu'il a décrit sous le nom de *Bowmanites Römeri*, préférant ce nom générique à celui de *Sphenophyllostachys*, qui serait peu pratique. La constitution en est la même que celle des épis de *Sphen. cuneifolium*, à cette différence près que les pédicelles, beaucoup plus courts, paraissent ne se détacher de la face ventrale des bractées qu'au voisinage du cercle de sporanges qui leur correspond et que chacun d'eux se bifurque à son sommet pour porter deux sporanges contigus ; en outre, et contrairement à ce qui semble avoir lieu sur les échantillons étudiés par MM. Williamson et Scott et par moi, les bractées, non plus que les sporanges, n'alternent pas d'un entrenœud à l'autre. M. de Solms est, d'ailleurs, d'accord avec MM. Williamson et Scott quant à l'impossibilité de rattacher les Sphénophyllées à aucun autre type végétal actuellement connu.

M. Potonié (3), au contraire, partant du rapprochement que j'avais indiqué, et comparant le pédicelle des sporanges des *Sphenophyllum* au réceptacle parcouru par un faisceau de trachéides qui caractérise le groupe de *Pteridales* de Prantl, a émis l'avis que les *Sphenophyllum* devaient être rangés dans ce groupe, à côté des Salviniées, conformément à l'opinion primitive de M. Renault. Les formes à feuilles inégales, réparties en trois paires, et vraisemblablement nageantes, qu'on observe dans le Stéphanien et le Permien, et pour lesquelles on avait créé le genre *Trizygia*, représenteraient un acheminement vers les *Salvinia*. Il relève en outre certaines analogies, mais purement extérieures, entre les Sphénophyllées et les Calamariées, les *Sphenophyllum* ayant porté parfois des feuilles linéaires simples, semblables à celles

(1) B. Renault : Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Flore fossile, 2e partie. 1896.

(2) H. Graf zu Solms-Laubach : Bowmanites Römeri, eine neue Sphenophylleen-Fructification (*Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.*, XLV. p. 225-248, pl. IX, X. 1895).

(3) H. Potonié : Ueber die Stellung der Sphenophyllaceen im System (*Ber. deutsch. bot. Gesellsch.*, XII, p. 97-100, 3 fig. 1894. — Die Beziehung der Sphenophyllaceen zu den Calamariaceen (*N. Jahrb. f. Min.*, 1896, II, p. 141-156, 9 fig.).

des Astérophyllites, les *Asterocalamites* d'autre part ayant des feuilles plusieurs fois bifurquées et leurs côtes n'alternant pas aux articulations; il est porté à penser d'après cela, malgré les différences profondes de constitution qui les séparent, que les Calamariées et les Sphénophyllées pourraient descendre d'un type ancestral commun, dont le genre *Asterocalamites* aurait encore gardé quelques traits.

Les Lycopodinées paléozoïques se sont enrichies, grâce à M. C. E. Bertrand (1), d'un nouveau type, observé par lui dans des échantillons du Houiller d'Angleterre à structure conservée, et auquel il a donné le nom de *Miadesmia*: il offre une tige très grêle munie d'un seul faisceau bipolaire et portant quatre rangées de très petites feuilles membraneuses pourvues d'une ligule à leur base; peut-être n'est-ce autre chose qu'une Sélaginelle, mais l'absence d'épis de fructification ne permet pas de l'affirmer.

L'existence de la ligule, reconnue d'abord par M. Hovelacque, puis par M. le Comte de Solms et par M. Williamson chez divers *Lepidodendron*, a également été mise en évidence sur un échantillon de *Lepidophloios* par M. Potonié (2). Celui-ci a pu en outre déterminer la signification des deux fossettes qu'on observe de part et d'autre de la carène des coussinets foliaires (3) chez un si grand nombre de Lépidodendrées : il a constaté qu'elles étaient en rapport avec un tissu lacuneux qui accompagne le cordon foliaire et aboutit aux cicatricules latérales, et il les considère en conséquence comme des appareils de transpiration. Il a pu en outre reconnaître les caractères des *Lepidophloios* sur des rameaux bien conservés de *Halonia* (4), et confirmer l'interprétation d'après laquelle ceux-ci ne sont autre chose que des rameaux fructifères de *Lepidophloios*.

M. R. Kidston a été amené aux mêmes conclusions (5) par l'étude d'échantillons bien conservés du terrain houiller d'Angleterre et d'Ecosse, et a montré qu'il fallait également réunir au genre *Lepidophloios* les genres *Lomatophloios* et *Cyclocladia;* il a constaté que la direction des coussinets foliaires des *Lepidophloios* dépendait, au moins chez certaines espèces, de l'âge des rameaux, les coussinets étant dressés sur les jeunes branches, et réfléchis sur les tiges ou branches âgées.

(1) C. Eg. Bertrand : Sur une nouvelle Centradesmide de l'époque houillère (*Assoc. fr. avanc. d. sc.*, 23 sess., Congr. de Caen, 2e part., p. 588-593. 1895).

(2) H. Potonié : Ueber ein Stammstück von Lepidophloios macrolepidotus Goldenberg mit erhaltener innerer Structur (*Zeitsch. deutsch. geol. Ges.*, XLV, p. 330-332. 1893).

(3) H. Potonié : Anatomie der beiden « Male » auf dem unteren Wangenpaar und der beiden Seitennärbchen der Blattnarbe des Lepidodendreen-Blattpolsters (*Ber. deutsch. bot. Ges.*, XI, p. 319-326, pl. XIV. 1893).

(4) H. Potonié : Die Zugehörigkeit von *Halonia* (*Ibid.*, p. 484-493, pl. XXIII. 1893).

(5) R. Kidston : On Lepidophloios, and on the British species of the genus (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XXXVII, p. 529-563, pl. I, II. 1894).

M. Williamson a fait voir également (1) que les protubérances des *Halonia*, comme les dépressions des tiges ulodendroïdes, représentent les points d'émergence de stèles de faible importance, correspondant évidemment à des organes de durée éphémère, c'est-à-dire à des rameaux fructifères. Ses observations sur le *Lepidodendron Harcourti* et sur des rameaux de *Lepidophloios* à structure conservée ont confirmé celles de M. Eg. Bertrand touchant le cordon de tissu particulier qui accompagne le cordon foliaire et vient aboutir, en se bifurquant, aux deux cicatricules placées de part et d'autre de l'arc libéroligneux; il a adopté pour ce tissu le nom de *parichnos* proposé par M. Bertrand, mais il désigne la ligule, reconnue par lui sur les mêmes échantillons, sous le nom d'*organe adénoïde*, y voyant plutôt une glande qu'une ligule véritable, assimilable à celle des *Selaginella* et des *Isoetes*. Enfin il a étudié, dans le même travail, divers *Lepidostrobus*, dans lesquels il a reconnu à la fois des macrosporanges et des microsporanges, tantôt irrégulièrement répartis, tantôt groupés, les premiers à la base du cône, et les derniers au-dessus d'eux; il a fait connaître en même temps un type de cône fort différent du type habituel, à bractées très courtes par rapport au diamètre de l'axe central, portant des sporanges globuleux, avec de petites spores munies, tout autour de l'équateur, d'un bourrelet renflé formé par trois cellules stériles embrassant chacune un tiers de circonférence; il attribue ce cône au *Lepidodendron Spenceri*.

D'après M. D. H. Scott (2), il y aurait à distinguer dans ce *Lepidostrobus Spenceri* deux formes spécifiques distinctes, bien que se rattachant au même type; mais la forme des bractées et le mode d'insertion des sporanges, tout différents de ce qu'on observe chez les vrais *Lepidostrobus*, lui semblent de nature à faire rapprocher ces cônes du *Sigillariostrobus Crepini*, que j'ai observé en empreintes dans les couches houillères du Nord et du Pas-de-Calais; ce seraient, si ce rapprochement est exact, les premiers cônes de fructification de Sigillaires rencontrés avec leur structure conservée.

M. F. O. Bower (3) a fait une étude détaillée du *Lepidostrobus Brownii*; il a reconnu que la stèle qui occupe l'axe de ce cône présentait, dans sa constitution, une ressemblance frappante avec la stèle des *Psilotum*, à cela près que la région centrale est parenchymateuse, comme chez les *Tmesipteris*, et non sclérenchymateuse comme chez les

(1) W. C. Williamson : On the organisation of the fossil plants of the Coal-Measures. Part. XIX (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. 184 B, p. 1-38, pl. 1-9. 1893).

(2) D. H. Scott : On some carboniferous Fossils referred to Lepidostrobus (*Brit. Assoc. adv. sc.*, Liverpool meet., 1896, p. 1024).

(3) F. O. Bower : On the structure of the axis of Lepidostrobus Brownii, Schpr. (*Ann. of Bot.*, VII, p. 329-354, pl. XVI, XVII. 1893). — Studies in the morphology of spore-producing members. Equisetineæ and Lycopodineæ (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. 185 B, p. 473-572, pl. 42-52. 1894).

Psilotum. Il a constaté en outre, non seulement dans l'axe de ce *Lepidostrobus*, mais sur divers *Lepidodendron* à structure conservée, l'existence dans l'écorce d'une zone lacuneuse, à la traversée de laquelle les faisceaux foliaires sont soutenus, comme chez les Lycopodes et les Sélaginelles, par de nombreux trabécules. Enfin il a observé, dans les sporanges du *Lepidostr. Brownii* ainsi que d'autres espèces, des lames de tissu stérile partant de la base du sporange et s'étendant sur tout ou partie de la hauteur de la cavité, comme les trabécules des sporanges d'*Isoetes*; on peut également comparer ces lames aux septum des synangium des *Psilotum* et des *Tmesipteris* et regarder simplement ceux-ci comme des sporanges pluriloculaires. En tout cas il ressort de cet ensemble de constatations que les Lépidodendrons présentent, dans le détail de leur structure, des affinités beaucoup plus marquées qu'on ne le pensait avec certaines des Lycopodinées actuelles, en particulier avec les Psilotacées.

Les Sigillaires ont donné lieu à d'assez nombreuses observations, touchant principalement les variations que peuvent offrir, chez une même espèce, l'espacement relatif des cicatrices et la saillie plus ou moins marquée des mamelons foliaires. Je citerai tout d'abord le grand travail de Weiss, achevé après sa mort par M. Sterzel, sur les Subsigillaires ou Sigillaires sans côtes (1). Loin de subdiviser le genre *Sigillaria* en plusieurs genres distincts, les auteurs y font rentrer, à titre de simple section, les *Bothrodendron*, dont ils décrivent quelques espèces nouvelles ; mais je ne puis m'abstenir de faire remarquer que la forme et la petitesse de leurs cicatrices foliaires, rangées non en files verticales, mais en séries obliques, la disposition relative des cicatricules situées à l'intérieur de ces cicatrices, la constitution de leurs cicatrices sous-corticales, leur ramification abondante, leurs petites feuilles lycopodiformes, enfin la structure de leurs épis de fructification, constituent autant de caractères de nature à écarter les *Bothrodendron* des Sigillaires et à les rapprocher au contraire des Lépidodendrées; je ne puis donc aucunement souscrire à la réunion proposée. Peut-être même conviendrait-il de séparer du genre *Sigillaria* le *Sig. camptotænia*, qui constitue la section *Asolanus*, et qui n'est pas sans quelques affinités avec les *Bothrodendron*, tandis qu'il s'éloigne sous plus d'un rapport des vraies Sigillaires. Quant à la section *Sigillaria*, les diverses espèces qu'y placent MM. Weiss et Sterzel viennent se ranger pour la plupart, les unes autour du *Sig. Defrancei*, les autres autour du *Sig. Brardi*, débaptisé un peu abusivement par les auteurs, qui le désignent sous le nom de *Sig. mutans*, à raison des nombreuses formes qu'il présente, tantôt à mamelons rhomboïdaux saillants et contigus, tantôt à cicatrices

(1) Die Sigillarien der preussischen Steinkohlen-und Rothliegenden-Gebiete. II. Die Gruppe der Subsigillarien, von E. Weiss. Nach dem handschriftlichen Nachlasse des Verfassers vollendet von T. Sterzel (*Abhandl. k. preuss. geol. Landesanst.*, Heft 2, XVI-255 p.; Atlas in-4° de 28 pl. 1893).

foliaires espacées et dépourvues de mamelons, formes qu'on voit parfois se succéder sur un seul et même échantillon.

M. R. Kidston a observé cette même succession sur des échantillons d'Angleterre (1), qui lui ont montré, comme je l'avais constaté il y a quelques années sur une empreinte du terrain houiller de la Corrèze, le *Sig. Brardi* et le *Sig. spinulosa*, types respectifs des anciens sous-genres *Clathraria* et *Leiodermaria*, associés à la suite l'un de l'autre sur une même tige. M. H. Potonié a fait, de son côté, des observations semblables sur des Sigillaires à côtes (2), dont certains échantillons lui ont offert la forme *Rhytidolepis* passant, plus ou moins rapidement, soit à la forme *Favularia*, soit à la forme *tessellata*, ou inversement. M. Potonié et M. Kidston sont d'accord pour imputer ces variations, non pas à l'âge, mais à une accélération ou à un ralentissement momentané de la végétation de la plante, se reproduisant peut-être périodiquement, ainsi, du reste, que je l'avais moi-même admis jadis pour l'échantillon de la Corrèze auquel je viens de faire allusion (3). Les deux auteurs constatent également que les cicatrices foliaires sont généralement plus rapprochées immédiatement au-dessous des zones d'insertion d'épis de fructification qu'elles ne le sont au-dessus.

Quelques-unes des indications données par M. Renault à propos des Sigillaires, dans son bel ouvrage sur la Flore permienne de l'Autunois dont j'ai parlé plus haut, étant en désaccord avec les observations que je viens d'analyser comme avec un certain nombre de celles qui avaient été publiées antérieurement, je crois devoir y revenir ici avec un peu plus de détails, ainsi que j'en avais, du reste, annoncé l'intention. M. Renault divise les Sigillaires, non plus, comme on le faisait jadis, en quatre sous-genres, mais en quatre genres : *Favularia* et *Rhytidolepis*, formant le groupe des Sigillaires à écorce cannelée, qui peuvent être cryptogames ; *Clathraria* et *Leiodermaria*, formant le groupe des Sigillaires à écorce lisse, qu'il regarde comme plus rapprochées des Gymnospermes. Il place ainsi dans deux genres différents le *Clathraria Brardi* et le *Leiodermaria spinulosa*, que les échantillons recueillis dans la Corrèze, en Allemagne et en Angleterre, ont prouvé n'être autre chose que des états différents d'une même plante, ce qui explique, d'ailleurs, pourquoi on trouve invariablement ces deux formes associées l'une à l'autre dans les mêmes gisements. Il justifie cette séparation par les différences de structure qu'il a constatées, en ce qui regarde l'écorce, entre le *Clathraria Menardi*, à zone subéreuse continue, et le *Leiodermaria spinulosa*, où les cellules de liège forment un réseau dont

(1) R. Kidston : On Sigillaria Brardii, Brongt., and its variations (*Proc. Roy. phys. Soc. Edinburgh*, XIII, p. 233-246, pl. VII. 1896).

(2) H. Potonié : Die Wechsel-Zonen-Bildung der Sigillariaceen. (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f.* 1893, p. 24-67, pl. III-V. 1894).

(3) R. Zeiller : Sur les variations de formes du Sigillaria Brardi Brongniart (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XVII, p. 603, pl. XIV).

les mailles sont occupées par un tissu cellulaire : les deux écorces examinées ayant même épaisseur, et paraissant également jeunes, il lui semble évident que l'écorce de *Leiodermaria* ne peut représenter une écorce âgée de *Clathraria*, dont les cicatrices se seraient peu à peu espacées, en même temps que se seraient effacés les mamelons.

Il me paraît qu'il n'y a là qu'un simple malentendu, et non un désaccord réel, les variations dont il a été parlé tout à l'heure n'ayant nullement été attribuées, comme semble l'avoir cru M. Renault, à l'allongement des tiges avec l'âge, mais à la rapidité plus ou moins grande de leur développement, et des zones à mamelons saillants et contigus se montrant aussi bien au dessous qu'au dessus des zones à cicatrices espacées dépourvues de mamelons. Les différences de structure observées sur des écorces de même âge peuvent précisément dépendre d'une différence de rapidité dans l'élongation de la tige, l'écorce à zone subéreuse continue correspondant à la forme à développement ralenti, et l'écorce à zone subéreuse discontinue à la forme à développement rapide; au surplus, s'il n'en était pas ainsi, ces différences prouveraient simplement que le *Sigillaria Menardi* diffère spécifiquement du *Sig. spinulosa*, c'est-à-dire du *Sig. Brardi*, qui n'est qu'une forme de celui-ci, mais elles ne sauraient prévaloir, en faveur de la séparation, à la fois spécifique et générique, de ces deux formes, contre des faits d'observation définitivement acquis.

Pour la division des Sigillaires en deux groupes d'affinités disparates, M. Renault fait valoir, en l'absence de données certaines sur la structure des tiges des Sigillaires cannelées, les différences qui existeraient entre l'un et l'autre groupe dans la disposition relative des cicatrices foliaires et des cicatrices correspondant aux épis de fructification (1). Chez les Sigillaires cannelées, les épis seraient, suivant lui, insérés toujours entre les files verticales de feuilles, tandis que chez les Sigillaires à écorce lisse ils seraient axillaires, insérés au-dessus des feuilles et non entre elles. Il est certain que, s'il en était ainsi, on pourrait croire à une différence profonde entre les deux groupes; mais le caractère allégué n'a aucune constance, et l'on a depuis longtemps décrit et figuré des échantillons de Sigillaires cannelées où les cicatrices d'épis sont situées immédiatement au-dessus des feuilles, comme aussi des échantillons de Sigillaires à écorce lisse où ces mêmes cicatrices sont placées entre les séries de feuilles et non à l'aisselle de celles-ci. Au surplus, la question présente assez d'intérêt, comme touchant à l'attribution même des Sigillaires, pour qu'il vaille la peine de montrer, par la reproduction photographique de quelques échantillons, ce qu'il en est en réalité.

(1) Je laisse de côté l'argument tiré d'un épi *détaché*, trouvé à Blanzy, et que sa ressemblance extérieure avec les épis à macrospores des Sigillaires cannelées n'autoriserait évidemment pas, ainsi que je l'ai dit ailleurs, à rapporter à une Sigillaire s'il était établi qu'il renferme réellement, contrairement à ce que je crois, des sacs polliniques et non des macrospores, et qu'il diffère ainsi des épis reconnus pour appartenir aux Sigillaires.

Si chez certaines espèces de Sigillaires cannelées, telles que le *Sig. tessellata*, les cicatrices d'épis sont toujours placées dans les sillons, chez d'autres, elles sont indifféremment placées dans les sillons, ou sur les côtes elles-mêmes, immédiatement au-dessus des cicatrices foliaires : il en est ainsi, par exemple, chez le *Sig. mamillaris*, comme le prouvent les échantillons que j'ai figurés en 1886 dans la *Flore fossile du bassin de Valenciennes* (1), et dont je reproduis sur la Pl. 20, fig. 1, le plus caractéristique : on remarquera sur cette figure que la plupart des cicatrices d'épis sont placées au-dessus des cicatrices foliaires, comme pour des organes axillaires, et qu'un petit nombre seulement se trouvent dans les sillons ; par contre, la figure 2 reproduit un autre échantillon de la même espèce où la majorité des cicatrices d'épis sont situées dans les sillons, c'est-à-dire entre les séries de feuilles et non à l'aisselle de celles-ci. Des variations semblables s'observent, d'ailleurs, chez le *Sig. elegans* (2), cité par M. Renault comme preuve de l'insertion constante des épis entre les séries foliaires.

En ce qui regarde les Sigillaires à écorce lisse, je reproduis sur la figure 3 de la Pl. 20 une portion d'un échantillon déjà figuré par moi il y a quelques années (3) et appartenant au *Sig. approximata* Font. et White, lequel n'est probablement qu'une forme du *Sig. Defrancei* Brongt. : il est visible que les cicatrices d'épis qu'on y remarque dans la région inférieure, sont placées entre les files verticales de feuilles et ne sont nullement axillaires; c'est ce que montre également l'une des excellentes figures phototypiques de MM. Weiss et Sterzel (4). Chez le *Sig. Brardi*, dont M. Renault a figuré deux échantillons à l'appui de sa manière de voir, on observerait, d'après lui, « au-dessous de chaque insertion d'épi, une cicatrice plus petite que celles des feuilles voisines, rejetée quelquefois un peu de côté, mais appartenant à une série normale de feuilles » ; l'une de ses figures (p. 193, fig. 38) montre en outre, contre les cicatrices laissées par les épis, une ou deux autres petites cicatrices de feuilles, qu'il rapporte avec toute raison au rameau fructifère lui-même, qu'un échantillon trouvé à Commentry (5) montre en effet avoir été garni de petites feuilles, au moins à sa base. Les échantillons que je reproduis sur la Pl. 20, fig. 4 et 5, prouvent qu'il faut adopter la même interprétation pour toutes ces petites cicatrices, qu'elles soient placées sur les côtés du rameau fertile ou au-dessous de de lui, et les considérer, les unes comme les autres, comme dépendant

(1) R. Zeiller : Bassin houiller de Valenciennes, Flore fossile, pl. LXXXVII, fig. 5, 6. Texte, p. 580.

(2) Ibid., pl. LXXXVII, fig. 1. Texte, p. 584.

(3) R. Zeiller : Bassin houiller et permien de Brive, Flore fossile, pl. XIV, fig. 2 (1892).

(4) Weiss et Sterzel : *loc. cit.*, pl. XXIII, fig. 9.

(5) B. Renault : Flore foss. du terrain houiller de Commentry, 2e part., p. 541, pl. LXIII, fig. 1.

de ce rameau et non de la tige : on remarque, en effet, en comparant les fig. 4 A (cicatrice raméale de gauche) et 5 A aux fig. 4 B et 5 B, que la petite cicatrice foliaire située au-dessous de la base de l'épi ne diffère pas, comme dimensions, des cicatrices situées latéralement, tandis qu'elle est infiniment plus petite que les cicatrices foliaires de la tige. De plus, elle est parfois placée de telle sorte (fig. 4 A, cicatrice de gauche, et 5 A), entre des séries régulières de cicatrices foliaires, et à une hauteur telle entre celles-ci, qu'il est impossible de voir en elle, comme l'avait admis M. Renault sur ses échantillons, une cicatrice appartenant à une série normale de feuilles, dérangée de sa position et rejetée de côté. J'ajoute que la présence de cette petite cicatrice au-dessous de l'insertion de l'épi est loin d'être constante, et qu'elle ne s'observe que sur les échantillons où la base de l'épi fait encore une saillie appréciable : la direction légèrement oblique qu'elle présente alors par rapport à la surface de la tige elle-même atteste, du reste, qu'elle appartient à la base du rameau ; mais elle manque lorsque l'épi a été rompu trop au ras de l'écorce, et l'on n'en retrouve pas trace sur les tiges âgées, où, la base du rameau fertile s'étant complètement détruite, elle a disparu avec elle (1). Il est donc impossible de douter que cette petite feuille appartienne au rameau, et non point à la tige, et la position qu'elle affecte, sur les fig. 4 A (cicatrice de gauche) et 5 A, placée *entre* les séries de cicatrices foliaires, légèrement déviées au-dessus pour faire place à la base de l'épi, mais non interrompues, ne permet pas de douter que l'épi ait été inséré là entre les séries foliaires et non à l'aisselle d'une feuille. Il y a par conséquent, à cet égard, similitude complète entre les Sigillaires sans côtes et les Sigillaires à côtes, l'insertion des épis se faisant, chez les unes comme chez les autres, tantôt entre les rangées verticales de feuilles et tantôt sur elles, et il est impossible de tirer de là aucun indice en faveur d'une différence d'affinités entre l'un et l'autre groupe. Je dois dire, du reste, que parmi les paléobotanistes de l'étranger, la question de l'attribution des Sigillaires, qu'elles soient ou non cannelées, ne donne plus depuis longtemps lieu à discussion.

Il me reste à citer, à propos des Sigillaires, les observations faites par M. le Comte de Solms sur les *Stigmariopsis* (2), qu'il regarde, d'après leur structure, d'accord avec MM. Grand'Eury et Renault, comme des rhizomes et non comme des racines, appartenant au groupe des Sigillaires à écorce lisse.

M. Renault a découvert, dans les gisements de l'Autunois, une nouvelle forme de bois fossile, dont il a fait le type d'un genre nouveau

(1) R. Zeiller : Végétaux fossiles du terrain houiller de la France, pl. CLXXIV, fig. 1 (1878).

(2) H. Graf zu Solms-Laubach : Ueber Stigmariopsis Grand'Eury (*Palæont. Abhandl.*, VI, p. 223-237, pl. XXX-XXXII. 1894).

sous le nom de *Metacordaites* (1), et que la continuité de sa moelle centrale, la présence dans celle-ci de nombreux canaux gommeux, écartent des Cordaïtes et rapprochent au contraire du *Dadoxylon Pedroi* du Brésil; ce type semble néanmoins voisin des Cordaïtes par ses feuilles sessiles plurinerviées, disposées, ainsi que les rameaux, en série hélicoïdale régulière autour de la tige, et rapidement caduques; mais les feuilles, au lieu d'être planes à leur base, devaient être pliées en V, d'après la disposition qu'affectent à leur sortie les cordons libéroligneux, au nombre de cinq, qui y pénétraient.

Enfin je mentionnerai l'observation qu'a faite M. Potonié (2), relativement aux *Tylodendron*, dont il a trouvé un échantillon en connexion avec des rameaux de *Walchia*, ce qui établit le bien fondé des présomptions qu'avaient suggérées l'association habituelle de ces deux types et leurs ressemblances respectives avec les étuis médullaires et avec les rameaux de certaines de nos Araucariées.

C. — *Etudes relatives au mode de formation des couches de houille.*

Je ne dirai que peu de mots des observations relatives au mode de formation des couches de houille, qui n'ont guère d'intérêt que pour les géologues et les mineurs, et ne touchent qu'indirectement à la botanique. Un botaniste, M. O. Kuntze, s'est pourtant occupé spécialement de la question et a proposé (3) une théorie assez étrange, d'après laquelle les couches de houille seraient des formations marines, provenant de la sédimentation régulière des débris de la végétation d'îles flottantes, formées de plantes entrelaçant leurs racines à la surface de la mer; il désigne ce mode de formation sous le nom de *pélagochthone*, par opposition à ceux d'*allochthone* et d'*autochthone*, correspondant l'un à la formation par transport et l'autre à la formation sur place à la manière des tourbières ou des *swamps* de la Louisiane ; mais cette théorie est trop en désaccord avec les faits observés pour qu'il y ait lieu de s'y arrêter.

M. H. Potonié a fait valoir (4), à l'appui de la théorie de la formation autochthone de la houille, ce fait que les *Stigmaria*, dont on trouve les organes appendiculaires encore en place, rayonnant en divers sens autour de l'axe dont ils dépendent, n'ont pas dû être transportés, mais

(1) B. Renault : Note sur le genre Métacordaïte (*Bull. Soc. hist. nat. Autun*, IX, *Pr. verb.*, p. 90-104, 10 fig. 1896).

(2) H. Potonié : Ueber seine im August 1893 ausgeführte Reise nach den Steinkohlenrevieren an der Ruhr, bei Aachen und des Saar-Rhein-Gebietes (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f.* 1893, XIV, p. XLVI-XLIX. 1894).

(3) O. Kuntze : Geogenetische Beiträge. Leipzig. In-8°, 78 p., 7 fig. 1895.

(4) H. Potonié : Ueber Autochthonie von Carbonkohlen-Flötzen und des Senftenberger Braunkohlen-Flötzes (*Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst. f.* 1895, 31 p., 2 pl. 1896).

au contraire enfouis à la place même où ils ont vécu. Les nombreux troncs encore debout qu'il a observés d'autre part dans les exploitations des lignites tertiaires de Senftenberg ne lui permettent pas non plus de douter que ces lignites soient formés des débris accumulés de végétaux, de *Taxodium* notamment, ayant vécu sur place dans des conditions semblables à celles que réalisent aujourd'hui les *swamps* à Cyprès chauves des Etats-Unis.

M. J. Gosselet a fait valoir également (1), comme une preuve de la formation sur place, la présence, dans les houillères de Lens, de troncs verticaux qui paraissent avoir vécu au lieu même où on les a rencontrés ; mais M. de Lapparent a fait remarquer (2) que, ces troncs étant représentés par des anneaux d'écorce remplis par la substance des schistes encaissants, il était au contraire beaucoup plus naturel de voir en eux des souches creuses transportées là par les eaux, des arbres brisés sur place ayant dû être recouverts, mais non remplis, par les sédiments.

Le R. P. G. Schmitz, qui, depuis quelques années, étudie en détail les couches de houille de Belgique (3), a reconnu, en examinant une série de troncs debout qui paraissaient les restes d'une forêt fossile encore en place, que ces troncs étaient tous dépourvus de racines, franchement coupés à leur partie inférieure, et qu'entre la base ainsi tranchée de plusieurs d'entre eux et la roche sous-jacente s'interposaient des tiges aplaties d'Equisétinées ou de Lycopodinées, ce qui exclut absolument la possibilité de la végétation sur place et ne peut s'expliquer que par le transport. La présence, dans les veines de houille, de nombreux galets roulés, n'est également compatible qu'avec la formation par transport. Par contre le R. P. Schmitz partage entièrement l'opinion de M. Potonié à l'égard des *Stigmaria* qui s'étalent dans les roches du mur des veines de houille et qu'il regarde comme n'ayant pas dû être déplacés. Il y aurait eu alternance entre la formation sur place et la formation par transport, et c'est à ce dernier mode qu'il faudrait rapporter les couches de houille et les bancs stériles situés à leur toit.

III. — Végétaux secondaires antécrétacés.

Je réunis dans cette section les travaux qui se rapportent aux flores triasique et jurassique, à la période que le Marquis de Saporta dési-

(1) J. Gosselet : Note sur des troncs d'arbres verticaux dans le terrain houiller de Lens (*Ann. Soc. Géol. du Nord,* XXIII, p. 171-183. 1896).

(2) A. de Lapparent : Note sur la formation des terrains houillers (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, XXIV, p. 150-154. 1896).

(3) G. Schmitz : Un banc à troncs debout aux charbonnages du Grand-Bac (Sclessin, Liège) (*Bull. Acad. roy. de Belgique,* XXXI, p. 260-266, 1 pl.. 1896).— A propos des cailloux roulés du Houiller (*Ann. Soc. Géol. de Belgique*, XXI, p. LXXI-LXXV. 1894). — Le mur des couches de houille et sa flore (*Ibid.*, XXII, p. 13-17. 1895).

gnait sous le nom d'*ère mésophytique*, dans laquelle on ne rencontre plus de représentants des types caractéristiques de la flore paléozoïque, mais de laquelle les Angiospermes, les Dicotylédones tout au moins, semblent encore absentes, période caractérisée par la prédominance des Gymnospermes, Cycadinées et Conifères, les Fougères étant reléguées au second plan, et les autres classes de Cryptogames vasculaires n'étant guère représentées que par quelques Equisétinées.

M. Michael a décrit (1) un fragment de tige silicifiée provenant du Muschelkalk de la Haute-Silésie, qui ressemble extérieurement à un *Knorria*, c'est-à-dire à un moule interne de Lépidodendrée, mais que sa structure a fait reconnaître pour une tige de Fougère, ayant peut-être quelques rapports avec les Osmondées ; il l'a désignée, provisoirement, sous le nom de *Knorria Mariana*.

Sur un niveau un peu plus élevé, dans le Keuper inférieur de la région orientale de la Thuringe, M. G. Compter a rencontré (2) une flore assez riche, qui, à côté des types habituels du Trias supérieur, lui a fourni quelques formes nouvelles intéressantes : je citerai une Equisétinée à entrenœuds assez longs, à larges côtes fortement convexes, à moule interne finement strié, *Equisetites singularis ;* une fronde filicoïde, rappelant certains *Thinnfeldia* et *Ctenopteris*, que l'auteur regarde comme une Cycadée d'après les caractères de son épiderme et à laquelle il donne le nom de *Cycadites pinnatilobus*, bien qu'il ne s'agisse évidemment pas là d'un *Cycadites* dans le vrai sens de ce terme générique ; un très beau *Sphenozamites*, *Sphen. tener*, à larges folioles cunéiformes; et des feuilles à nervures parallèles, à sommet aigu, largement tronquées à leur base, que l'auteur ne croit pas, à raison de ce dernier caractère, pouvoir regarder comme des folioles détachées de frondes de Cycadées, et qu'il rapporte aux Cordaïtées, sous le nom de *Cordaites keuperianus ;* si cette attribution est exacte, les Cordaïtées auraient passé de la flore paléozoïque dans la flore secondaire, en Europe comme dans la province à *Glossopteris*, où les *Nœggerathiopsis*, qui semblent bien leur appartenir, se poursuivent jusque dans le Rhétien.

C'est à ce dernier niveau que M. N. Hartz (3) rapporte les plantes recueillies au Cap Stewart, sur la côte orientale du Groënland, et qui renferment en effet, avec un *Cladophlebis* et un *Pterophyllum* nouveaux, une série d'espèces de la flore infraliasique de Scanie; je ne serais pas éloigné toutefois de penser qu'il s'agirait là plutôt d'une flore d'âge un peu plus récent, étant donné la présence du *Todea Williamsonis*, qui n'a pas, que je sache, été rencontré dans le Rhétien, et la ressem-

(1) R. Michael : Ueber zwei neue Pflanzenreste aus dem oberschlesischen Muschelkalk (*Naturwiss. Wochenschr.*, X, p. 491-492, 2 fig. 1895).

(2) G. Compter : Die fossile Flora des untern Keupers von Ostthüringen (*Zeitschr. f. Naturwiss.*, LXVII, p. 205-230, pl. II-IV. 1894).

(3) N. Hartz : Planteforsteninger fra Cap Stewart i Ostgronland, med en historisk Oversigt (*Meddelelser om Gronland*, XIX, p. 215-248, pl. VI-XIX. 1896).

blance de certains échantillons figurés sous le nom de *Cladophlebis Rœsserti* avec le *Cladophlebis denticulata* de la flore liasique et oolithique; l'absence de quelques-uns des types les plus caractéristiques de la flore rhétienne fournit, du reste, un autre indice dans le même sens.

M. C. T. Bartholin a fait connaître en détail (1) la flore des couches jurassiques inférieures de l'île de Bornholm, qui paraissent s'étendre depuis la zone la plus élevée du Rhétien jusqu'à la zone inférieure du Lias moyen : cette flore, qui ressemble beaucoup à celle du Lias inférieur de Steierdorf, a offert à l'auteur un certain nombre de formes nouvelles, entr'autres un *Sagenopteris*, un *Dicksonia* représenté par des échantillons fertiles aussi bien que stériles, un *Otozamites* à très petites pinnules, et, parmi les Conifères, plusieurs espèces de *Pagiophyllum*, dont deux sont accompagnées de chatons mâles cylindriques à écailles imbriquées. Une Fougère surtout mérite de fixer l'attention, avec ses frondes polymorphes, tantôt divisées en segments rubanés assez étroits, bifurqués à leur sommet, tantôt simples, à contour orbiculaire ou réniforme avec bord dentelé, et ressemblant à tel point, sous cette dernière forme, au *Protorhipis crenata* des couches rhétiennes de Scanie, que l'on serait en droit de croire à l'identité spécifique; la nervation, formée de nervures principales bifurquées, et de nervures d'ordre plus élevé anastomosées en un réseau complexe, reproduit trait pour trait, ou à bien peu près, celle des *Dipteris* actuels, et les sores, très petits, sont disposés comme chez ces derniers. M. Bartholin a rangé cette espèce dans le genre fossile *Hausmannia*, sous le nom de *Hausm. Forchhammeri*. La présence de sores bien visibles sur quelques-uns de ces échantillons ne permet pas de douter, dans tous les cas, qu'on ait affaire là à une Fougère, alliée probablement d'assez près aux *Dipteris*, et cette constatation me semble de nature à faire disparaître toute incertitude quant au classement des *Protorhipis*, dans lesquels le Marquis de Saporta était disposé à soupçonner des feuilles de Dicotylédones primitives, interprétation que M. Lester Ward a admise également, mais sans l'entourer des mêmes prudentes réserves que son auteur.

Je ne crois pas inutile, à l'appui de l'observation faite par M. Bartholin, de figurer ici (Pl. 21, fig. 1 à 5) quelques échantillons de Steierdorf auxquels j'ai déjà fait allusion ailleurs (2) et qui me paraissent établir, pour le *Protorhipis Buchi*, c'est-à-dire pour le type même du genre, la légitimité de l'attribution aux Fougères : ils consistent en de nombreux lambeaux de frondes, présentant tous la nervation caractéristique de l'échantillon figuré par Andræ, lequel provient du même gisement; les bords en sont diversement lobés, mais sur quelques-uns ils montrent

(1) C. T. Bartholin ; Nogle i den Bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger. Copenhague, in-8°, 49 p., 14 pl. (*Botan. Tidskrift*, XVIII, p. 12-28, pl. V-XII, 1892; XIX, p. 87-113, pl. I-VI, 1894).

(2) *Annuaire géologique universel*, VIII, p. 891 (1893).

des dentelures assez semblables à celles de cet échantillon type pour que l'identification ne puisse laisser prise au doute. La division du limbe en deux portions symétriques, palmatifides l'une et l'autre, que l'on voit sur les figures 1 et 2, prouve qu'on a affaire là à des frondes constituées sur le même plan que nos *Dipteris*, dont elles offrent exactement la nervation, si bien qu'on serait tenté de penser qu'il s'agit de représentants fossiles de ce dernier genre. Les autres lambeaux, plus grands, qui se trouvent sur les mêmes plaques, tels que ceux que reproduisent les fig. 3 à 5, sont trop incomplets pour qu'on puisse s'assurer si toutes les frondes présentaient le même mode de division, et dans quelles limites leur forme générale était susceptible de varier. L'aspect des fragments de frondes de l'échantillon type du *Protor. Buchi* (1), de même que celui de quelques-unes des figures du *Hausmannia Forchhammeri* de Bornholm, semble dénoter des frondes orbiculaires; les deux espèces, évidemment très voisines l'une de l'autre, auraient eu en ce cas des frondes dimorphes, comme cela a lieu, par exemple, chez les *Drynaria*, auxquels on avait depuis longtemps comparé les *Protorhipis;* toutefois on peut se demander si ces larges fragments à contour général arrondi ne proviendraient pas simplement de l'une ou de l'autre moitié d'une grande fronde bipartite à segments en forme d'éventail largement ouvert; mais la découverte d'échantillons plus complets pourra seule faire la lumière à cet égard. L'un des échantillons de Steierdorf (fig. 5) montre à sa surface de petites saillies charbonneuses régulièrement réparties (fig. 5 A), qui paraissent représenter des sores, disposés comme ceux des *Dipteris* et du *Hausm. Forchhammeri*, mais la conservation est trop imparfaite pour qu'on puisse s'assurer de leur nature et y discerner des sporanges. Quoi qu'il en soit, la ressemblance avec les *Dipteris*, attestée par la bipartition des fragments de frondes des fig. 1 et 2, est trop complète pour qu'on puisse méconnaître l'affinité du *Protorhipis Buchi* avec ce genre de Fougères et hésiter sur son interprétation. On a pu, sans doute, rapporter aux *Protorhipis* des échantillons présentant d'autres caractères que ceux des empreintes dont il vient d'être parlé, et je dois reconnaître que le *Protor. Choffati* Sap. de l'Urgonien du Portugal n'a pas rigoureusement la même nervation; mais pour les *Protorhipis* de la flore rhétienne et liasique, il n'y a plus, ce me semble, à douter qu'ils doivent être formellement rangés parmi les Fougères, et il faut renoncer à voir en eux des preuves de l'existence des Dicotylédones à une époque aussi reculée.

M. O. Lignier a étudié (2) les plantes fossiles, peu nombreuses, du Lias moyen de Sainte-Honorine-la-Guillaume, dans l'Orne : il y a

(1) K. J. Andræ : Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates, pl. VIII, fig. 1 (*Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, II).

(2) O. Lignier : Végétaux fossiles de Normandie. II. Contributions à la flore liasique de Sainte-Honorine-la-Guillaume (Orne) (*Mém. Soc. linn. de Normandie*, XVIII, p. 121-152, pl. VII. 1895).

reconnu des fragments de bois, ainsi que des moules d'étuis médullaires à diaphragmes transversaux semblables aux *Artisia*, qui semblent les uns et les autres appartenir aux Cordaïtées, observation qui viendrait à l'appui de l'attribution, admise par M. Compter, à laquelle il a été fait allusion plus haut; les Cycadinées sont représentées par des moules d'étuis médullaires, qui constituent des formes spécifiques nouvelles du genre *Cycadeomyelon*, et par des frondes, appartenant l'une au *Cycadites rectangularis*, les autres au genre *Otozamites*, dans lequel elles donnent lieu à l'établissement de deux espèces nouvelles. M. Lignier crée en outre un nouveau genre, sous le nom de *Propalmophyllum*, pour des bases de frondes palmées, montrant seulement un large rachis, des bords duquel partent à droite et à gauche des nervures rayonnantes très saillantes, étagées les unes au-dessus des autres de manière à rappeler quelque peu une base de fronde de *Sabal*; l'auteur rapporte ces feuilles, non sans faire quelques réserves, à une Monocotylédone, représentant peut-être un ancêtre des Palmiers. Ce serait le premier indice de l'existence, à une époque aussi ancienne, de plantes de cette famille; mais quelque hypothétique que soit l'attribution, je ne puis me dispenser de la rectifier, ayant observé dans la flore rhétienne du Tonkin de nombreuses empreintes de ce même type, qui ne sont autre chose que des bases de frondes de Fougères palmées, appartenant au genre *Clathropteris*, et, en partie au moins, au *Clathr. platyphylla*. Je reproduis sur la figure 6 de la Pl. 21 un échantillon qui montre quelles dimensions pouvaient atteindre ces bases de frondes et qui rappelle en même temps l'un de ceux qu'a figurés M. Lignier; quelque incomplet qu'il soit, on peut y reconnaître, sur les portions du limbe comprises entre les nervures (fig. 6 A), la nervation aréolée caractéristique des bases de frondes de *Clathropteris*. Le nom de *Propalmophyllum* devra donc disparaître de la nomenclature.

M. M. Raciborski a publié (1), avec de nombreuses planches à l'appui, le grand travail sur les Cryptogames vasculaires du Jurassique inférieur de Cracovie dont il avait annoncé les premiers résultats il y a déjà quelques années : les argiles réfractaires de Grojec, appartenant à un niveau encore un peu incertain, mais plus élevé que le Lias inférieur et plus bas que l'Oolithe inférieure, lui ont fourni, parmi un grand nombre d'empreintes de Fougères appartenant pour la plupart aux types déjà observés dans le Lias inférieur, une quantité importante d'échantillons fructifiés; il a pu rapporter ainsi les *Pecopteris princeps* et *Pec. Williamsonis* au genre *Todea*, le *Pec. lobifolia* au genre *Dicksonia*, les *Pec. exilis*, *Pec. acutifolia* et *Pec. Phillipsi* à un nouveau type générique de Schizéacées, à sporanges rangés en deux séries parallèles sous chaque pinnule, l'une à droite, l'autre à gauche de la nervure; il a donné

(1) M. Raciborski : Flora kopalna ogniotrwalych glinek Krakowskich. Cz. I. Rodniowce (Archegoniatæ) (*Pamietn. Wydz. mat. przyr. Akad. Umiej. w. Krakowie*, XVIII, p. 142-243, pl. VI-XXVII. 1894).

à ce nouveau genre le nom de *Klukia*. Il a reconnu en outre un *Danæa*, un *Osmunda*, un *Alsophila*, un *Thyrsopteris*, plusieurs *Dicksonia*, un type nouveau de Dicksoniées, *Gonatosorus*, caractérisé par la présence sur chaque pinnule d'un sore unique, marginal, à indusie bivalve, situé à la base du limbe, du côté antérieur; un *Davallia*, deux *Hymenophyllum* d'attribution un peu incertaine, le mode d'attache des sporanges n'ayant pu être reconnu, de sorte qu'il s'agit peut-être de Davalliées; un *Gleichenia*, et plusieurs Matoniées, des genres *Laccopteris* et *Microdictyon*. L'auteur rapproche des Polypodiacées, sous le titre de Protopolypodiacées, le genre *Dictyophyllum*, auquel il rapporte notamment une espace singulièrement voisine, par sa nervation, des *Protorhipis* ainsi que des *Dipteris*. La présence de sores non douteux, mais dont les sporanges, peut-être indusiés, n'ont pu être observés, a permis à M. Raciborski de ranger définitivement parmi les Fougères le genre *Thinnfeldia*, que certains auteurs proposaient de rapporter aux Cycadées. Il est arrivé à la même conclusion pour le genre *Ctenis*, qui lui a fourni plusieurs formes spécifiques nouvelles, dont quelques-unes pourvues de sores arrondis, alignés parallèlement aux nervures dans les mailles allongées formées par celles-ci; il n'a pas été possible de discerner les sporanges, et la disposition de ces sores en dehors des nervures pourrait faire douter de l'interprétation; toutefois la régularité qu'ils affectent, couvrant la région inférieure des pinnules chez certaines espèces, la région supérieure au contraire chez d'autres, semble bien dénoter de véritables fructifications; l'auteur pense qu'il s'agit peut-être là d'un type générique voisin des *Diacalpe*. Il a observé en outre quelques Equisétinées, entr'autres un *Equisetum* avec des épis bien conservés.

Ce beau travail, malheureusement peu accessible à la plupart des lecteurs, puisqu'il est écrit en polonais, fait faire un grand pas à nos connaissances sur la flore ptéridologique de l'époque secondaire et atteste l'ancienneté d'un bon nombre des types génériques de Fougères de la flore actuelle.

M. M. Staub a rencontré, dans les couches liasiques du Banat hongrois, une nouvelle et très belle espèce de *Ctenis* (1), dont la fronde, toujours simplement pinnée, devait atteindre 2 mètres de longueur, et dont les pennes lui ont offert également, entre leurs nervures, des ponctuations arrondies que, d'accord avec M. Raciborski, il regarde comme des fructifications.

La présence aux Etats-Unis de la flore jurassique, qui n'y avait pas encore été signalée, vient d'être reconnue par M. Fontaine sur des échantillons recueillis en Californie, près d'Oroville (2); elle y est

(1) M. Staub : Die fossilen Ctenis-Arten und Ctenis Hungarica n. sp. (*Földt. Közlöny*, XXVI, p. 366-374, pl. VIII. 1896).

(2) W. M. Fontaine : Notes on some mesozoic plants from near Oroville, California (*Amer. Journ. of Sci.*, 1896, II, p. 273-275).

représentée par diverses espèces des genres *Cladophlebis*, *Tæniopteris*, *Angiopteridium*, *Ctenis*, *Pterophyllum*, *Ctenophyllum*, *Podozamites* et *Pagiophyllum*, que l'auteur regarde comme devant correspondre à l'Oolithe inférieure.

EXPLICATION DES PLANCHES 20 et 21

Planche 20

Fig. 1 et 2. — *Sigillaria mamillaris* Brongniart. — Empreintes de tiges montrant les cicatrices correspondant aux épis de fructification, placées tantôt sur les côtes elles-mêmes, tantôt entre elles. — Mines de Bully-Grenay (Pas-de-Calais).

Fig. 3. — *Sigillaria approximata* Fontaine et White. — Empreinte de tige montrant les cicatrices d'épis placées entre les séries longitudinales des feuilles et non à l'aisselle de celles-ci. — Puits de recherche de Larche (Corrèze).

Fig. 4 et 5. — *Sigillaria Brardi* Brongniart. — Fragments de tiges, avec cicatrices d'épis disposées en verticilles, et placées, les unes à l'aisselle des feuilles, les autres entre les séries longitudinales de feuilles. — Mines de Blanzy (Saône-et-Loire).

Fig. 4 *A*, 4 *B*, 5 *A*, 5 *B*. — Portions des mêmes échantillons, grossies deux fois et demie, et montrant quelques-unes des cicatrices d'épis flanquées de cicatrices foliaires de dimensions réduites, correspondant aux petites feuilles qui garnissaient la base du rameau fertile.

Planche 21

Fig. 1 à 5. — *Protorhipis Buchi* Andræ. — Fragments de frondes. — Mines de Steierdorf (Hongrie).

Fig. 5 *A*. — Portion de l'échantillon fig. 5, grossie trois fois, montrant de petites protubérances charbonneuses qui paraissent représenter des sores.

Fig. 6. — *Clathropteris* sp. — Fragment d'une base de fronde palmée. — Mines de Kébao (Tonkin).

Fig. 6 *A*. — Portion du même échantillon, grossie deux fois, montrant la nervation aréolée d'une partie du limbe comprise entre deux nervures principales.

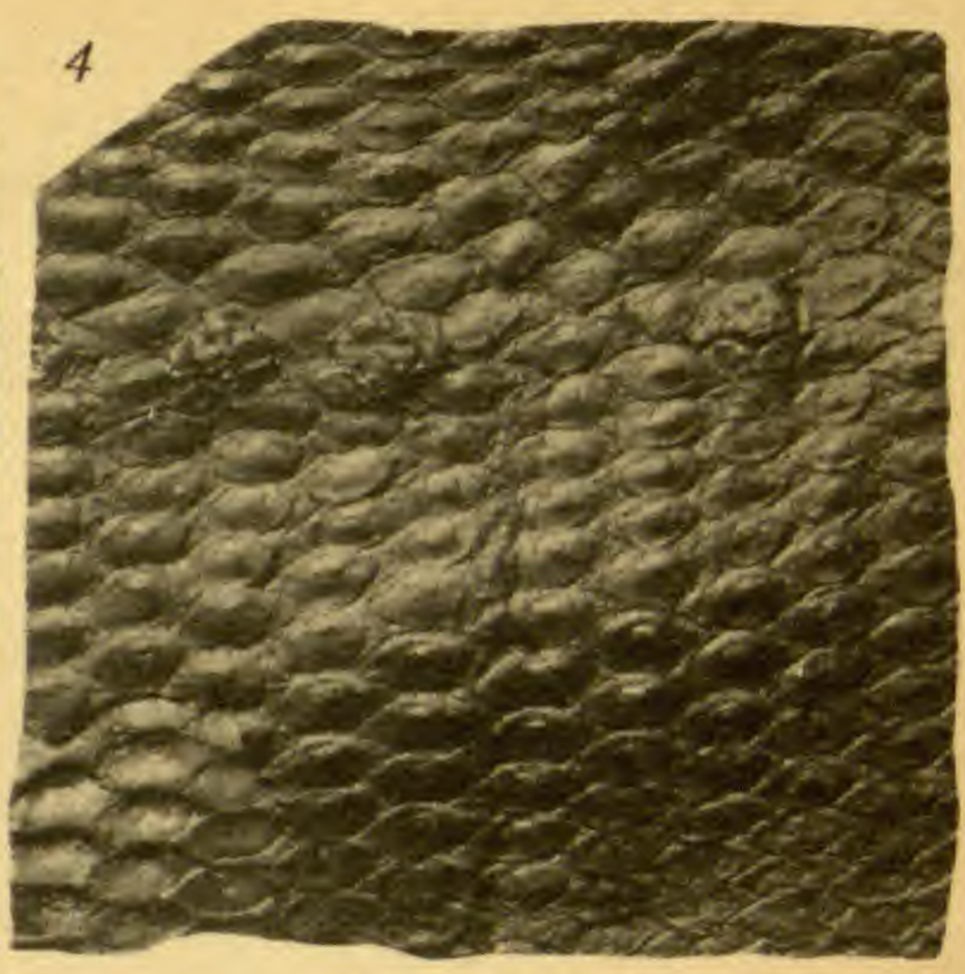
(A suivre).

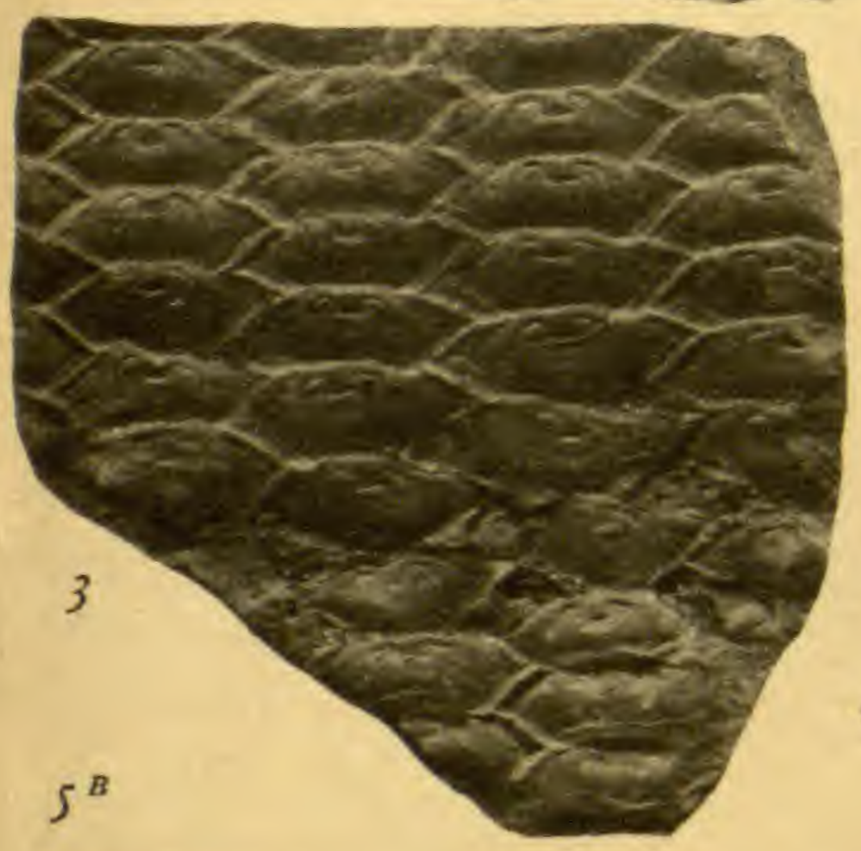
R. Zeiller.

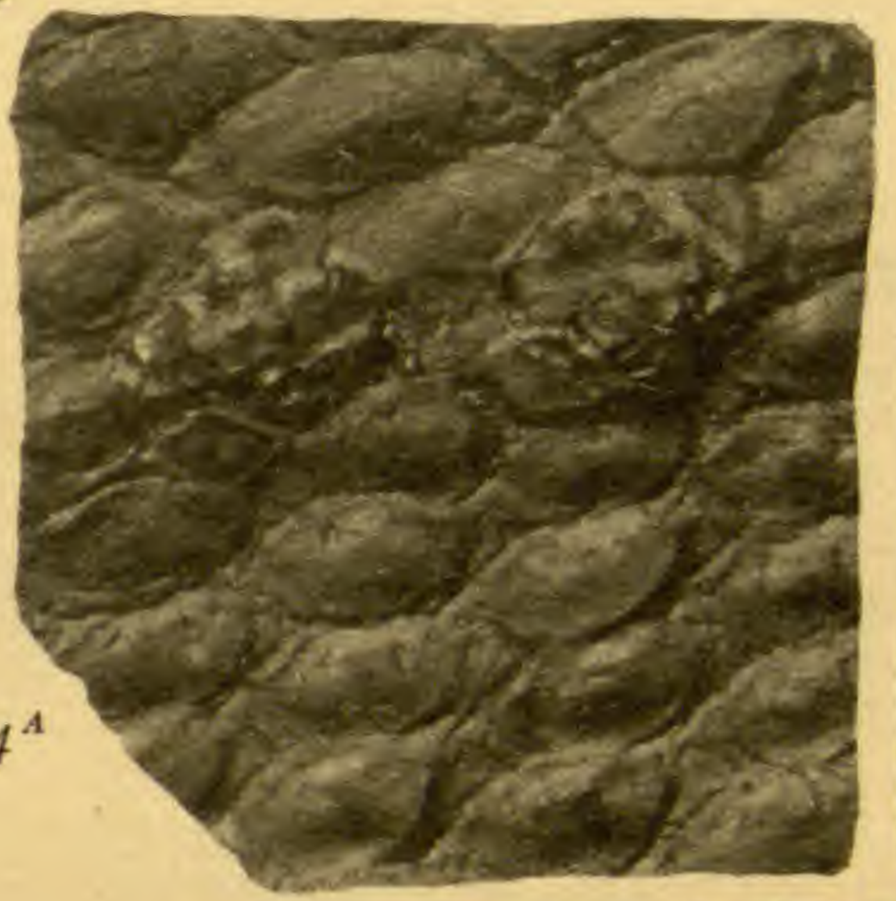
Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.


1


2


4

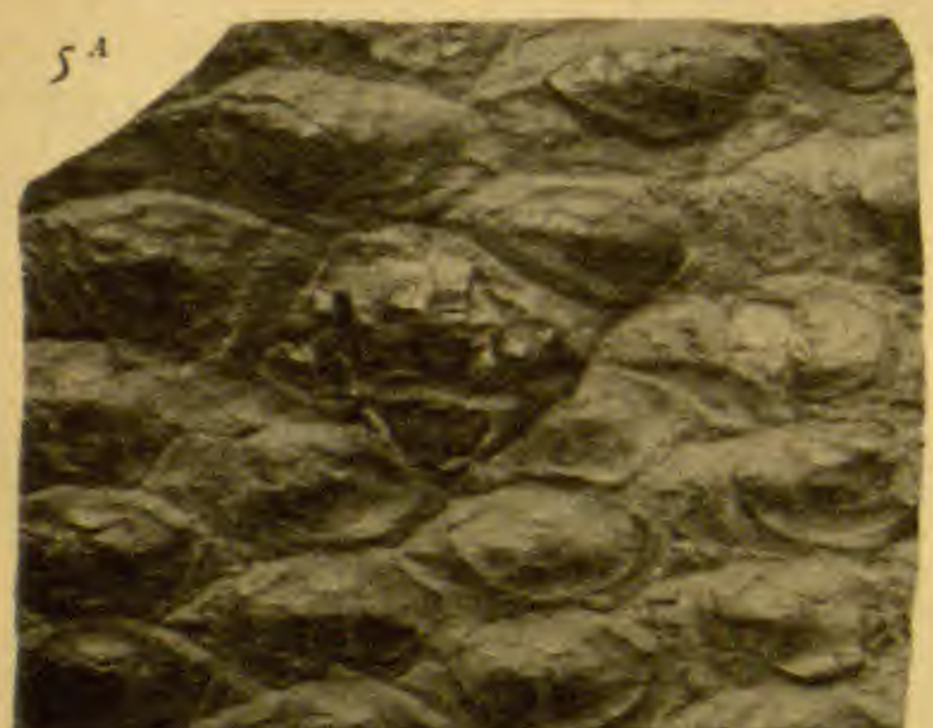

3


4 A


4 B


5 B


5


5 A

1, 2. — *Sigillaria mamillaris. Brongniart.*
3. — *Sig. approximata. Font. et White.*
4, 5. — *Sig. Brardi. Brongn.*

Sohier à Paris

Sohier à Paris

1 à 5. — Protorbipis Buchi. Andræ.
6. — Clathropteris (base de fronde).

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.

22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.*

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

LISTE DES AUTEURS

des principaux Mémoires ou Articles parus dans la

Revue générale de Botanique

AUBERT, docteur ès sciences.

BATTANDIER, professeur à l'Ecole de médecine d'Alger.

BRIQUET, professeur à l'Université de Genève.

BONNIER (Gaston), membre de l'Académie des Sciences.

BORNET, membre de l'Académie des sciences.

BOUDIER, président de la Société de Mycologie.

BOUTROUX, doyen de la Faculté des sciences de Besançon.

COSTANTIN, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

DAGUILLON, maître de Conférences à la Sorbonne.

DANIEL, docteur ès sciences.

DASSONVILLE, vétérinaire de l'armée.

DEVAUX, maître de Conférences à l'Université de Bordeaux.

DUCHARTRE, membre de l'Académie des sciences.

DUFOUR, directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

FLAHAULT, professeur à l'Université de Montpellier.

FLOT, docteur ès sciences.

FOCKEU, docteur ès sciences.

FRANCHET, répétiteur au Muséum d'Histoire naturelle.

GAIN, maître de Conférences à l'Université de Nancy.

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, professeur à l'École de médecine de Reims.

GIARD, professeur à la Sorbonne.

GUIGNARD, membre de l'Académie des sciences.

HECKEL, professeur à l'Université de Marseille.

HENRY, professeur à l'École forestière de Nancy.

HERVIER (L'Abbé Joseph).

HICKEL, garde général des forêts.

HOCHREUTINER, docteur ès sciences de l'Université de Genève.

HOULBERT, docteur ès sciences.

HUE (l'abbé), lauréat de l'Institut.

HY (l'abbé), professeur à la Faculté catholique d'Angers.

JACCARD, professeur à l'Université de Lausanne.

JACOB DE CORDEMOY, docteur ès sciences.

JANCZEWSKI (de), professeur à l'Université de Cracovie.

JUMELLE, professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

KOLDERUP-KOSENVINGE, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

LAGERHEIM (de), professeur à l'Université de Quito.

LECLERC DU SABLON, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse.

LÉGER (M.), docteur ès sciences.

LESAGE, maître de Conférences à l'Université de Rennes.

LOTHELIER, docteur ès sciences.

LUND, de l'Université de Copenhague.

MACMILIAN (Conway), professeur à l'Université de Minnesota.

MAGNIN, professeur à l'Université de Besançon.

MARMIER, docteur ès sciences, de l'Institut Pasteur.

MASCLEF, lauréat de l'Institut.

MATRUCHOT, maître de Conférences à la Sorbonne.

MER, directeur de la Station forestière de l'Est.

MESNARD, professeur à l'École de médecine de Rouen.

MOLLIARD, chargé de Conférences à la Sorbonne.

NAUDIN, membre de l'Académie des sciences.

PALLADINE, professeur à l'Université de Kharkow.

PARMENTIER, docteur ès sciences.

POULSEN, docteur ès sciences, de l'Université de Copenhague.

PRILLIEUX, professeur à l'Institut agronomique.

PRUNET, maître de Conférences à l'Université de Toulouse.

RABOT (Charles), explorateur.

RUSSELL (William), docteur ès sciences.

SAPORTA (de), correspondant de l'Institut.

SEIGNETTE, docteur ès sciences.

THOUVENIN, professeur à l'École de médecine de Besançon.

TRABUT, professeur à l'École de médecine d'Alger.

VALLOT (J.), directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

VAN TIEGHEM, membre de l'Académie des sciences.

WARMING, professeur à l'Université de Copenhague.

VIALA, professeur à l'Institut agronomique.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

Lille. — Imp. LE BIGOT frères

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Décembre 1897

N° 108

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

AVIS. — Ce numéro renferme la couverture du volume de 1897.

Pour ne pas éprouver de retard dans l'envoi de la *Revue*, on est prié de vouloir bien renouveler son abonnement pour 1898 en envoyant la somme de 20 francs (22 fr. 50 pour l'étranger), à M. PAUL DUPONT, 4, rue du Bouloi, Paris. Dans le cas contraire, l'Éditeur fera présenter une quittance par la poste, le 15 Janvier 1898.

LIVRAISON DU 15 DÉCEMBRE 1897

I. — DE L'INFLUENCE DE LA GELÉE PRINTANIÈRE DE 1897 SUR LA VÉGÉTATION DE QUELQUES ESSENCES FORESTIÈRES (avec planche et figures dans le texte), par **M. Ed. Griffon** 417

II. — SUR LE RÔLE DES TUBES CRIBLÉS, par **M. G. Chauveaud** 427

III. — SUR UNE GERMINATION TÉRATOLOGIQUE DU POIS (avec figures dans le texte), par **M. Henri Coupin** 431

IV. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet** *(fin)* 435

V. — REVUE DES TRAVAUX DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE, publiés dans le cours des années 1893-1896 (avec planches), par **M. R. Zeiller** *(suite)* . . . 449

VI. — TABLES DU VOLUME DE 1897 463

PLANCHE CONTENUE DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 22. — *Chêne, Hêtre, Frêne (Pousses normales et pousses de remplacement).*

Cette livraison renferme en outre seize gravures dans le texte

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisieme page de la couverture.

DE L'INFLUENCE DE LA GELÉE PRINTANIÈRE DE 1897

SUR LA VÉGÉTATION DE QUELQUES ESSENCES FORESTIÈRES[1]

par M. Ed. GRIFFON

Les gelées printanières sont des phénomènes qui se présentent à peu près tous les ans, avec une intensité variable, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et qui peuvent causer, quand la végétation est avancée, de sérieux dégâts dans les cultures. Cette année, le 12 mai, le thermomètre est descendu à huit degrés au-dessous de zéro dans la région parisienne; et alors, non-seulement les champs, les vignes et les jardins ont eu à souffrir du froid, mais encore les forêts.

La gelée, en effet, a détruit plus ou moins complètement le feuillage des arbres et en particulier du Chêne et du Hêtre sur quelques points de la forêt de Fontainebleau. Dans les forêts domaniales de Haye (plateau calcaire à 300 mètres d'altitude) et de Champenoux (plaine liasique à 250 mètres), en Meurthe-et-Moselle, ces mêmes essences ont été fort éprouvées. Dans la Haute-Saône, où le froid a été très vif, des plantations de Sapins pectinés, de Tsugas de Douglas, d'Épicéas, ont été gelées. Dans les basses montagnes des Vosges, les Sapins ont été atteints. Des gelées analogues à la précédente et qui se sont produites il y a quelques années, méritent d'être signalées. C'est ainsi que le 24 mai 1895, le froid a sévi dans les forêts des Vosges, du Jura et des Alpes; le 17 mai 1891, il a détruit dans le Jura le feuillage de tous les Hêtres jusqu'à 1100 mètres d'altitude (2).

A Fontainebleau, j'ai pu étudier l'influence que la gelée a exercée

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

(2) Je tiens ces renseignements de M. Henry, professeur à l'École Forestière : qu'il me soit permis de lui adresser ici tous mes remerciements.

sur la végétation du Chêne et du Hêtre. A la fin de mai, toutes les parties inférieures des arbres, les seules qui aient eu à souffrir du froid, avaient pris cette teinte rouge caractéristique des feuilles grillées et qui ne laissait pas de donner à quelques points de la forêt un certain pittoresque; vers le milieu de juin, une frondaison nouvelle était déjà apparue, au moins pour le Chêne, et son vert tendre contrastait agréablement avec la couleur foncée des feuilles mortes restées encore attachées aux rameaux.

J'ai cherché à déterminer comment et dans quelle mesure les parties détruites étaient remplacées par des rameaux nouveaux et j'ai comparé anatomiquement ces derniers aux rameaux normaux du printemps et aux pousses supplémentaires qui se produisent tous les ans en été (pousses d'août). Depuis, j'ai étudié d'autres essenses qui ont eu à souffrir de la gelée, comme le Robinier Faux-Acacia, le Charme, le Châtaignier et le Frêne. Ce sont les observations que j'ai faites sur ces arbres, jointes à celles que j'ai déjà publiées sur le Chêne et le Hêtre (1), que je me propose d'exposer ici.

I. — Naissance des pousses de remplacement

Chêne. — Dans cette essence, les pousses d'août sont très fréquentes et leurs dimensions en longueur sont très souvent supérieures à celles des pousses de printemps, qu'elles continuent directement ou dont elles sont les ramifications.

Quand la pousse de printemps a été gelée, deux cas sont à considérer :

1° Elle a été complètement détruite, et c'est un des bourgeons latéraux situés à l'extrémité de la branche formée l'an dernier, qui s'est développé, donnant ainsi une pousse de remplacement (fig. 76, *r*). Au-dessous de cette dernière, il s'en est parfois formé d'autres, ce qui n'aurait peut-être jamais eu lieu dans la gelée (fig. 76, *r'*, *r''*).

2° La pousse de printemps n'a pas été atteinte à sa base et c'est un bourgeon de la partie respectée par le froid qui a donné le rameau de remplacement. Dans ces deux cas, et surtout dans le second, la pousse née après la gelée, s'est développée de façon à

(1) Ed. Griffon : *Influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation du Chêne et du Hêtre* (C. R. Acad., 11 octobre 1897).

se rapprocher de la direction du rameau détruit, ne faisant plus avec elle qu'un angle de 10 à 30 degrés, au lieu de 70 environ, comme dans le cas de la ramification normale ; des faits analogues ont d'ailleurs été observés par les auteurs qui se sont occupés des remplacements produits à la suite de mutilations. Enfin, chose importante à signaler, les pousses de remplacement, qui n'ont fait défaut qu'exceptionnellement, n'ont jamais donné de pousses d'août et elles sont toujours beaucoup moins développées que les pousses normales.



Fig. 76. — Branche de Chêne, gelée : *a*, rameau de l'année gelé ; *b*, rameau de l'année précédente ; *r*, pousse de remplacement ; *r'*, *r''*, pousses de remplacement probables.



Fig. 77. — Branche de Chêne, gelée : mêmes lettres que dans la figure 76.

Hêtre. — Cette essence d'ombre a comme toujours été très longue à réparer le dommage causé par le froid et cela d'une façon fort imparfaite. Très souvent, ce n'est pas seulement la pousse de printemps qui a été atteinte, mais aussi, sur une certaine longueur, le bois de l'année précédente ; il en résulte qu'il n'a pu naître aucune pousse de remplacement à l'extrémité du rameau de 1896 attaqué par la gelée. Ce sont alors des bourgeons formés sur la partie respectée de ce rameau de 1896 qui se sont allongés en pousses feuillées (fig. 78, r', r''). Dans d'autres cas, plus fréquents,

ces bourgeons ne se sont pas développés, en sorte que les rameaux de 1896 sont restés sans feuilles cette année, pendant toute la durée de la végétation. Pourtant il s'est formé dans un certain nombre de cas de véritables rameaux de remplacement, qui ont pris nais-



Fig. 78. — Branche de Hêtre, gelée : mêmes lettres que pour la figure 76.

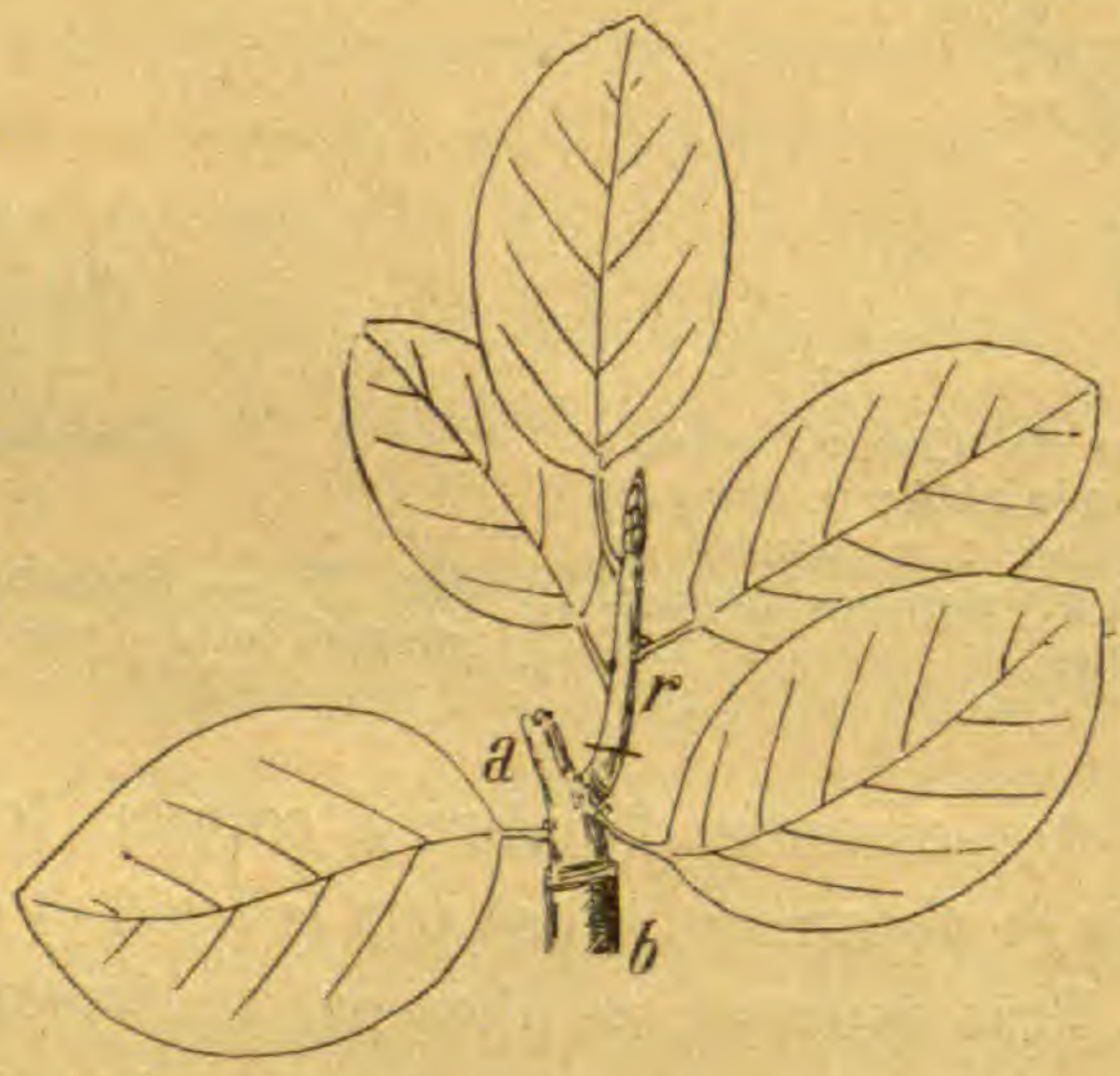


Fig. 79.— Branche de Hêtre, gelée : mêmes lettres que pour la figure 76.

sance à la base des pousses gelées et qui, en se développant, se sont rapprochées d'elles comme chez le Chêne (fig. 79, *r*). Mais ces rameaux sont toujours peu développés; leur longueur dépasse rarement $0^m,10$ et elle peut s'abaisser à $0^m,001$. Toutes les pousses

de remplacement, tardivement formées, se reconnaissent avec facilité, au premier abord, en ce que, même à la fin de la végétation, elles sont encore couvertes de poils ; leurs feuilles sont relativement petites. Les pousses d'août, qui sont plus rares chez le Hêtre que chez le Chêne, ne se sont jamais produites sur les pousses de remplacement..

Charme. — Cette essence, qui n'était pas représentée dans les points où le froid s'est fait vivement sentir, a donc fort peu souffert dans la forêt de Fontainebleau. J'ai cependant rencontré des rameaux gelés et qui ont été remplacés grâce au sous-bourgeon, qui est si fréquent entre le bourgeon principal et le coussinet et qui permet, grâce à la taille, de former des charmilles au feuillage si touffu ; mais dans ce cas le rameau de remplacement est encore moins développé que la pousse normale et, extérieurement, on voit qu'il est à un état plus jeune par sa coloration moins rouge et son plus petit nombre de lenticelles.

Châtaignier. — Ici, la végétation était peu avancée au moment de la gelée; l'anatomie des pousses de remplacement sera, comme nous le verrons plus loin, peu modifiée; mais, néanmoins, le développement en longueur de ces pousses s'est trouvé réduit notablement et les feuilles sont souvent plus petites que les feuilles normales.

Robinier Faux-Acacia. — Cet arbre, qui a pourtant un tempérament rustique, grâce sans doute à ce que l'évolution printanière de ses bourgeons est très tardive, a eu, en plusieurs points, et notamment dans le jardin du laboratoire de Biologie végétale, ses pousses nouvellement nées complètement détruites; celles-ci sont tombées et les arbres ne possèdent plus à l'heure actuelle que des pousses de remplacement. Mais j'ai trouvé des individus sur lesquels on voit à la fois des rameaux normaux et des rameaux



Fig. 80. — Partie terminale d'un jeune Frêne, gelée : mêmes lettres que dans la figure 76.

de remplacement nés à la suite de la gelée qui a souvent atteint, comme chez le Hêtre, une partie du bois de l'année précédente. Les remplacements se sont produits facilement ; on sait, en effet, que chez le Robinier, les bourgeons sont toujours par groupes de deux à cinq dans des cavités tapissées de poils à l'aisselle des feuilles. Les pousses normales ont un développement continu pendant toute la durée de la végétation et elles peuvent atteindre une longueur très grande, qui dépasse souvent deux mètres ; les pousses de remplacement se sont toujours montrées très petites et peu vigoureuses.

Frêne. — Les quelques pieds de jeunes Frênes que j'ai pu examiner ont eu l'extrémité de l'axe principal gelée sur une longueur de dix centimètres en moyenne, ainsi que la pousse du printemps qui terminait cet axe. Deux rameaux se sont alors développés sur ce dernier, ne faisant avec lui qu'un angle d'une trentaine de degrés au lieu de 80, comme dans le cas normal. Ce rameau portait des feuilles plus petites que celles des arbres non gelés (fig. 80).

II. Comparaison anatomique des pousses normales et des pousses de remplacement.

Le retard apporté dans l'évolution des pousses de remplacement et le fait même de la disparition d'une partie du feuillage, ne pouvaient manquer de retentir sur la structure de ces pousses. Le Chêne surtout était intéressant à étudier sous ce rapport, à cause de la grande fréquence des pousses d'août qui se sont toujours développées après les pousses de remplacement ; ce fait m'a permis alors, dans une certaine mesure, de mettre en évidence l'influence exercée sur la morphologie interne, par la suppression des jeunes rameaux elle-même, abstraction faite de la plus courte durée de l'évolution des pousses de remplacement.

Toutes les comparaisons ont porté sur des rameaux adultes, coupés à la fin de la végétation. Je me suis assuré au préalable que les différences constatés à la base des pousses considérées, sont les mêmes qu'au milieu ou au sommet de ces dernières.

J'examinerai successivement et pour chaque essence, les diverses régions des rameaux, puis les feuilles.

1° Rameaux.

a. Liège. — Ce tissu de protection est en général moins développé dans la pousse de remplacement. C'est ainsi que chez le Chêne et le Robinier, il est formé par cinq assises de cellules au lieu de six ou sept qu'on observe dans les pousses normales (Pl. 22, fig. 1_a et 1_b, *l*). Il en est de même chez le Hêtre, où le liège ne compte que quatre ou cinq assises de cellules au lieu de six (Pl. 22, fig. 2_a et 2_b, *l*). Dans le Frêne, on compte trois de ces assises au lieu de quatre (Pl. 22, fig. 7_a et 7_b, *l*). Dans le Châtaignier et le Charme, les différences sont peu sensibles et il en sera ainsi pour tous les autres tissus ; ceci d'ailleurs concorde avec ce fait que les deux essences en question ont gelé alors que leur végétation était peu avancée, le retard causé et la perte occasionnée étant par suite moindres.

b. Parenchyme cortical. — Il renferme chez le Hêtre des éléments de soutien qui sont des cellules scléreuses. Celles-ci font toujours défaut ou sont très peu représentées dans la pousse de remplacement (Pl. 22, fig. 2_a et 2_b , *c. scl.*). Rien à signaler dans cette région pour les autres arbres, si ce n'est que pour le Charme, les épaississements de la membrane des cellules collenchymateuses sont plus marqués dans les pousses nées après la gelée.

c. Péricycle. — Chez toutes les espèces étudiées, le péricycle donne naissance à des îlots de fibres, en face des faisceaux libéroligneux. Ces îlots sont réunis entre eux vis-à-vis des rayons médullaires par des amas de cellules scléreuses, très développées dans le Charme, et ils constituent ainsi un anneau continu jouant un rôle de soutien. Chez le Chêne, cet anneau est moins important dans la pousse de remplacement et les fibres y ont leurs parois moins épaisses (Pl. 22, fig. 1_a et 1_b , *f.p.*). Il en est de même chez le Hêtre, où les cellules scléreuses font défaut (Pl. 22, fig. 2_a et 2_b , *c. scl.* et *f.p.*). Chez le Frêne, la différence est également très nette (Pl. 22, fig. 7_a et 7_b , *c. scl.* et *f.p.*). Chez le Robinier, le Charme et le Châtaignier, on ne constate guère de différence que dans les épaississements de la membrane des fibres.

d. Liber. — Il y a peu de chose à dire sur ce tissu, sinon que proportionnellement au diamètre du rameau, il est moins développé dans la pousse de remplacement comme d'ailleurs le bois

lui-même. Chez le Chêne cependant, le liber secondaire, dans la pousse d'août comme dans celle du printemps, renferme des îlots fibreux qui manquent dans la pousse de remplacement (Pl. 22, fig. 1_a et 1_b, *f. l.*).

e. Bois. — On sait que le bois secondaire est constitué par des vaisseaux, du parenchyme et des fibres ligneuses. Ces fibres se développent en abondance à la fin de la végétation; et, entremêlées de quelques vaisseaux à calibre étroit, elles constituent une zone désignée sous le nom de bois d'automne par opposition au bois poreux du printemps. C'est sur le développement de ces fibres surtout que l'influence de la gelée s'est fait le plus sentir. Ce qui frappe en effet, quand on examine des coupes, c'est l'absence de bois d'automne dans les pousses de remplacement; les gros vaisseaux se rencontrent jusqu'au voisinage du liber et les fibres sont beaucoup moins lignifiées. Ces différences sont très accentuées chez le Chêne, le Hêtre et le Frêne (Pl. 22, fig. 1_a et 1_b, 2_a et 2_b, 7_a et 7_b, *f. vs.*). Elles sont encore très nettes chez le Robinier, mais elles deviennent peu marquées chez le Charme et le Châtaignier. Les pousses de remplacement du Hêtre ont beaucoup de ressemblance au point de vue anatomique avec ces rameaux rabougris, dont la longueur atteint à peine cinq centimètres en vingt ans, qui se rencontrent en assez grand nombre à l'état normal, et qui, grâce à leurs feuilles presque réunies en fascicules au sommet, contribuent puissamment à augmenter le couvert du Hêtre.

f. Moelle.— Rien de particulier à signaler sur elle. Si on la compare à l'anneau libéro-ligneux, on voit, comme il fallait s'y attendre d'après ce qui a été dit ci-dessus, que son diamètre est plus grand dans la pousse de remplacement; c'est la conséquence du faible développement des faisceaux.

2° Feuilles.

La structure des feuilles a été moins modifiée que celle des rameaux ; cela tient sans doute au temps plus court qui suffit à ces organes pour achever leur évolution. Cependant, j'ai pu observer des différences assez notables dans le pétiole comme dans le limbe.

a. Pétiole. — Ces différences portent sur l'anneau fibreux péricyclique et sur le bois ; elles sont semblables à celles qui ont été

déjà signalées pour les rameaux, à savoir que les fibres sont moins nombreuses, ont leurs parois moins épaisses et que le bois d'automne n'est pas représenté. Ces différences s'observent bien chez le Chêne et surtout chez le Hêtre (Pl. 22, fig. 3_a et 3_b, 4_a et 4_b, *f. p.*, *b*).

b. Limbe. — Son épaisseur est moindre dans la pousse de remplacement et le tissu en palissade a subi une réduction importante. Chez le Chêne, dans la pousse d'août comme dans celle de printemps, l'assise palissadique représente environ la moitié ou même les deux tiers de l'épaisseur du mésophylle; elle n'en est plus que le tiers dans la pousse de remplacement (Pl. 22, fig. 5_a et 5_b, *p. p a.*). Chez le Hêtre, la même différence s'observe (Pl. 22, fig. 6_a et 6_b, *p. p a.*). Chez le Frêne, la seconde assise palissadique qui existe dans la pousse normale manque dans la pousse de remplacement.

Conclusions.

Des observations qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° A la suite de la gelée printanière de cette année, il s'est formé des pousses de remplacement qui ont évolué plus ou moins rapidement, suivant la nature de l'essence. Fréquentes chez le Chêne, le Robinier, le Frêne, plus rares chez le Hêtre, elles ont, dans tous les cas, un développement moins important que celui des pousses normales.

2° Leurs tissus de soutien et de protection présentent un état d'infériorité marqué (Chêne, Hêtre, Robinier, Frêne), même sur ceux de la pousse d'août quand elle existe (Chêne) : Le liège est composé d'un moins grand nombre d'assises de cellules; les cellules scléreuses corticales font défaut (Hêtre); les fibres du liber secondaire ne se forment pas (Chêne); les fibres péricycliques et ligneuses sont moins nombreuses et ont leurs parois moins épaisses; le bois dit d'automne est par suite peu ou point représenté.

3° Des différences analogues quoique moins accentuées s'observent dans le pétiole des feuilles. Celles-ci ont un limbe moins épais (Chêne, Hêtre, Frêne) et le parenchyme en palissade y a subi une réduction importante.

On voit par là que les gelées printanières ont pour conséquence de faire naître des rameaux de remplacement qui paraissent ne remplacer que très imparfaitement les pousses normales et qui sont caractérisés par un plus faible développement et une moins grande différenciation des tissus.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 22.

Les coupes représentées dans cette planche ont été faites aux endroits indiqués par un trait dans les figures 76, 77, 78, 79 et 80.

1a. Pousse normale de Chêne (pousse de printemps). Gr. = 166.
1b. Pousse de remplacement de Chêne. Gr. = 166.
l., liège; *p. co.*, parenchyme cortical; *c. scl.*, cellules sclé-reuses; *f.p.*, fibres péricycliques; *lib.*, liber; *r.m.*, rayons médullaires; *f.l.*, fibres ligneuses; *v.s.*, vaisseaux secon-daires; *v.p.*, vaisseaux primaires; *m*, moelle.
2a. Pousse normale de Hêtre. Gr. = 166.
2b. Pousse de remplacement de Hêtre. Gr. = 166.
Mêmes lettres que pour 1a et 1b.
3a. Pétiole de Chêne (pousse normale). Gr. = 123.
3b. Id. (pousse de remplacement). Gr. = 123.
4a. Pétiole de Hêtre (pousse normale). Gr. = 123
4b. Id. (pousse de remplacement). Gr. = 123.
f.p., fibres péricycliques; *l.*, liber; *b.*, bois; *t.c.*, tissu conjonctif.
5a. Feuille de Chêne (pousse normale). Gr. = 166.
5b. Id. (pousse de remplacement). Gr. = 166.
6a. Feuille de Hêtre (pousse normale). Gr. = 166.
6b Id. (pousse de remplacement). Gr. = 166.
7a. Pousse normale de Frêne. Gr. = 166.
7b. Pousse de remplacement de Frêne. Gr. = 166.
Mêmes lettres que pour 1a et 1b.

SUR LE ROLE DES TUBES CRIBLÉS

par M. G. CHAUVEAUD.

Depuis les travaux de Hanstein on s'accorde généralement à considérer les tubes criblés comme des organes servant au transport des matériaux albuminoïdes. Toutefois plusieurs auteurs ont émis des doutes sur ce point et il y a quelques années Blass a fait à cette hypothèse du transport un certain nombre d'objections (1).

Les recherches que j'ai entreprises sur le développement des tubes criblés (2) m'ont mis à même de constater un certain nombre de faits sur lesquels je vais m'appuyer pour répondre à ces objections.

1° Si ces tubes servaient au transport des matériaux, dit Blass, ils devraient se trouver surtout là où se fait la plus grande consommation de ces matériaux, c'est-à-dire au point végétatif. Or Fischer a déja montré que dans certaines plantes les tubes criblés ne se trouvent que dans le troisième entrenœud, et d'après mes recherches ils ne se voient que dans le second entrenœud (*Quercus*, *Tilia*, etc.) et seulement dans le troisième entrenœud (*Syringa*).

Cette affirmation est le résultat d'observations incomplètes en ce sens qu'elles ne tiennent aucun compte des variations que les saisons produisent dans la structure du point végétatif. En effet, dans un bourgeon à l'état de repos, les tubes criblés ne se voient qu'à une certaine distance du sommet, à un niveau où les vaisseaux sont eux-mêmes bien différenciés. Dans le même bourgeon, en voie de développement actif, les tubes criblés se différencient beaucoup plus tôt, à un niveau où les vaisseaux ne sont pas encore différenciés. En particulier, dans les plantes indiquées par Blass j'ai pu reconnaître la présence des tubes criblés au niveau du premier entre-

(1) *Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Siebtheiles der Gefässbündel* (Bericht der Bot. deut. Gesells., 1890, p. 56).

(2) *Sur le mode de formation des tubes criblés dans la racine des Monocotylédones* (Ann. des Sc. nat., 1897).

nœud. D'ailleurs,que ces tubes criblés soient plus ou moins éloignés du sommet, le tissu auquel ils aboutissent est tout entier à l'état de méristème, par conséquent très perméable aux substances dissoutes qui lui sont apportées. D'autre part, le sommet végétatif de la tige est un exemple mal choisi pour évaluer l'apport des matériaux nécessaires à la production des cellules nouvelles, car en même temps qu'il est un lieu de consommation, il peut être aussi un lieu de production de ces mêmes matériaux. En effet, les nouvelles feuilles, à l'état d'ébauches sur ses flancs, accomplissent les fonctions chlorophylliennes et il en est ainsi du sommet végétatif lui-même. Il vaut mieux s'adresser au point végétatif de la racine, car là, tous les matériaux employés à la production de cellules nouvelles sont bien le résultat d'un transport. Or, dans toutes les racines que j'ai étudiées, et le nombre en est considérable, les tubes criblés apparaissent au voisinage du sommet et possèdent tous les caractères de différenciation maximum alors que les vaisseaux ne sont pas encore différenciés.

2° Blass constate le peu de praticabilité des pores en raison de leur petitesse, ajoutant que ces pores n'ont pas été constatés dans un grand nombre de plantes.

A cela je répondrai que j'ai vu des pores dans les tubes criblés de toutes les plantes que j'ai étudiées et chez beaucoup desquelles ils n'avaient point encore été signalés. En outre, j'ajouterai que si les pores sont en effet le plus souvent extrêmement petits, les parois qui les présentent sont néanmoins plus aisément perméables que les parois des cellules qui n'ont aucune perforation.

3° La troisième objection est relative à l'occlusion des cribles par la substance calleuse, cette occlusion même passagère étant considérée par l'auteur comme une condition très défavorable au transport.

Cette occlusion par le cal est loin d'être un phénomène général ; elle ne s'observe que dans un nombre assez restreint de plantes. En outre, quand elle se produit, cette occlusion a lieu au moment où la végétation s'arrête, par conséquent elle coïncide avec la cessation du transport, ce qui est loin de fournir un argument défavorable à l'hypothèse du transport.

4° Les tubes criblés, par suite de la pression des éléments voisins.

s'oblitèrent et se transforment en un tissu particulier (*Kératenchyme* de Kauwenhoeff) qui doit être un tissu de soutien.

Cette oblitération n'est pas davantage un phénomène général. Quand un tube criblé s'oblitère, par suite de la pression des éléments voisins, il est remplacé par un ou plusieurs tubes criblés développés après lui et qui le suppléent dans sa fonction. Ainsi par exemple, quand dans la racine des Graminées ou des Cypéracées le premier tube criblé s'oblitère, le second tube criblé est bien développé et demeure largement ouvert. Ce dernier ne s'oblitère à son tour que dans les plantes où d'autres tubes criblés existent en dedans de lui, et il ne s'oblitère jamais dans les plantes qui ne possèdent pas d'autres tubes criblés dans leur faisceau libérien. De même, on ne constate jamais aucune trace d'oblitération du tube criblé dans les plantes qui ne possèdent qu'un seul tube criblé par faisceau libérien (certaines Joncées, Naïadacées, etc.)

5° Le nombre peu élevé des tubes criblés comparé à celui des vaisseaux est la cinquième objection.

Comparer les vaisseaux et les tubes criblés sous le rapport de la quantité, c'est supposer qu'ils sont comparables au point de vue du travail à effectuer. Or, tandis que les vaisseaux doivent transporter chaque jour une quantité d'eau considérable pour subvenir aux diverses fonctions de la plante, les tubes criblés n'ont à transporter qu'une quantité de matériaux incomparablement plus faible ; car, si pour une plante annuelle on excepte la coiffe et l'assise pilifère, le corps de la plante représente la totalité des matériaux qui ont pu être transportés par les tubes criblés pendant sa vie entière. Etant donné cette différence dans le travail à accomplir, il est donc naturel de constater une différence dans le nombre des organes affectés à ces deux fonctions. Ce qui confirme bien cette manière de voir c'est que si la quantité d'eau à transporter est moindre, le nombre des vaisseaux diminue sans que le nombre des tubes criblés soit réduit. On peut même voir, sous l'influence de conditions particulières, les vaisseaux disparaître presque complètement, alors que les tubes criblés existent en très grand nombre (1).

6° Se ralliant à l'opinion de Frank, Blass pense que les tubes cri-

(1) *Sur la structure de la racine de l'Hydrocharis Morsus-ranæ.* (Revue générale de Botanique, 1897, p. 305).

blés servent surtout, comme l'endoderme, à la constitution des cellules voisines. Il constate qu'il y a une relation étroite entre la formation du corps ligneux et celle du liber, car chez les plantes ligneuses où le bois est développé les éléments libériens contiennent une grande accumulation de matériaux plastiques. Chez les plantes herbacées, là où le bois est peu développé, ces éléments sont déjà à peine remplis de contenu et enfin dans les plantes aquatiques, il y a des tubes criblés qui présentent seulement les caractères des cellules du parenchyme ordinaire.

Il est évident que les tubes criblés servant au transport, fournissent par ce fait même aux assises génératrices qui les avoisinent, d'autant plus que la croissance des plantes en épaisseur exige d'ordinaire une dépense de matériaux bien supérieure à celle que nécessite leur accroissement en longueur. Toutefois les tubes criblés sont loin d'être liés aux vaisseaux, ainsi que je l'ai déjà indiqué récemment (1).

On voit par les faits que je viens d'exposer combien les caractères anatomiques concordent pour confirmer cette hypothèse du transport par les tubes criblés, et ce n'est qu'en les méconnaissant, qu'on peut interpréter les caractères anatomiques en faveur d'une conclusion contraire.

(1) Loc. cit.

SUR UNE GERMINATION TÉRATOLOGIQUE DU POIS

par M. Henri COUPIN

Cette germination tératologique est remarquable par sa fréquence. Je l'ai toujours rencontrée dans les graines de Pois achetées chez les marchands grainiers. Pour ne citer que deux exemples, dans un lot de cent graines, je l'ai comptée quinze fois, alors que les graines ne germant pas était de quatre. Dans un autre lot de cent graines, je l'ai comptée sept fois, alors que les graines ne germant pas étaient de deux. Toutes les autres germaient normalement.

Ces germinations tératologiques sont nettement reconnaissables à ce que la radicule germe en formant une spirale très serrée de deux ou trois tours de spire (fig. 82). En général, la radicule, dès

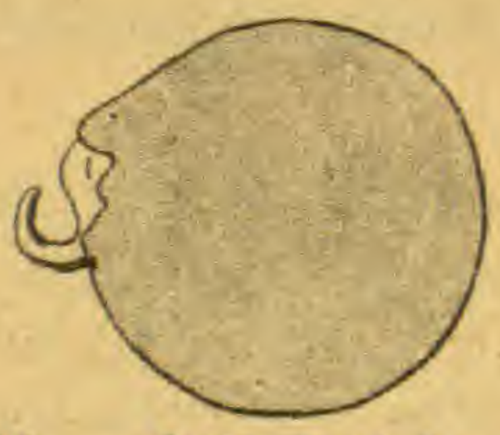


Fig. 81. — Pois dont la radicule commence à germer en spirale.



Fig. 82. — Radicule du Pois germant en spirale.

sa sortie du tégument, s'enroule du côté opposé à celui qui touchait les cotylédons (fig. 81). Quelquefois aussi, mais moins fréquemment, elle se produit en sens inverse ou dans une position intermédiaire.

On remarque presque toujours à la surface de ces spires un sillon longitudinal (fig. 83) qui intéresse une partie de la radicule et de l'axe hypocotylé ou la radicule seulement. Ce sillon est situé à l'intérieur des tours de spires. Quelquefois, mais plus rarement, il est situé sur leur convexité et, parfois, sur leur côté. Enfin le sillon peut faire défaut et la surface de la radicule ne présente, à l'œil, aucune lésion.

Il est bon de remarquer que cette torsion en spirale a lieu, quelle que soit la position de la graine. Si, par exemple, la radicule est tournée vers le bas, la radicule, en germant, remonte verticalement, contrairement aux lois du géotropisme ; puis elle redescend, pour remonter à nouveau. Elle peut aussi germer sur le côté, contrairemnnt encore aux lois du géotropisme.

En général, ces racines spirales, après avoir atteint de 1 à 2 centimètres de longueur, arrêtent leur croissance, mais émettent de nombreuses racines secondaires (fig. 84) qui alors permettent à la plante de se dévelop-



Fig. 83. — Radicule supposée étalée et montrant le sillon longitudinal.

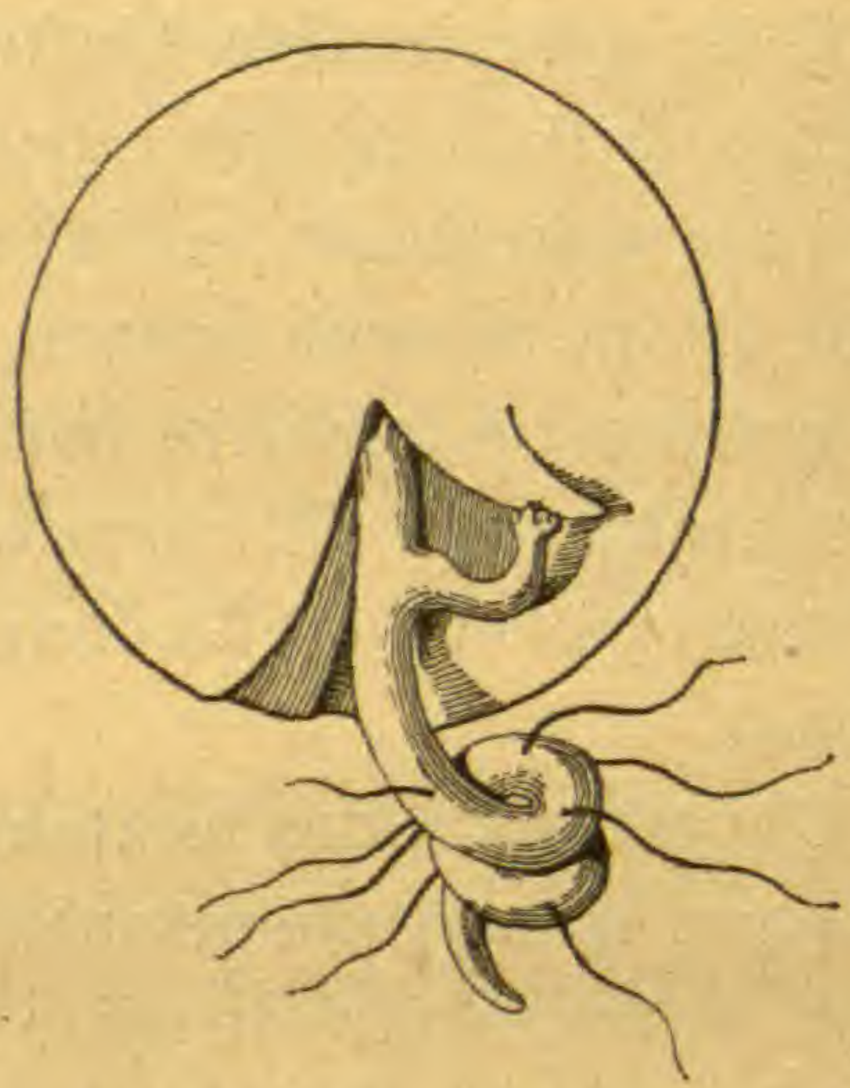


Fig. 84. — Racine de Pois germant en spirale et émettant des radicelles.

per. J'ignore si les pieds qui donnent ces graines tératologiques sont aussi vigoureux que ceux produits par des graines normales.

Pour se rendre compte de la nature de ces altérations, il faut pratiquer des coupes transversales dans la racine et l'axe hypocotylé. On voit toujours ainsi que la coupe est nettement ovale et dorsiventrale.

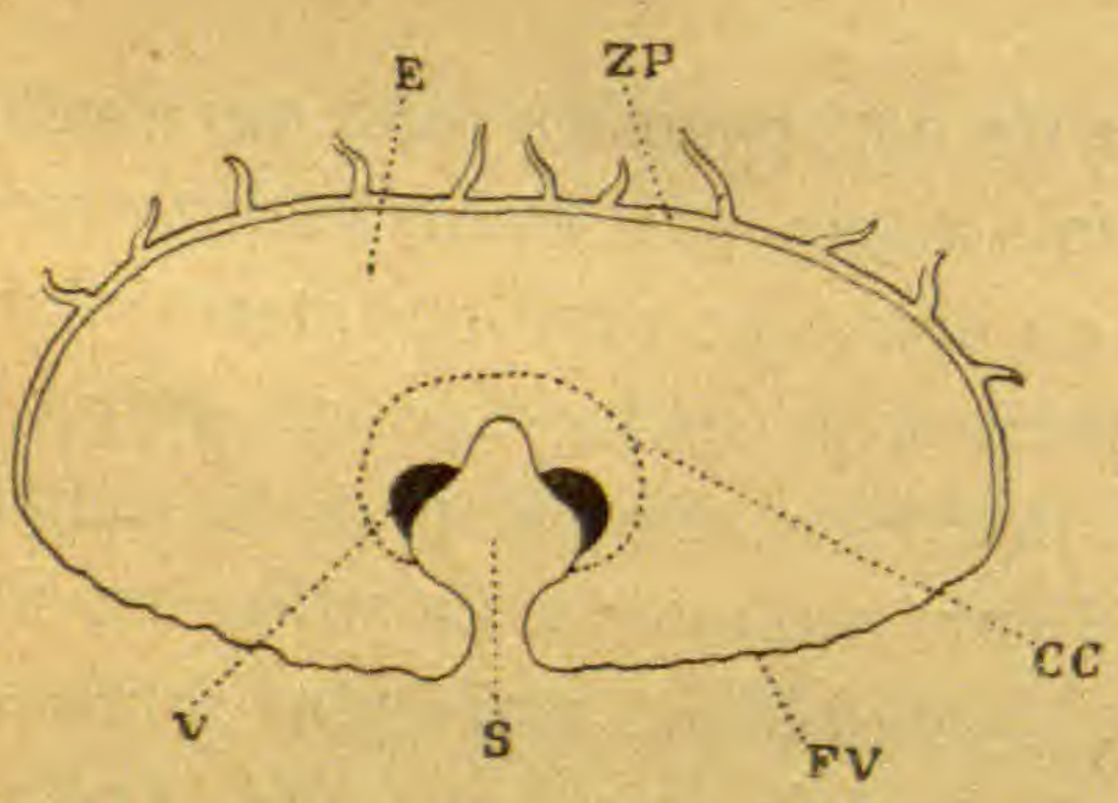


Fig. 85. — Coupe transversale d'une racine de Pois germant en spirale: *ZP*, zone pilifère avec des poils ; *E*, écorce ; *CC*, limite vague du cylindre central ; *V*, vaisseaux ; *S*, sillon ; *FV*, face ventrale ne portant pas de poils.

Prenons, par exemple, le cas le plus fréquent, celui où il y a un sillon. Sur la coupe (fig. 85), on voit que ce sillon pénètre profondément dans l'écorce, jusqu'au milieu du cylindre central. Celui-ci

est, d'ailleurs, très désorganisé; il est impossible de tracer une délimitation entre lui et l'écorce. On n'y rencontre plus que quelques vaisseaux placés tout près de la cavité du sillon. Quant à la zone pilifère, elle est nette à la partie supérieure de l'ovale, mais, à la face inférieure, elle fait pour ainsi dire défaut ; des cellules irrégulières se confondent avec celles de l'écorce. Cette face inférieure, que nous appellerons ventrale, est comme écrasée.

Si l'on fait une coupe à l'une des extrémités du sillon, on voit (fig. 86) que la cavité persiste au centre du cylindre central, mais que les bords du sillon sont réunis par de petites cellules qui viennent se continuer au dehors par une couche allant se raccor-

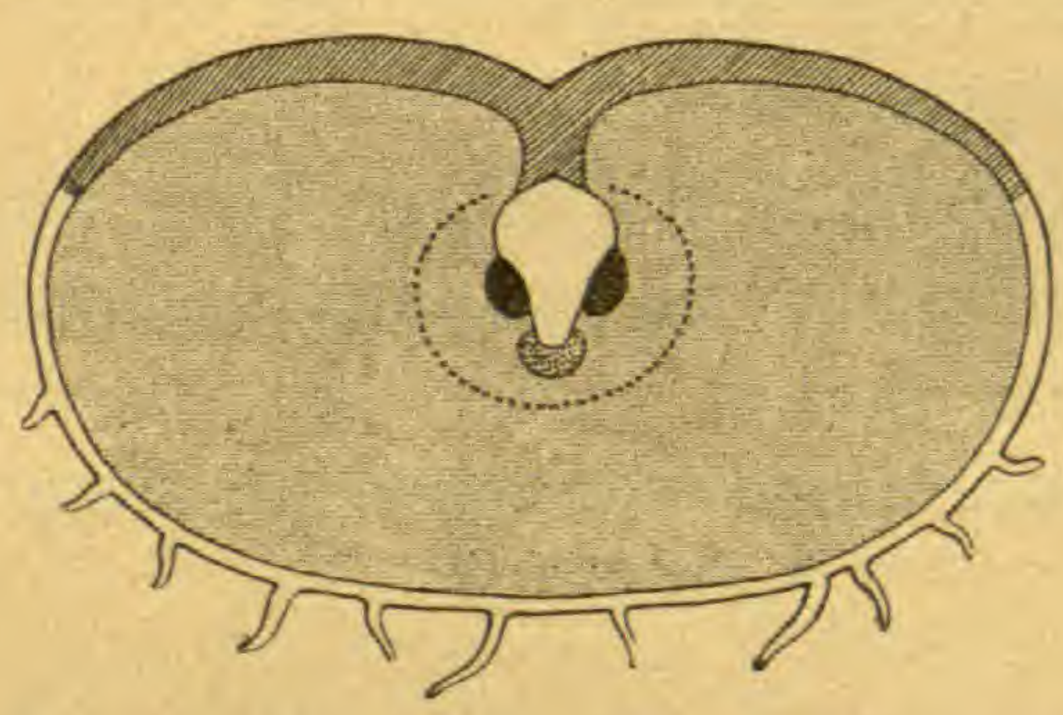


Fig. 86. — Coupe transversale d'une racine de Pois, faite plus haut que celle de la fig. 85. Les hachures indiquent la zone de petites cellules qui oblitèrent le sillon central et se raccordent à la zone pilifère.

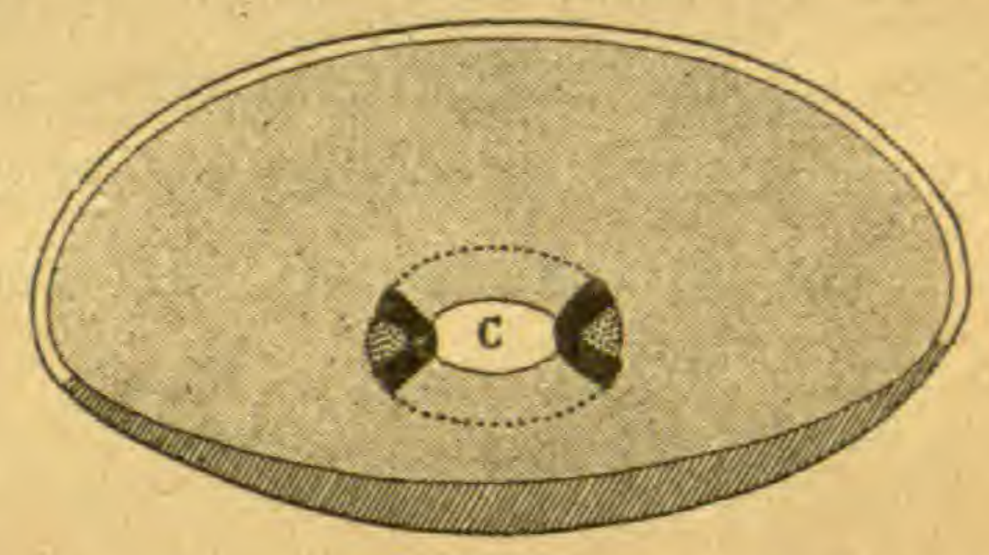


Fig. 87. — Coupe transversale de l'axe hypocotylé du Pois faite un peu plus haut que celle de la figure 86. — *C*, cavité centrale.

der avec l'assise pilifère. Une coupe faite un peu plus loin (fig. 87) montre toujours cette face ventrale épaissie et la cavité médullaire, mais le pont de cellules un peu subérifiées qui les réunit, fait défaut. Plus loin encore, la racine redevient normale.

Parfois, les lésions sont moins profondes; le sillon

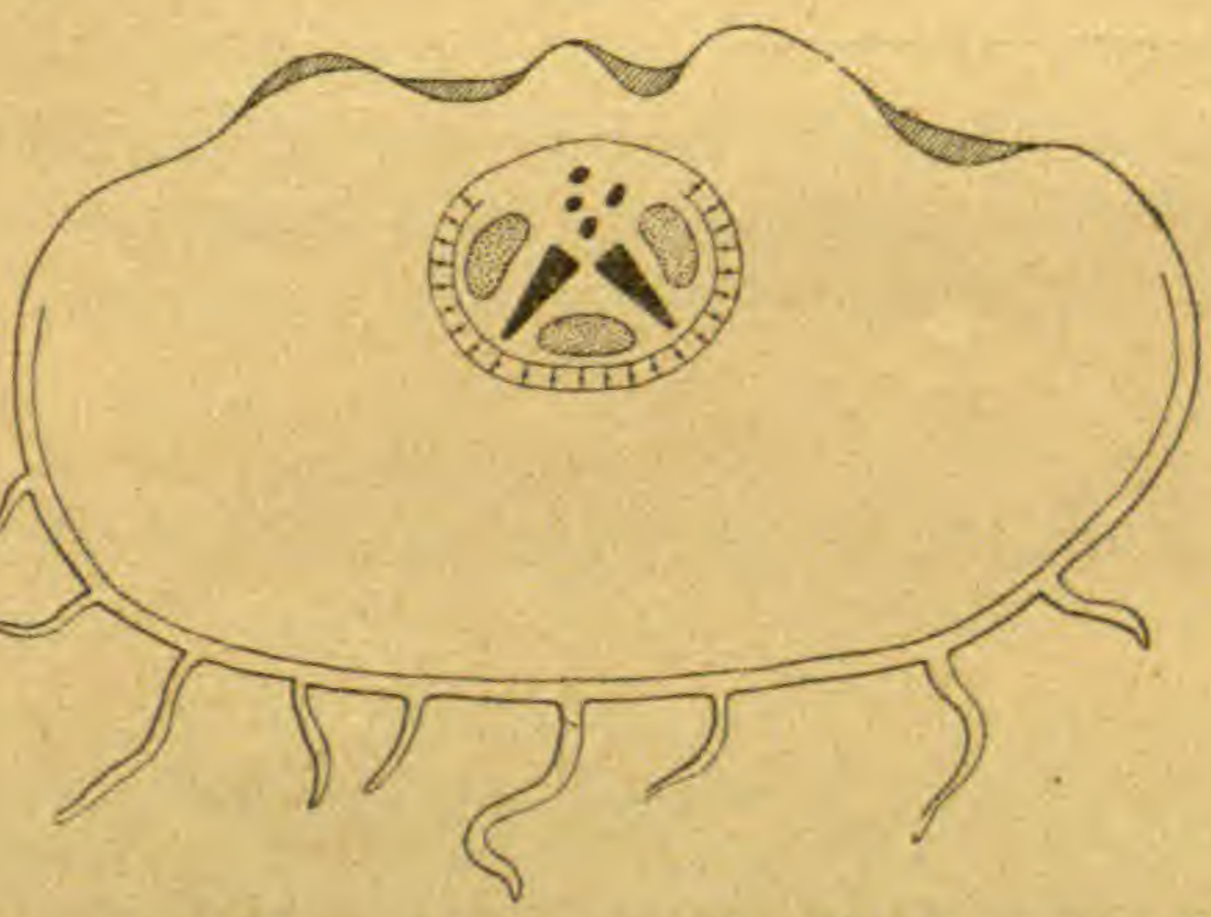


Fig. 88. — Coupe transversale d'une racine de Pois germant en spirale, mais ne présentant pas de sillon. Le liber est en pointillé; le bois est en noir.



Fig. 89. — Coupe transversale d'une racine de bois germant en spirale, mais peu altérée sur la face ventrale.

fait défaut, mais la face ventrale (fig. 88) est comme écrasée. L'épaisseur, à ce niveau, est très inférieure à ce qu'elle est à la partie supérieure. De plus, les cellules y sont très irrégulières, plus ou moins déformées, et la zone pilifère n'est pas distincte. De plus, dans l'écorce, la zone endodermique, à cellules plissées, est interrompue à la face ventrale. Enfin, le faisceau ligneux qui correspond à cette face est désorganisé en deux, trois ou quatre îlots de vaisseaux, alors que les deux faisceaux supérieurs sont continus.

D'autres fois, enfin, l'endoderme n'est pas interrompu (fig. 89), mais présente une encoche à la face ventrale, encoche qui correspond au faisceau également désorganisé.

En somme, la rotation de la radicule tient à ce que l'une des faces de la radicule a été lésée plus ou moins, parfois même incisée jusqu'au milieu du cylindre central.

Il est curieux de voir la fréquence d'une telle altération, dont l'origine nous échappe (1).

(1) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

REVUE DES TRAVAUX
D'ANATOMIE VÉGÉTALE
PARUS EN 1892, 1893 & 1894 *(Fin)*

D'après M. Pfeffer, la macrospore des Sélaginellées, avant de quitter la sporange, se divise d'abord par une cloison en forme de ménisque en deux cellules fort inégales, dont la supérieure, petite, contient un protoplasma très dense et se cloisonne aussitôt de manière à former une calotte de tissu, qui est le prothalle femelle ; l'inférieure, beaucoup plus grande, reste pour le moment indivise et contient des matériaux de réserve. Après la dissémination et la germination, pendant que le prothalle forme vers son sommet plusieurs archégones et que l'exospore se déchire pour les rendre accessibles aux anthérozoïdes, la grande cellule se remplit à son tour d'un tissu de grandes cellules destinées à alimenter les premiers développements de l'embryon.

Les recherches de M. Ernst Heinsen (1) le conduisent à des résultats sensiblement différents.

D'après cet auteur, la macrospore prend naissance par voie endogène dans le protoplasma de sa cellule-mère spéciale. Au début le protoplasma de la spore est homogène, plus tard il devient vacuolaire, puis pariétal. Il est plus épais au sommet de la spore où se trouve le noyau. Celui-ci, par une série de bipartitions, donne naissance à un certain nombre de noyaux qui servent de centre à la formation d'autant de cellules ; le tissu cellulaire ainsi constitué s'accroît graduellement vers le bas et très fréquemment la spore est complètement remplie par ce tissu avant sa maturité. On pourrait observer déjà avant la dissémination les ébauches des archégones. L'évolution de la macrospore serait donc continue et ne présenterait pas les deux phases séparées par un intervalle de repos signalées par M. Pfeffer. Elle serait aussi plus rapide que ne le pensait cet auteur. M. Heinsen n'a jamais vu cette sorte de diaphragme en forme de ménisque qui résulterait du premier cloisonnement de la macrospore et la diviserait en deux régions, l'une prothallienne, l'autre purement nutritive ; par suite cette distinction dans la signification morphologique des parties apiculaire et basilaire du prothalle femelle doit être supprimée. Le prothalle des Sélaginellées n'est

(1) Ernst Heinsen : *Die Makrosporen und das weibliche Prothallium von Selaginella* (Flora, Bd. 78, p. 466-496, mit Tafel XVI, 1894.).

pas anormal et se place entre celui des Isoétées et celui des Gymnospermes.

D'après M. Heinsen, l'étude de la formation du prothalle est rendue très difficile par le grand nombre de granulations que renferme ce protoplasma. Par là, peut-être, s'expliquent les erreurs de ses devanciers. Dans certaines préparations, il a rendu les macrospores transparentes en dissolvant les granulations par la pepsine; tous les cloisonnements ont été rendus ainsi parfaitement visibles.

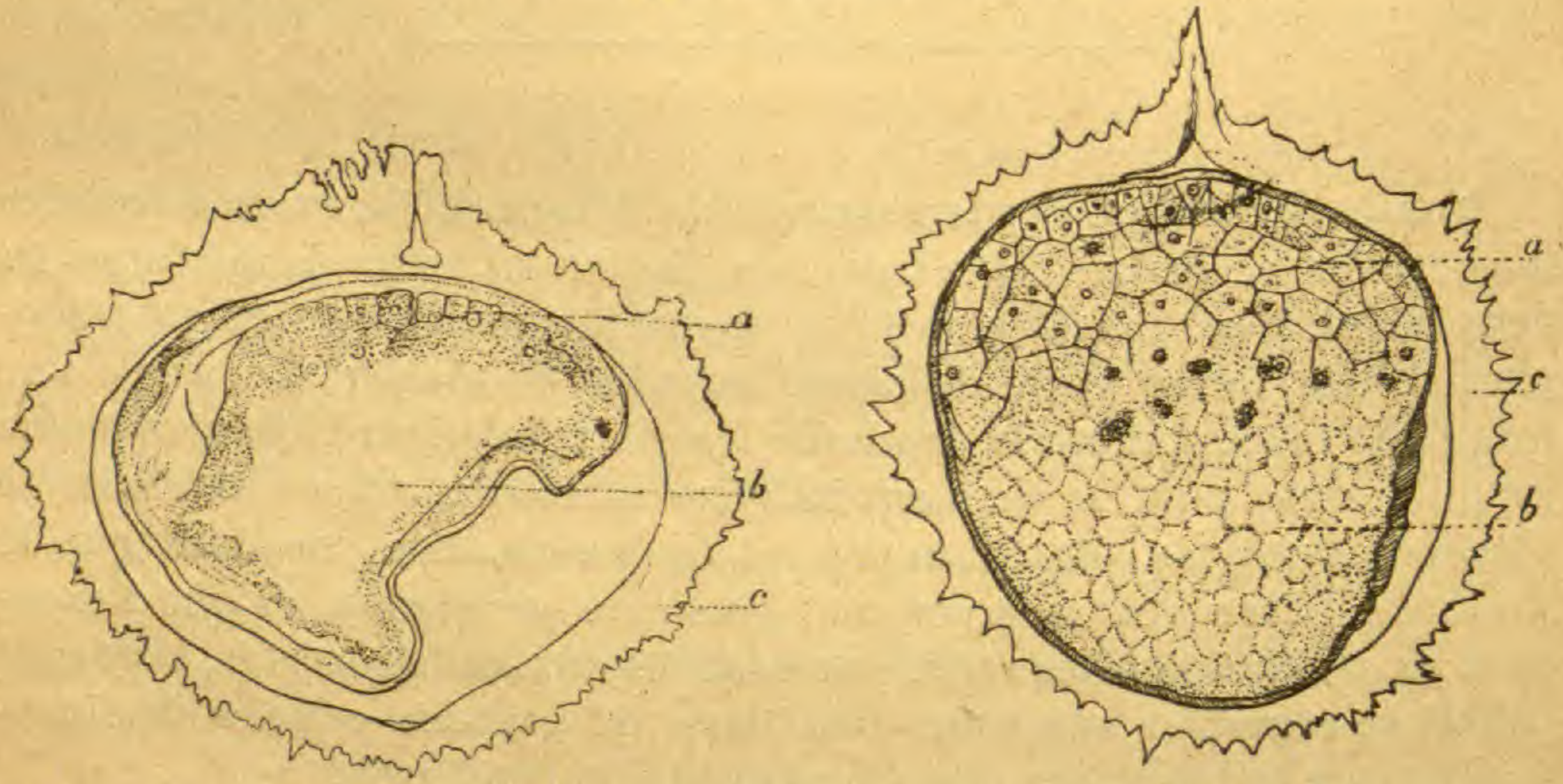


Fig. 90 et 91. — Une macrospore de *Selaginella* à deux états successifs de développement. *a*, tissu cellulaire à développement basipète; *b*. région encore vacuolaire non encore envahie par le tissu cellulaire; *c*, membrane. D'après E Heinsen.

M. Campbell (1) ayant trouvé aux îles Sandwich de nombreux prothalles de *Marattia Douglasii* aux stades les plus variés de leur développement a pu compléter nos connaissances sur l'embryogénie des Marattiacées. Ces plantes diffèrent des autres Fougères par la longue durée de leur prothalle, qui persiste encore longtemps après que la plante feuillée s'est constituée. D'après l'auteur, par divers points de leur développement, les Marattiacées seraient particulièrement apparentées aux Hépatiques et en particulier aux *Anthoceros*.

Le même auteur (2) a décrit minutieusement le développement de deux espèces d'*Osmunda* (*O. claytoniana* et *O. cinnamomea*) : germination de la spore, formation du prothalle, des anthéridies et des archégones, fécondation, développement de l'œuf et formation de la plante feuillée. Bien peu d'espèces ont été ainsi étudiées dans leurs moindres particularités, aussi ce travail est-il pour l'histoire du développement des Fougères d'un très grand intérêt.

(1) D. H. Campbell : *Observations on the Development of Marattia Douglasii* (Annals of Botany, t. 8, p. 1-19, pl. I-II, 1894.)

(2) D. H. Campbell : *On the Prothallium and Embryo of Osmunda claytoniana L. and O. cinnamomea L.* (Annals of Botany, vol. VI, 1892.)

Enfin, M. D. H. Campbell (1) a étudié le développement de l'*Azolla filiculoides*. Il conclut de ses recherches que c'est surtout du *Salvinia* que l'embryogénie rapproche le genre *Azolla*. Ses rapports avec les Marsiliacées sont plus difficiles à établir. L'*Azolla* est de toutes les Hydroptérides la moins éloignée des Ptéridophytes homospores. Il paraît dériver des Leptosporangées et en particulier des Hyménophyllacées. Les Marsiliacées reconnaissent plutôt comme souche les Polypodiacées.

De son côté, M. Farmer (2) a suivi le développement de l'œuf en embryon et la formation de la plante feuillée dans l'*Angiopteris evecta*.

Chargé par M. Kny de fournir des figures originales pour l'histoire du développement des Fougères dans les « Botanischer Wandtafeln », M. Müller (3) a vérifié les observations de Reess et de Kündig et ne les a trouvées absolument exactes ni les unes ni les autres, du moins dans les détails.

On sait que l'embryon des Graminées peut présenter, à l'opposé du scutellum, un lobule appelé épiblaste, dont la signification morphologique est controversée, certains botanistes le considérant comme faisant partie du cotylédon unique, d'autres comme représentant la trace d'un deuxième cotylédon. Les recherches de M. Erich Bruns (4) l'ont conduit à adopter cette dernière opinion. Elles lui ont permis en outre de constater que l'existence de l'épiblaste est plus répandue qu'on ne le supposait et qu'au lieu d'être l'exception, elle est en réalité la règle. La présence ou l'absence de l'épiblaste n'a d'ailleurs pas d'importance systématique.

D'après M. Weberbauer (5), la structure de la graine des Nymphéacées peut aider à la caractéristique des sous-familles, tribus et même genres.

Contrairement à l'opinion de MM. Mattérolo et Buscalioni, M. K. Schips (6) admet que la graine des Papilionacées est pourvue d'une vraie cuticule au-dessous de laquelle se trouve souvent une assise mucilagineuse plus ou moins fortement développée.

(1) D. H. Campbell : *On the Development of Azolla filiculoides Lam.* (Annals of Botany, vol. VII, p. 155-185, pl. VII-IX, 1893).

(2) J.-B. Farmer : *On the Embryogeny of Angiopteris evecta* (Annals of Botany, vol. VI, p. 265-270, pl. XV, 1892).

(3) C. Müller : *Zur Kenntniss der Entwickelungeschichte des Polypodiaceensporiums* (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, Bd. XI, Heft l. p. 54-72, avec fig. 1893).

(4) Erich Bruns : *Der Grasembryo* (Flora, 1892 Erganzungsband, p, 1-33, mit Tafeln I-IV)

(5) A. Weberbauer : *Beiträge zur Samenanatomie der Nympheaceen* (Botanische Jahrbücher fur Systematik, Bd. 18, p. 213-258, mit Tafel VIII, 1894).

(6) K. Schips : *Ueber die Cuticula und die Auskleidung der Intercellularen in den Samencshalen der Papilionaceen* (Berichte der deutschen botan-Gesell. Bd. XI, p. 311-318, 1893).

M. W. Grütter (1) admet, avec M. Brandza, que, chez les Lythrariées les téguments de la graine sont constitués par les deux téguments de l'ovule et par la partie externe du nucelle. Il a constaté en outre que la couche gonflable mucilagineuse de ces graines est constituée par l'épiderme dont les cellules portent dans leur cavité des formations mucilagineuses analogues à des poils fixées à la paroi externe.

M. Correns (2) reconnaît la même origine à la couche gonflable mucilagineuse dans la graine de *Cuphea viscosissima* et d'*Ammansia verticillata*.

Dans les Crucitères, d'après M. Guignard (3), l'assise interne du tégument séminal (assise aleurique ou protéique) est formée par l'albumen et non, comme le pensait M. Brandza, par la dernière assise du tégument ovulaire interne. Cette assise existe aussi et reconnaît la même origine dans plusieurs autres familles (Capparidées, Résédacées, Hypéricacées, Balsaminées, Linacées).

Pour M. Mangin (4), comme pour MM. Frank, Cramer, etc., l'assise à mucilage de la graine de Lin provient de l'épaississement et de la transformation de la paroi externe des cellules épidermiques.

M. G. Kayser (5) a étudié le développement de graines provenant d'ovules à un seul tégument (Ombellitères, Convolvulacées) ou à deux téguments (Onagracées, Sapindacées, Tropœolacées).

Dans les ovules à un seul tégument étudiés, le tégument est très épais et le nucelle est si réduit qu'il est presque complètement résorbé pendant le développement du sac embryonnaire et qu'il n'en reste que des traces au moment de la fécondation. Ici, le tégument de la graine n'est donc constitué que par le tégument de l'ovule qui, d'ailleurs, ne persiste qu'en partie, étant lui-même partiellement résorbé de dedans en dehors pendant le développement de la graine. Le nombre des couches externes persistantes est variable chez les Convolvulacées, mais chez les Ombellifères, la résorption ne s'arrête qu'à l'épiderme extérieur qui, seul, constitue le tégument de la graine.

Dans les ovules bi-tégumentés observés, l'épaisseur relative des deux téguments est variable et il en est de même de leur sort ultérieur. Dans

(1) W. Grütter : *Ueber den Bau und die Entwickelung der Samenschalen einiger Lythrarieen* (Bot. Zeit. 1893, p. 1-26 mit Taf I).

(2) C Correns : *Ueber die Epidermis der Samen von Cuphea viscosissima* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 10 p. 143-152, Taf. VIII. 1892).

(3) L. Guignard : *Notes sur la structure et le développement du tégument séminal chez les Crucifères* (Bulletin de la Société botanique de France, t. 39, p. 392-394, 1892, et t. 40, p. 56-59. 1892).

(4) L. Mangin : *Observations sur l'assise à mucilage de la graine de Lin* (Bulletin de la Société botanique de France, t. 40, p. 119-135, 1 pl., 1893).

(5) Georg Kayser : *Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte der Samen mit besonderer Berücksichtigung der histogenischen Aufbaues der Samenschalen* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 25, p. 79-148, mit Tafeln IV-VII, 1893).

les Œnothéracées, les deux téguments de l'ovule servent à la constitution des téguments de la graine; l'épiderme du nucelle peut en outre persister aussi. Dans les Tropœolées et les Sapindacées, le tégument interne de l'ovule est résorbé, sauf au voisinage du micropyle, où l'on voit seulement l'origine double du tégument de l'ovule.

M. Géneau de la Marlière (1) ayant étudié la germination d'un certain nombre d'Ombellifères a constaté qu'il existe dans cette famille une série d'espèces s'écartant progressivement du type général (*Smyrnium Olusatrum*, *Myrrhis odorata*, *Ferula communis* et *glauca*, *Thapsia bulbosa*, *Chærophyllum bulbosum*, *Smyrnium perfoliatum* et *rotundifolium*) : 1° par la formation d'un tube cotylédonaire; 2° par la position de la gemmule, qui devient souterraine; 3° par l'avortement ou la concrescence de certains faisceaux des cotylédons. Le cas extrême est présenté par le *Bunium Bulbocastanum*, dans lequel on peut supposer que les deux cotylédons sont concrescents en un seul organe.

M. F. Hildebrand (2) a étudié les diverses circonstances de la germination de quelques plantes (*Cecropia peltata*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia cornigera*, *Eucalyptus globulus*, divers *Anemone*, *Dentaria*, etc.).

On sait que l'on désigne sous le nom de bourgeons multiples des bourgeons qui peuvent apparaître parfois en nombre considérable au voisinage des insertions foliaires des plantes les plus diverses.

Jadis considérées comme de simples anomalies, ces bourgeons ont été, dans ces dernières années, observés dans un très grand nombre de plantes.

D'après M. Russell (3), ils seraient dus à des ramifications successives précoces du bourgeon latéral de première génération. La disposition de ces bourgeons obéirait toujours aux lois de la phyllotaxie, quand même ils n'auraient pas de feuille axillante. L'expérience lui a montré que leur apparition peut se continuer le plus souvent pendant toute la durée de la vie de la plante. On peut les amener à jour, par exemple, en supprimant successivement, à l'aisselle de la même feuille, plusieurs générations de bourgeons. M. Russell conclut de ses recherches que la loi de l'unité de bourgeon axillaire ne souffre aucune exception.

II. — Divers

Les dispositions propres à assurer la protection des bourgeons pendant l'hiver ont été l'objet de nombreux travaux en ce qui concerne les végétaux des régions tempérées. Un travail d'ensemble sur le

(1) Géneau de la Marlière : *Sur la germination de quelques Ombellifères* (Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Marseille, 5 p. 1891).

(2) Friedrich Hildebrand : *Einige Beobachtung An Keimlingen und Stecklingen* (Botanische Zeitung, nos 1 et 2, 1 pl., 1892).

(3) W. Russell : *Recherches sur les bourgeons multiples* (Annales des Sciences naturelles, 7e série, t. 15, p. 95-202, pl. I-IV, 1892).

même sujet, mais relatif aux plantes tropicales, manquait encore. M. Potter (1) s'est attaché à combler cette lacune.

Chez ces plantes, la protection des bourgeons peut être assurée : 1° par des spicules (*Artocarpus*, *Canarium*, etc.) ; 2° par la superposition des jeunes feuilles (*Cocos*, *Musa*, etc.) ; 3° par la persistance au moins partielle des vieilles feuilles (*Gossypium*, *Begonia*, etc.) ; 4° par la sécrétion d'une substance gommeuse (*Gardenia*, etc.).

M. H. de Vries (2) a enrichi sa collection de plantes à tige tordue (torsion par étreinte) de cinq espèces nouvelles. Une seule incision longitudinale dans la portion en voie de croissance de la tige lui a permis de faire disparaître toute torsion dans la région incisée, les parties situées au-dessus et au-dessous se montrant tordues à la manière ordinaire. Poursuivant ses recherches sur l'hérédité de la torsion par étreinte, il a pu, après sélection, observer le retour de la déformation chez un certain nombre de descendants d'individus à tige tordue de *Valeriana officinalis* et d'*Agrostemma Githago*.

D'après les recherches de M. Noll (3), la surface d'assimilation de pousses feuillées de l'année d'*Aristololochia Sipho* est, à poids égal, 150 fois plus considérable que dans un *Echinocactus;* la surface de transpiration est au contraire 300 fois plus grande. On voit donc que dans le *Cactus* le gain relatif obtenu par la réduction de la surface transpiratoire est le double de la perte relative qui résulte de la réduction de la surface assimilatrice. D'ailleurs, chez les plantes grasses, la réduction de la transpiration n'est pas seulement due à leur faible surface transpiratoire, elle résulte encore de l'épaississement de la cuticule, de l'existence d'enduits cireux à la surface de la cuticule, la présence dans les cellules de substances à pouvoir osmotique élevé capables de retenir fortement l'eau. De telle sorte qu'en définitive, à poids égal, l'Aristoloche transpire dans le même temps 5100 fois plus d'eau que l'*Echinocactus*.

Des recherches de M. A. Lothelier (4) il résulte que les épines-rameaux se distinguent des rameaux ordinaires par une réduction des tissus conducteurs et des tissus parenchymateux à parois minces et un acccroissement considérable du stéréome, lequel est spécialement développé dans le cylindre central, surtout dans la moelle.

(1) C. Potter: *Observations on the protection of buds in the tropics* (Journal of the Linnean Society, Botany, Vol. XXVIII, p. 343 352, 2 pl.).

(2) H. de Vries : *Bijdragen tot de leer van den Klemdraai* (Botanisch Jaarboek, Jaargang IV, p. 145–167, pl. XIV-XV, 1892).

(3) F. Noll : *Vorlesungs-Notiz zur Biologie der Succulenten* (Flora, Bd. 77, p. 353-356, 1893).

(4) A. Lothelier : *I. Recherches anatomiques sur les plantes piquantes. — II. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et les feuilles des plantes piquantes* (Le Bigot, Lille, 1893). Voir aussi : Revue générale de Botanique, t. 5, p. 480 et 518, 1893.

Dans les feuilles-épines, le parenchyme chlorophyllien se réduit ainsi que le tissu conducteur. Le stéréome est surtout représenté par le péricyle très épaissi et fortement sclérifié.

Dans les aiguillons le stéréome est presque toujours externe.

Les aiguillons sont tous d'origine corticale, mais ils proviennent de régions de l'écorce plus ou moins profondes, et cette gradation représente une sorte d'acheminement des aiguillons vers les épines (*Aralia mandchurica*, *Aralia spinosa*, *etc.*).

M. Lothelier démontre en outre expérimentalement que dans l'air sec et au soleil les piquants tendent à s'exagérer, qu'ils tendent au contraire à se réduire ou même à disparaître dans l'air humide et à l'ombre.

M. G. Bonnier avait constaté que le climat alpin a sur la structure des plantes une influence marquée ; et l'emploi de la méthode expérimentale lui avait permis de préciser la valeur et l'étendue de cette influence (1). M. Wagner (2) ayant repris celles des recherches de M. Bonnier, qui sont relatives à la structure des feuilles des plantes alpines, les confirme d'une manière complète. Il est donc parfaitement établi que les feuilles de ces plantes montrent dans leur structure une adaptation très nette à une assimilation plus active du carbone se traduisant par l'allongement ou la multiplication des cellules en palissade, par l'accroissement du système méatique et la multiplication des stomates. Ces modifications sont en rapport avec l'augmentation de l'intensité lumineuse aux altitudes élevées, avec la diminution de la teneur absolue de l'air en acide carbonique, avec le raccourcissement de la période de végétation.

Les plantes alpines et les plantes arctiques se trouvent exposées à des conditions climatériques qui présentent certaines ressemblances. C'est ainsi qu'au point de vue de la somme des températures utiles et de l'humidité du sol, les plantes de la même espèce peuvent se trouver dans des conditions analogues. Mais en considérant l'humidité de l'air et le mode d'éclairement, on constate une remarquable inégalité dans les conditions que peut présenter pour la même espèce, le milieu physique extérieur.

En effet, à mesure qu'on s'élève dans les hautes régions des Alpes, l'air devient de plus en plus sec, tandis qu'à mesure qu'on atteint des latitudes plus élevées, l'air devient en général de plus en plus humide. D'autre part, tandis que les plantes alpines sont soumises à un éclairement alternatif, très vif pendant le jour et nul pendant la nuit, dans une atmosphère dépourvue de brumes, les plantes arctiques sont exposées

(1) Voir Comptes-rendus, 26 février et 1er septembre 1890 et Association française pour l'avancement des Sciences, 20e session, Marseille, 2e partie, p. 521, 1891.

(2) A. Wagner : *Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedentung* (Sitzungsberichte der kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu Wien, Bd. 101, p. 486-548, 2 pl. 1892).

à une lumière incessante peu intense, au milieu d'un brouillard presque continuel.

Ces diverses considérations ont déterminé M. G. Bonnier (1) à étudier comparativement la structure des plantes de la même espèce, les unes récoltées dans la région arctique du Nord de l'Europe (Jean Mayen, Spitzberg), les autres recueillies aux plus hautes altitudes des Alpes et des Pyrénées.

M. Bonnier a constaté qu'un certain nombre de différences dans l'aspect extérieur et dans la structure entre les plantes arctiques et les plantes alpines des hautes altitudes, se retrouvent, plus ou moins accentuées, chez toutes les espèces observées.

En considérant les plantes arctiques et en les comparant aux plantes alpines, ces différences sont principalement les suivantes :

1° Dans les divers membres de la plante, les éléments lignifiés ont une tendance à se réduire par leur nombre, l'épaisseur moindre de leurs parois, le calibre plus étroit des vaisseaux ;

2° Les feuilles sont plus épaisses, mais moins différenciées ; le tissu en palissade y est beaucoup moins marqué ; les lacunes ou les méats intercellulaires s'y montrent bien plus développés ;

3° L'épiderme des feuilles et des tiges est moins cohérent et présente une cuticule moins épaisse ;

4° Tous les tissus de la feuille, de la tige et aussi de la racine, si on les compare à ceux correspondants des plantes alpines, ont une tendance plus ou moins grande à arrondir leurs cellules qui souvent même forment des trabécules séparant de grands espaces intercellulaires remplis d'air.

En associant, comme toujours, l'expérimentation à l'observation, M. Bonnier montre que parmi les facteurs qui peuvent intervenir pour produire les différences observées, température, éclairement, humidité de l'air, humidité du sol, nature chimique du sol, etc., les plus importants sont l'humidité de l'air et l'éclairement.

En opérant sur deux des espèces étudiées, l'*Oxyria digyna* et le *Silene acaulis*, M. Bonnier a pu constater que les plantes qui croissent dans un air plus humide sont moins différenciées dans tous leurs tissus. Dans les feuilles, le tissu en palissade diminue ou tend même à disparaître, les lacunes sont plus abondantes, la cuticule moins épaisse. Dans les tissus de la tige et de la feuille, la lignification est moindre.

D'autre part, en éclairant pendant longtemps les mêmes plantes à la lumière électrique continue et à la même lumière discontinue, interrompue chaque jour par douze heures d'obscurité, M. Bonnier a obtenu dans le premier cas des feuilles plus épaisses et à structure plus simple. On sait d'ailleurs que d'une manière générale, les feuilles sont plus épaisses lorsqu'elles sont plus éclairées.

(1) G. Bonnier : *Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrénées* (Revue générale de Botanique, T. VI, p. 505-528, pl. 18-21, 1894).

Dans les régions tropicales beaucoup de plantes ont une tendance a augmenter l'importance de parenchyme assimilateur de leur tige, suppléant ainsi à la chute fréquente des feuilles au début de la saison sèche. M. W. Russell (1) a constaté que les plantes des garrigues de la région méditerranéenne présentent fréquemment dans leur tige un tissu chlorophyllien bien différencié dans lequel on peut reconnaître trois types fondamentaux de structure représenté d'après l'auteur par l'*Osyris alba*, le *Rubia tinctorum* et le *Cistus albidus*.

III. — Anatomie appliquée a la classification

A. — Cryptogames vasculaires

Les recherches de M. G. Poirault (2) sur l'anatomie de la tige, de la racine et de la feuille d'un certain nombre de Cryptogames vasculaires (Fougères, Marattiacées et Ophioglossées principalement) renferment de nombreux faits de détail que nous ne pouvons songer à résumer ici et pour lesquels nous renvoyons au mémoire de l'auteur.

M. Gibson (3) a pu étudier 53 espèces vivantes sur les 334 que comprend le genre *Selaginella*. Ses observations qui n'ont encore porté que sur la tige, doivent être étendues à la racine, à la feuille et au sporange. L'auteur distingue dans la tige huit types différents de structure. La tige des *Selaginella Oregana* et *rupestris* lui a montré, outre des trachéides, de véritables vaisseaux, fait non signalé jusqu'ici chez les Lycopodiacées.

B. — Gymnospermes

D'après M. von Tubeuf (4), l'organisation de l'aile de la graine chez les Abiétinées permet de caractériser les genres dont se compose cette famille.

C. — Monocotylédones

Des recherches de M. Sauvageau (5) sur l'anatomie de la feuille des Butomées, il résulte que les deux genres *Lymnocharis* et *Hydrocleis*

(1) W. Russell : *Sur la structure du tissu assimilateur des tiges chez les plantes méditerranéennes* (Comptes rendus, t. 115, p. 526, 1892).

(2) G. Poirault : *Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaires* (Annales des Sciences naturelles, Botanique, 7e série, t. XVIII, p. 113-256, 42 fig. dans le texte).

(3) Q. J. Harvey Gibson : *Contributions towards a Knowledge of the Anatomy of the genus Selaginella* (Annals of Botany, t. 8, p. 133-201. pl. IX-XII, 1894).

Signalons encore du même auteur : *On the siliceous deposit in the Cortex of certain Species of Selaginella* (ibidem, t. 7, p. 355-366, pl. XVIII, 1893).

(4) C. von Tubeuf : *Beitrag zur Kenntniss der Morphologie, Anatomie und Entwicklung, des Samenflügels bei den Abietinen* (12. Bericht des botanischen Vereins in Ladshut (Bayern), 1892.

(5) C. Sauvageau : *Sur la famille des Butomées* (Annales des Sciences naturelles, 7e série, t. XVII, p. 295-326, 9 fig. dans le texte, 1893).

réunis par quelques auteurs doivent être maintenus distincts. Les *Lymnocharis* et *Tenagocharis* possèdent une ouverture apicale béante où se réunissent les nervures médianes et latérales. Cette ouverture est séparée du milieu ambiant chez les *Hydrocleis* par la cuticule épidermique persistante; elle manque totalement dans le genre *Butomus* qui seul aussi est dépourvu de canaux sécréteurs.

Beaucoup de Palmiers cultivés dans les serres n'y fleurissant pas et les caractères morphologiques des feuilles n'étant pas toujours suffisants pour permettre la distinction des genres et des espèces, il était intéressant de rechercher si l'anatomie ne fournirait pas de meilleurs résultats. M. R. Pfister (1) qui a étudié à ce point de vue la feuille des Sabalées a pu établir une clef des genres et même des espèces de certains genres d'après les caractères anatomiques des feuilles.

M. Alb. Nilson (2) estime que la famille des Xyridées peut se caractériser anatomiquement, en particulier par la structure de l'appareil mécanique, des stomates, de l'appareil aérifère périphérique de la racine.

Mme G. Balicka-Iwanowska (3) a pu, en s'appuyant sur les caractères morphologiques et anatomiques de la feuille, établir un groupement naturel des espèces du genre Iris.

Après avoir étudié les caractères anatomiques de la tige des Dioscorées, M. C. Queva (4) ayant recherché l'origine des bulbilles de ces plantes, a constaté que ces formations résultent de l'accroissement d'un bourgeon axillaire ou de plusieurs bourgeons concrescents hypertrophiés dans leur région inférieure.

Les observations de M. R. Schulze (5) montrent que s'il n'est pas possible de caractériser anatomiquement les diverses sous-familles de Liliacées, on peut cependant trouver çà et là dans l'anatomie interne la confirmation des affinités révélées par les caractères morphologiques externes. C'est ainsi que les Herrerioïdées rappellent les Asparagoïdées, les Smilacoïdées et les Enargeoïdées, que les Dracaenoïdées se rapprochent des Asparogoïdées et que les Allioïdées ne peuvent être distinguées au point de vue anatomique des Lilioïdées. Les Haemodoracées se distinguent des Liliacées par leurs stomates pourvus de cellules annexes. Les Amaryllidées ont des stomates pourvus ou

(1) R. Pfister : *Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Sabaleenblätter* (Inaugural-Dissertation, Zurich, 1892, 50 p., 2 pl.).

(2) Albert Nilson : *Studien über die Xyrideen* (Konyl. Svenska Vetensk. — Akad. Handling, Bd. 24, N° 14).

(3) Mme G. Balicka-Iwanowska : *Contribution à l'étude anatomique et systématique du genre Iris et des genres voisins* (Archives des Sciencs physiques et naturelles de Genève, 3e Période, t. 28, p. 413-435, 8 fig. dans le texte, 1892).

(4) C. Queva : *Caractères anatomiques de la tige des Dioscorées* (Comptes rendus, t. 117, p. 295, 1892) ; — *Les bulbilles des Dioscorées* (ibid., p. 313).

(5) R. Schulze : *Beitrage zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen, Haomodoraceen, Hypoxydoideen und Velloziaceen* (Botanische Jahrbücher für Systematik, p. 295-394, Taf. VII-VIII, 1893).

non de cellules annexes; leurs autres caractères anatomiques les relient étroitement aux Liliacées. Les Velloziacées se distinguent des familles précédentes par la structure spéciale des faisceaux de leurs feuilles dans lesquels on observe toujours un dédoublement médian du liber dont les deux moitiés sont ensuite rejetées latéralement (1).

M. K. Reiche (2) a constaté d'autre part que l'anatomie n'est d'aucun secours pour établir la caractéristique des Liliacées-Gilliésiées ou leur répartition en genres.

D. — Dicotylédones

Contrairement à ce qu'on pouvait supposer, il n'existe, d'après MM. A. L. Boodle et W. C. Wordsdell (3), que des relations lointaines entre la structure de la tige des Casuarinées et celle des Gnétacées. La tige des Casuarinées serait nettement caractérisée par le fort développement du parenchyme ligneux et par l'existence de rayons médullaires, les uns extrêmement larges, les autres réduits à une rangée de cellules; par la coexistence dans le bois de vaisseaux rayés et ponctués et de trachées fibreuses, elle rappellerait cependant celle de diverses Cupulifères.

L'anatomie seule et la morphologie seule ne peuvent pour M. Priemer (4) fournir les éléments d'un groupement naturel des genres de la famille des Ulmacées. Mais ce résultat peut être obtenu si l'on tient compte à la fois des caractères externes et internes. L'auteur a pu, en employant cette méthode, établir des clefs de genres et même d'espèces. Il estime que les Ulmacées ne peuvent se distinguer anatomiquement des Celtidées.

Les Thyméléacées constituent une famille très homogène, dans laquelle la délimitation des genres et le groupement des genres en tribus d'après les caractères extérieurs seuls, sont difficiles et souvent quelque peu arbitraires. L'étude anatomique des divers organes végétatifs a conduit M. Van Tieghem (5) à mieux préciser les limites de cette famille et à établir un nouveau groupement des genres qui lui paraît mieux en rapport avec l'ensemble de leurs caractères. D'après M. Van Tieghem,

(1) Signalons en outre : W. Scharf : *Beiträge zur Anatomie der Hypoxideen und einiger verwandter Pflanzen* (Botaniches Centralblatt, Bd. 52, N°s 5-10, 1892).

(2) K. Reiche : *Beiträge zur Kenntniss der Liliacen-Gilliesieæ* (Engler's Botanische Jahrbücher für Systematik, p. 262-277, Taf. 11, 1893).

(3) A. L. Boodle et W. C. Wordsdell : *On the comparative Anatomy of the Casuarineæ with special reference to Gnetaceæ and Cupiliferæ* (Annals of Botany, vol. 8, p. 231-264, pl. XV-XVII, 1894).

(4) Franz Priemer : *Die anatomischen Verhältnisse der Laubblätter der Ulmaceen (einschl. Celtideen) und die Beziehungen zu ihrer Systematik* (Engler's Botanische Jahrbücher für Systematik, Bd. 17, p. 419-475, Taf. X-XI, 1893).

(5) Ph. Van Tieghem : *Recherches sur la structure et les affinités des Thyméléacées et des Pénéacées* (Annales des Sciences naturelles, 7e Série, T. 17, p. 185-294, pl. IX, 1893).

les Thyméléacées diffèrent profondément des Pénéacées par leurs caractères anatomiques et doivent être rapprochées des Combrétacées; les Pénéacées devraient être placées à côté des Mélastomacées.

Contrairement à M. Van Tieghem, M. Supprian (1), estime que les caractères anatomiques seuls ne sauraient servir à un groupement indiscutable des divers genres de la famille des Thyméléacées, parce que d'une part ces caractères présentent une certaine correspondance d'un genre à l'autre et que d'autre part leur constance est loin d'être absolue. Pour M. Supprian les Pénéacées sont très voisines, au point de vue anatomique, des Thyméléacées.

M. E. Gilg (2) d'autre part, examinant les caractères employés par M. Van Tieghem pour l'établissement des sous-familles ou des tribus (origine du périderme, présence ou forme des cristaux, présence de sclérites, etc.), en conteste la valeur systématique. D'après ce botaniste, ces caractères ne seraient pas toujours constants, non seulement dans le même genre, mais encore dans la même espèce. M. Gilg en conclut que l'anatomie seule n'est pas plus capable de servir de base unique à la classification que la morphologie seule, celle-ci ayant cependant sur celle-là la supériorité de s'appuyer à la fois sur les caractères fournis par l'appareil végétatif et par l'appareil reproducteur, c'est-à-dire par l'ensemble de la plante.

Après examen d'un certain nombre de genres de Melastomacées dont il n'avait pu d'abord se procurer des échantillons, M. Van Tieghem (3) complète et rectifie la classification des Mélastomacées, qu'il avait donnée lui-même dans un précédent mémoire. Il a toujours constaté qu'il n'existe pas dans la nouvelle classification de réels désaccords entre les caractères externes et les caractères internes et que si des changements ont dû être apportés dans la place de divers genres, cela tient à ce que certains de leurs caractères extérieurs avaient été inexactement ou incomplètement appréciés.

Bentham et Hooker divisent les Passifloracées en cinq tribus : Malesherbiées, Passiflorées, Modeccées, Achariées et Papayacées. Cette large extension, n'est généralement pas admise par les auteurs. C'est ainsi que les Papayacées sont élevées au rang de famille par la plupart des systématéticiens.

D'après les recherches anatomiques de M. Harms (1), deux des

(1) Karl Supprian : *Beiträge zur Kenntniss der Thymeleaceen und Peneaceen* (Engler's Botanische Jahrbücher für Systematik, Bd. 18, p. 306-353, Taf. X, 1893).

(2) E. Gilg : *Studien über die Verwandtschaftsverhältnisse der Thymeleales und über die Anatomische Methode* (Botanische Jahrbücher für Systematik, Bd. 18, p. 306-353, Taf. X, 1893).

(3) Ph. Van Tieghem : *Deuxième addition aux recherches sur la structure et les affinités des Mélastomacées* (Annales des Sciences naturelles, 7e Série, T. XV, p 369-380, 1892).

(1) H. Harms : *Uber die Verwertung des Anatomischen Baues fur die Umgrenzung und Eintheilung der Passifloraceæ* (Engler's Jahrbücher fur Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, Bd. XV, Heft V, p. 548-633, 1 pl., 1893).

quatre tribus restantes seulement doivent être conservées : Passiflorées et Achariées. Les Malesherbiées renferment des formes qui, par leurs caractères anatomiques, se rapprochent à la fois des Passiflorées (restreintes aux Passiflorées et aux Achariées) et des Turnéracées tout en étant spéciaux; dès lors cette tribu doit être élevée au rang de famille, conformément à l'opinion d'Endlicher, appuyée sur les seuls caractères morphologiques. Les Modeccées doivent être versées dans les Passiflorées, conformément à l'opinion d'A. de Candolle.

La tribu des Paropsiées d'Endlicher, comprenant quelques genres rattachés aux Passiflorées par Bentham et Hooker ne doit pas rester même dans la famille des Passifloracées et doit être uni aux Flacourtiacées. Ces genres ont en effet des caractères anatomiques très nets qui ne permettent que de les rapprocher de cette dernière famille, si toutefois on ne veut pas en faire une famille spéciale.

Une étude anatomique attentive de la tige des Térébinthacées, poursuivie sur 207 espèces réparties en 67 genres, a permis à M. F. Jadin (1), de formuler les conclusions suivantes :

1° La tige des Térébinthacées est toujours caractérisée par des canaux sécréteurs développés dans le liber, et protégés extérieurement par des fibres péricycliques. Ce caractère est d'une telle fixité qu'il pourrait être pris comme le caractère anatomique le plus important de cette famille ;

2° Les caractères tirés de l'anatomie de la tige ne peuvent pas servir à caractériser les genres. Néanmoins ils viennent parfois en aide aux caractères morphologiques externes et l'on peut y recourir dans les cas douteux ;

3° Le caractère tiré de la présence ou de l'absence de canaux sécréteurs médullaires ne saurait être considéré comme important à cause de son manque de fixité ;

4° Il ne paraît pas que le climat ait une influence exclusive ou même capitale au point de vue du développement des canaux sécréteurs.

Contrairement à l'opinion de MM. Thouvenin et Leis, M. G. Holle (2) croit pouvoir, de ses recherches sur la structure des Saxifragacées, tirer un groupement purement anatomique des genres de cette famille.

M. Gürke (3) pense avec M. Kuntze, que la classification anatomique des Malvacées donnée par M. Dumont ne saurait être acceptée, les caractères indiqués par ce botaniste pouvant varier dans les espèces d'un même genre et les individus d'une même espèce.

Les Violettes du Chili présentent fréquemment dans la structure de

(1) F. Jadin : *Contribution à l'étude des Térébinthacées* (Montpellier, 1894, 100 p. et 44 fig. dans le texte).

(2) G. Holle : *Beiträge zur Anatomie der Saxifragaceen und deren Systematische Verwerthung* (Botanisches Centralblatt, Bd. 53, N°s 1-8, 1893).

(3) Max Gürke : *Beiträge zur Systematik der Malvaceen* (Botanische Jahrbücher für Systematik, Bd. 16, Heft 3, p. 330-385, 1892).

leurs feuilles, d'après M. K. Reiche (1), les caractères propres aux plantes xérophiles : enfoncement des stomates, enduits cireux, épaississement de la cuticule, abondance des cristaux. Ces caractères qui, d'ailleurs, ne sont pas toujours nécessairement réunis dans la même espèce, tendent tous à réduire les pertes d'eau par transpiration.

M. Hans Hallier (2) a pu établir un *Conspectus* des Convolvulacées où la famille, les tribus et les genres sont définis par l'ensemble de leurs caractères morphologiques et anatomiques.

M. E. Gilg (3) étudie la structure et les affinités des deux genres *Afromendoncia* et *Mendoncia* de la famille des Acanthacées.

M. H. Solereder (4) a étudié aussi à ce point de vue un autre genre de la même famille, le genre *Somalia*.

M. K. Treiber (5) a constaté une fois de plus que les Asclépiadacées et les Apocynacées sont voisines au point de vue de la structure interne. L'anatomie ne permet pas de caractériser les Asclépiadacées, la plupart des particularités que présente cette famille se retrouvant dans les Apocynacées. Elle ne permet pas non plus dans les Asclépiadacées de caractériser les tribus et les genres à cause des étroites ressemblances de structure de ces plantes.

M. Treiber a peut-être raison, mais nous nous permettrons de faire observer qu'il n'a étudié que 59 espèces sur 1.300 dont se compose la famille et qu'il n'a examiné qu'un seul des membres de la plante, la tige.

De ses recherches sur la structure anatomique des Tubiflores, M. G. von Schlepegrell (6) tire un nouveau groupement des familles et des genres qui constituent cet ordre. Les familles sont d'abord divisées en deux groupes d'après la présence ou l'absence de tubes criblés périmédullaires ; les subdivisions suivantes sont établies d'après la structure des poils. Et d'après ce dernier caractère seul, l'auteur croit pouvoir changer plusieurs genres de famille. Plusieurs trouveront que c'est peut-être aller un peu loin.

(1) K. Reiche : *Violæ chilenses. Ein Beitrag zur Systematik der Gattung Viola* (Botanische Jahrbücher für Systematik, Bd. 16, Heft. 3, p. 405-452, 2 pl.).

(2) Hans Hallier : *Versuch einer natürliche Gliederung der Convolvulaceen auf morphologischer und anatomischer Grundlage* (ibidem, Bd. 16, p. 453-591).

(3) E. Gilg : *Ueber die Anatomie der Acanthaceengattungen Afromendoncia und Mendoncia* (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. XI, p. 351-364, Taf. XVII, 1893).

(4) H. Solereder : *Ueber die Verwandschaftsverhältnisse der Acanthaceengattung Somalia* (Botanisches Centralblatt, Bd. 50, N° 8, 1892).

(5) K. Treiber : *Ueber den anatomischen Bau des Stammes der Asclepiadaceen* (Botanisches Centralblatt, Bd. 48, N°s 8-10, 2 pl., 1891).

(6) G. von Schlepegrell : *Beiträge zur vergleichende Anatomie der Tubifloren* (Botanisches Centralblatt, Bd. 49, N°s 7-13 et Bd. 50, N°s 1-2, 4 pl., 1892).

A. Prunet.

REVUE DES TRAVAUX

DE

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PUBLIÉS DANS LE COURS DES ANNÉES 1893-1896 *(Suite)*.

M. O. Lignier a fait une étude anatomique, remarquablement complète et intéressante, du *Bennettites Morierei* (1), de l'Oxfordien des Vaches-Noires, près de Villers-sur-Mer, qui avait été antérieurement décrit comme *Williamsonia;* c'est une fructification ovoïde, constituée par un faisceau de pédoncules séminifères séparés par des organes stériles, partant les uns et les autres d'un réceptacle faiblement convexe, le tout enveloppé par de longues bractées involucrales qui s'inséraient sur l'axe fructifère un peu au-dessous du réceptacle. Ces bractées sont parcourues par plusieurs cordons libéroligneux, qui paraissent diploxylés, comme ceux des coussinets foliaires du *Benn. Gibsonianus*, et dont l'écartement graduel vers le sommet dénote l'existence d'un limbe, probablement d'assez petite taille, qui n'a pas été conservé; elles sont en outre garnies à leur surface de nombreux poils lamelleux, comme on en observe habituellement chez les Bennettitées. M. Lignier a reconnu que les organes interstitiels ou écailles interséminales, placés entre les pédoncules séminifères, s'inséraient, comme eux, directement sur le réceptacle, et présentaient la même structure qu'eux ou du moins la même structure que les pédoncules atrophiés qu'on rencontre quelquefois. On a donc affaire là à des organes de même nature au point de vue morphologique, c'est-à-dire à des organes foliaires spécialisés, différant les uns des autres en ce que les uns sont stériles et les autres fertiles, les différences secondaires qu'ils présentent dans leur constitution étant en rapport avec les rôles différents qu'ils avaient à remplir. Les écailles interséminales se renflent vers leur extrémité, à la hauteur des graines, qu'elles entourent et qu'elles dépassent quelque peu. Chaque pédoncule porte à son sommet une seule graine, orthotrope, unitégumentée et munie d'une large chambre pollinique. La graine elle-même se termine par une sorte de mucron, que traverse le canal micropylaire, et qui aboutit à l'extérieur, au fond d'une légère dépression limitée par

(1) O. Lignier : Végétaux fossiles de Normandie. Structure et affinités du Bennettites Morierei Sap. et Mar. (sp.) (*Mém. Soc. Linn. de Normandie*, XVIII, p. 1-78, pl. I-VI. 1894).

les bords des écailles interséminales avoisinantes; elle est dépourvue d'albumen et renferme un gros embryon charnu, dicotylé, dont la radicule est tournée vers le sommet du nucelle.

M. Lignier a pu constater que les écailles interséminales étaient toutes orientées de même et représentaient des feuilles insérées sur le réceptacle; mais il est porté à croire, bien qu'il n'ait pu en avoir la preuve, que les pédoncules séminifères seraient orientés différemment et représenteraient les feuilles de bourgeons unifoliés naissant sur le réceptacle. On aurait ainsi affaire à une inflorescence composée, plus complexe que celle des Cycadées. C'est toutefois de celles-ci que M. Lignier rapproche les Bennettitées, qu'il regarde comme une famille à part, descendant d'ancêtres communs avec les Cycadées, ancêtres de qui elles tiendraient les unes et les autres les caractères qui les rapprochent, tels que la forme de leurs troncs, la constitution de leurs faisceaux foliaires, et l'origine foliaire de leurs ovules.

Il est infiniment probable qu'une partie des frondes cycadéennes de la flore secondaire appartiennent aux Bennettitées et que, sauf par leur fructification, celles-ci avaient avec les Cycadées la plus grande ressemblance; mais les différences qui les séparent des Cycadées au point de vue de la constitution des organes fructificateurs ne me paraissent pas d'ordre supérieur à celles que nous constatons, au même point de vue, entre les *Cycas* d'un côté, et les Zamiées de l'autre, et je serais porté, pour ma part, à ranger simplement les Bennettitées parmi les Cycadinées, entendues dans un sens plus large, pour y constituer une troisième tribu, parallèle à celles des Cycadées vraies et des Zamiées; une telle réunion ne troublerait pas sensiblement l'homogénéité de la classe, et me semblerait justifiée par l'ensemble des affinités que les Bennettitées ont avec les Cycadinées.

IV. — Végétaux crétacés et postcrétacés.

A. — *Période crétacée.*

Au premier rang des travaux relatifs à la flore crétacée, il faut mettre le grand ouvrage du Marquis de Saporta sur la flore mésozoïque du Portugal (1), si important par son étendue et par la quantité de faits nouveaux, d'un haut intérêt, dont il a enrichi la science; il devrait tout naturellement faire ici l'objet d'une étude détaillée, si l'auteur n'en avait par avance, dans sa dernière *Revue des travaux de paléontologie végétale*, fait connaître lui-même aux lecteurs de ce Recueil les principaux résultats; mais il serait inutile de revenir sur ce qu'il a si bien

(1) Mis de Saporta : Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque, accompagnées d'une Notice stratigraphique par *P. Choffat*. Lisbonne. In-4°, 288 p., 40 pl. 1894 *(Mém. Trav. Géol. du Portugal)*.

exposé, et je me bornerai à l'indication des quelques observations postérieures à la publication de cette *Revue*, qui ont pu encore prendre place dans son ouvrage, le dernier et l'un des plus considérables de son œuvre paléontologique.

Sur le seuil du Crétacé, les couches néo-jurassiques du Portugal n'ont fourni au Mis de Saporta que des Fougères et des Gymnospermes, dont il a signalé ici les principaux types; les premières se sont enrichies d'un genre nouveau, *Chrysodiopteris*, à nervation aréolée rappelant celle des *Chrysodium*; parmi les secondes, je mentionnerai la découverte de rameaux de *Sphenolepidium* encore munis de leurs strobiles, dont la ressemblance avec ceux des *Sequoia* est de nature à faire regarder les *Sphenolepidium* comme les ancêtres de ces derniers.

A l'extrême base de l'Infracrétacé, dans le Valanginien, Saporta n'avait encore, il y a quatre ans, rencontré que des formes identiques ou alliées de très près à celle de la flore jurassique supérieure : un nouveau gisement du même âge,celui de Quinta-do-Leirião, lui a fourni, avec une feuille non douteuse de Monocotylédone, *Alismacites primævus*, un petit fragment de feuille, *Phyllites problematicus*, qui lui a paru pouvoir appartenir à une Dicotylédone avec autant de vraisemblance au moins qu'à une Fougère, et une graine ailée à aile obscurément trilobée, parcourue par des nervures anastomosées, qu'il a rapprochée des Cédrélées, *Cedrelospermites venulosus*. Il semblerait donc que dès cette époque les Dicotylédones aient été représentées dans la flore; toutefois, ces indices de leur présence ont paru à l'auteur trop problématiques encore pour pouvoir être admis sans réserve, et ce n'est que dans l'Urgonien, sur le niveau de Cercal, avec les *Dicotylophyllum* et le *Choffatia Francheti*, qu'il a pu affirmer positivement l'existence de ce groupe si important des Dicotylédones, de mieux en mieux représenté, à partir de ce moment, à mesure qu'on s'élève dans la série des dépôts. Il faut mentionner, en outre, de Cercal, un nouveau type générique, classé par Saporta comme Proangiosperme à côté du *Protorhipis Choffati*, et représenté par des fragments de feuilles rubanées en même temps que par des débris de tiges munis de racines ou de cicatrices radiculaires arrondies ; l'auteur, qui lui a donné le nom de *Delgadopsis*, paraît porté à le regarder comme allié de plus ou moins près aux *Rhizocaulon*.

Dans les couches albiennes de Buarcos, je signalerai un nouveau genre de Fougères, *Phlebomeris*, voisin des *Comptoniopteris*, des *Cycadites* remarquables par l'étroitesse de leurs folioles, et parmi les Dicotylédones, qui forment déjà près du tiers de la flore et rentrent en grande partie dans des genres actuels, des Nymphéinées, voisines des *Brasenia*, pour lesquelles a été établi un nom générique nouveau, celui de *Braseniopsis*. Au sommet de l'Albien, la flore vraconienne de Nazareth s'est montrée relativement pauvre, renfermant seulement une vingtaine de Dicotylédones et une Conifère, *Frenelopsis occidentalis*,

sur les cuticules de laquelle j'ai reconnu des stomates à ouverture en étoile, parfaitement semblables à ceux que j'avais observés sur le *Fren. Hoheneggeri.*

Enfin, dans les couches cénomaniennes du Portugal, il n'y a à mentionner, comme nouveautés de quelque intérêt, que de longues feuilles rubanées de Monocotylédones à nervation très fine, pour lesquelles Saporta a créé le nouveau genre *Phyllotænia*, et un *Magnolia*, *M. palæocretacica,* allié d'assez près, à ce qu'il semble, au *M. grandiflora* actuel.

Si dans les autres parties de l'Europe la flore infracrétacée semble moins riche que celle du Portugal, elle n'en a pas moins fait l'objet de très fructueuses recherches, notamment de la part de M. Seward en Angleterre et de M. Fliche en France : M. A. C. Seward a étudié en détail (1) tous les restes des végétaux fossiles du Wealdien d'Angleterre compris dans les collections du *British Museum* et a fait faire, pour un bon nombre d'entre eux, d'importants progrès à nos connaissances : des échantillons fructifiés du *Sphenopteris Mantelli*, l'une des Fougères les plus caractéristiques de cette époque, lui ont montré une très grande ressemblance avec les pennes fertiles des *Onychium*, et l'ont déterminé à classer cette espèce dans le genre *Onychiopsis*, établi par M. Yokoyama pour une forme voisine. Il a créé un genre nouveau, *Ruffordia,* pour une autre Sphénoptéridée, *Sphen. Gœpperti,* qui semble se rapprocher des *Aneimia* aussi bien par la constitution de ses frondes fertiles que par le mode de découpure de ses pennes stériles. Outre diverses espèces nouvelles appartenant à des genres déjà connus, il a décrit, sous le nom de *Leckenbya,* une nouvelle forme générique de Fougère à très petites pinnules pécoptéroïdes, faisant un peu songer à certains *Gleichenia.*

Les Cycadinées lui ont également fourni matière à d'intéressantes observations, portant sur les frondes aussi bien que sur les tiges et les organes reproducteurs : je mentionnerai notamment un cône, *Androstrobus Nathorsti*, dont les bractées montrent à leur face inférieure la trace de sacs polliniques, et rappellent à certains égards celles des *Encephalartos*. M. Seward a reconnu aussi une nouvelle espèce d'inflorescence femelle, *Bennettites Carruthersi*, appartenant au type *Williamsonia* qu'il fait rentrer comme sous-genre dans les *Bennettites*. La comparaison avec divers troncs vivants l'a conduit à ranger parmi les Cycadées, à raison de leur ressemblance avec certaines tiges de *Zamia* marquées seulement de sillons transversaux irréguliers, une série d'échantillons rapportés jusqu'alors aux Monocotylédones et assimilés aux *Dracæna* ; il a créé pour eux un nouveau nom générique, celui de *Benstedtia* (2). Il a rangé à côté des Cycadinées, sans pouvoir en préci-

(1) A. C. Seward : Catalogue of the mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Nat. Hist.). The Wealden Flora. Part. I. Thallophyta-Pteridophyta. In-8°, XL-180 p., 11 pl. 1894. — Part. II. Gymnospermæ. In-8°, 259 p., 20 pl. 1895.

(2) A. C. Seward : Notes on the geological history of Monocotyledons (*Ann. of Bot.*, X, p. 205-220, pl. XIV. 1896).

ser les affinités, deux types génériques nouveaux, *Withamia* et *Becklesia*. Le premier, dont le nom se trouve faire double emploi avec un nom de genre créé jadis par Unger, présente des frondes à rachis armé de fortes protubérances épineuses au-dessus de chacune desquelles s'insère une foliole orbiculaire à nervation rayonnante ; il semble certain que le *Cycadorachis armata* et le *Sphenozamites latifolius* du Kimméridien du Bugey ne sont que les rachis et les folioles, séparés les uns des autres, de ces frondes de *Withamia Saportæ* (1) ou d'une espèce très voisine. Le *Becklesia anomala* offre l'aspect d'une fronde de *Cycas* à folioles linéaires très étroites, inégalement espacées et parfois bifurquées à leur base ; l'auteur signale des bifurcations analogues chez une Cycadée vivante, le *Macrozamia heteromera*. Parmi les Conifères, je citerai la découverte, nouvelle pour le continent européen, du genre *Nageiopsis*, qui n'était connu encore que dans l'Infracrétacé des États-Unis, et celle d'une curieuse forme de *Brachyphyllum*, *Br. spinosum*, présentant de courts rameaux terminés en pointe spinescente. Postérieurement à la publication de son ouvrage, M. Seward a encore observé, dans les couches wealdiennes, un nouveau type spécifique de bois fossile du genre *Pinites*, *Pin. Ruffordi* (2) ; il a fait connaître, en outre, du Purbeckien supérieur de l'île de Portland, immédiatement au-dessous de la base du Wealdien, un magnifique tronc de 1 m. 20 de hauteur, qui paraît devoir appartenir à une Bennettitée (3) et formera une nouvelle espèce de *Cycadeoidea*.

M. Raciborski a observé de même, dans l'Infracrétacé des Carpathes, un *Cycadeoidea* nouveau, *Cyc. Niedzwiedzkii* (4), dont il a donné une description détaillée, et entre les résidus pétiolaires duquel il a trouvé de nombreuses spores de Champignons, semblables à celles d'un *Cladosporium* ou d'un *Puccinia ;* les poils écailleux de ces bases de pétioles lui ont offert en outre, dans leurs cellules, des Bactéries, les unes coccoïdes et les autres bacillaires.

Les recherches de M. Fliche (5) ont eu pour objet les fossiles végétaux, presque tous à structure conservée, rencontrés dans les gisements de nodules phosphatés de l'Argonne, dont les uns, les plus riches, appartiennent à l'Albien, et les autres au Cénomanien. Les premiers ont fourni à M. Fliche deux types spécifiques de troncs de Fougères,

(1) Je proposerai, à raison du double emploi que je viens de signaler, de substituer à l'appellation générique de *Withamia*, celle de *Sewardia*, consacrant à ce type remarquable le nom du savant paléobotaniste à qui en est due la connaissance.

(2) A. C. Seward : A new species of Conifer, *Pinites Ruffordi*, from the English Wealden Formation (*Journ. Linn. Soc. Bot.*, XXXII, p. 417-425, pl. II, III. 1896).

(3) A. C. Seward : A new Cycad from the isle of Portland (*Ann. of Bot.*, X, p. 626. 1896).

(4) M. Raciborski : Cycadeoidea Niedzwiedzkii nov. sp. (*Rozpr. wydz. mat. pr. Akad. Umiej. w Krakowie*, XXVI, p. 301-310, pl. VII, VIII. 1894).

(5) P. Fliche : Études sur la flore fossile de l'Argonne (Albien-Cénomanien). In-8°, 196 p., 17 pl. (*Bull. Soc. des sc. de Nancy*. 1896).

du genre *Protopteris*, appartenant vraisemblablement aux Dicksoniées, un cône de Cycadée, *Zamiostrobus Loppineti* n. sp., analogue à la fois aux Zamiées et aux Encéphalartées, une tige du genre *Yatesia*, qui pourrait bien appartenir à une Encéphalartée, de nombreux fragments de tiges et quelques débris d'inflorescences de Bennettitées, et une grande quantité de strobiles de Conifères. Parmi les Bennettitées, il faut mentionner, à côté d'espèces nouvelles du genre *Cycadeoidea*, un genre nouveau, *Amphibennettites*, établi pour des fructifications qui paraissent différer des *Bennettites* par leurs graines plus grosses, portées au sommet de pédicelles sensiblement plus courts. Parmi les Conifères, où l'espèce dominante est un Cèdre, *Cedrus oblonga*, à cônes allongés, un nouveau genre a été créé, sous le nom de *Pseudo-Araucaria*, pour des cônes à écailles caduques comme celles des *Araucaria* et constituées exactement comme celles-ci, mais portant deux graines disposées de part et d'autre de leur ligne médiane; par ce caractère, ainsi que par la soudure moins intime de la bractée à la portion carpellaire de l'écaille, les *Pseudo-Araucaria*, dont l'auteur a observé trois espèces, paraissent constituer un type de passage entre les Araucariées et les Abiétinées, tout en se rattachant plus étroitement aux premières, lesquelles sont d'ailleurs représentées dans ces gisements par de vrais *Araucaria*. Les Abiétinées ont fourni un genre nouveau, *Tsugites*, établi sur un cône analogue à ceux des *Tsuga*, et plusieurs espèces de *Pinus*, dont les unes appartiennent à la section des *Strobus*, d'autres rappellent les *Tæda* ou les *Pinaster*, tandis que les autres semblent dénoter l'existence de sections différentes, aujourd'hui éteintes, peut-être intermédiaires entre certaines des sections actuelles.

Dans le Cénomanien, M. Fliche a observé des Angiospermes non douteuses, à savoir, d'abord, à la base de ce terrain, dans la gaize, une feuille de *Laurus*, qui est actuellement la plus ancienne Dicotylédone recueillie en France ; puis, dans les sables verts supérieurs des environs de Sainte-Menehould, une graine pour ainsi dire identique à celle des *Mammæa*, mais qu'à raison de sa conservation imparfaite l'auteur s'est borné à classer sous le nom de *Mammæites*, bien que l'attribution ne semble guère douteuse; il est à noter que l'on n'avait pas encore reconnu l'existence des Clusiacées à l'état fossile. Les mêmes gisements ont fourni en outre des fruits de Palmiers assez bien conservés pour que leurs affinités avec les Cocoïnées n'aient pu laisser place au doute : les uns sont de gros noyaux globuleux ou subglobuleux à coque percée de trois perforations, rappelant tout à fait ceux des *Cocos*, et sur lesquels a été établi le genre *Cocoopsis*, avec deux espèces; les autres ressemblent à des noyaux d'*Astrocaryum* et sont décrits sous le nom d'*Astrocaryopsis ;* ils n'ont offert qu'un seul type spécifique. Il n'est pas inutile d'ajouter que l'ouvrage de M. Fliche est accompagné de reproductions phototypiques qui ne laissent pour ainsi dire rien à désirer et fournissent au lecteur des éléments indiscutables de conviction.

M. F. von Kerner a étudié (1) la flore infracrétacée de Lesina en Dalmatie, et y a trouvé, avec des Fougères, des Cycadées et des Conifères, un certain nombre de Dicotylédones, qui semblent indiquer qu'on se trouve là au voisinage de l'extrême sommet de l'Infracrétacé ; la présence, en assez grande abondance, du *Cunninghamia elegans*, qui est surtout une plante cénomanienne, fournit une indication dans le même sens. Les formes les plus intéressantes de ce gisement sont des *Pachypteris*, à frondes bipinnées, constituant des espèces nouvelles, qui ne laissent pas de rappeler certains *Thinnfeldia ;* l'auteur y voit des Cycadées plutôt que des Fougères, à raison surtout de certaines analogies avec les *Stangeria*, dont leur nervation semble cependant les écarter ; mais la découverte, par M. Raciborski, de frondes fertiles de *Thinnfeldia* dans le Jurassique des environs de Cracovie, donne à penser qu'ici encore il se pourrait qu'on eût affaire à des Fougères, malgré leur peu de ressemblance avec les formes vivantes. Quant aux Dicotylédones, l'auteur les rapporte à des espèces déjà décrites, des genres *Daphnites*, *Proteoides* et *Phaseolites*.

De nouvelles recherches sur le gisement cénomanien bien connu de Quedlinburg ont fourni à M. Lampe (2),avec quelques formes spécifiques nouvelles, des feuilles qu'il rapproche de celles du *Populus litigiosa*, mais pour lesquelles il a proposé l'établissement d'un genre nouveau, sous le nom d'*Ægirophyllum*, l'absence de fleurs et de fruits ne lui permettant pas de les classer en toute certitude dans le genre *Populus*.

Un autre gisement cénomanien, celui de Kunstadt en Moravie, a fait l'objet, de la part de M. Krasser (3) d'un travail approfondi, accompagné de très belles planches, et comprenant la description d'un bon nombre d'espèces nouvelles : je citerai une superbe Fougère, *Matonia Wiesneri* n. sp., trop voisine, par le mode de découpure de sa fronde, par sa nervation et par ses fructifications, du *Matonia pectinata*, pour qu'il puisse rester un doute sur l'attribution générique; et parmi les Conifères, des ramules remarquablement conservés de *Widdringtonia Reichii*, portant, les uns des chatons mâles, les autres de petits strobiles quadrivalves. Les Dicotylédones, richement représentées, comprennent, entre autres, une nouvelle espèce de *Myrica* représentée par un rameau feuillé avec des ramules florifères; plusieurs *Eucalyptus*, *Euc. Geinitzi* principalement, avec des calices qui prouvent bien qu'on a affaire là à ce genre de Myrtacées; et de nombreuses formes de l'ancien genre *Credneria*, si souvent discuté, que l'auteur,

(1) F. von Kerner : Kreidepflanzen von Lesina (*Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt*, XLV, p. 39-58, pl. I-V. 1895).

(2) Lampe : Ueber neue Fundorte der subhercynischen Flora (*Zeitschr. f. Naturwiss.*, LXVII, p. 193-198. 1894).

(3) F. Krasser : Beiträge zur Kenntniss der fossilen Kreideflora von Kunstadt in Mähren (*Beitr. z. Palæont. u. Geol.-Œsterr. Ungarns und des Orients*, X, p. 113-151, pl. XI-XVII. 1896).

s'appuyant principalement sur les observations de M. Lester Ward relatives à diverses formes anomales de Platanes, n'hésite pas à classer comme *Platanus*. Bien que, parmi les figures qu'il en donne, quelques-unes ne soient pas sans analogie avec certaines feuilles de Platanes faiblement lobées, l'identification générique ne me semble pas pouvoir être acceptée comme définitive, à raison de la différence de la nervation : les *Credneria* typiques paraissent en effet s'écarter des Platanes par la disposition de leurs nervures de troisième ordre, beaucoup plus saillantes et plus rapprochées, qui forment avec les nervures secondaires détachées de la médiane un réseau orthogonal bien plus accentué et plus régulier, offrant plus de ressemblance, ainsi qu'on l'a déjà dit plus d'une fois, avec celui qu'on observe, par exemple, chez certaines Ampélidées ou chez certaines Tiliacées. Seule la découverte d'organes fructificateurs encore en relation directe avec des rameaux feuillés permettrait de trancher la question de l'attribution des *Credneria ;* aussi est-il à craindre que celle-ci demeure longtemps encore incertaine.

Avant de passer à la flore crétacée d'Amérique, je mentionnerai l'étude détaillée qu'a faite M. Matajiro Yokoyama de la flore néocomienne du Japon (1), dans laquelle, complétant les résultats d'un travail antérieur de M. Nathorst, il a reconnu la présence d'un bon nombre des types spécifiques habituels de notre flore wealdienne, tels que *Pecopteris Browniana* et *Zamiophyllum Buchianum* ; parmi les formes nouvelles qu'il a rencontrées, semble se trouver, comme il le suppose lui-même, bien qu'il l'ait classé comme *Podozamites*, un représentant du genre *Nageiopsis* de l'Infracrétacé d'Amérique, dont M. Seward a, ainsi que je l'ai dit, constaté également la présence dans le Wealdien d'Angleterre ; je citerai en outre une Cupressinée, *Cyparissidium (?) japonicum* et une Taxinée, *Torreya venusta.*

Les Conifères de la flore néocomienne se sont enrichies d'autre part d'un type générique nouveau, *Pseudo-Frenelopsis*, découvert par M. Nathorst (2) dans des empreintes de Tlaxiaco, au Mexique, et qui, tout en offrant l'aspect des *Frenelopsis*, s'en distingue par ses rameaux non articulés, garnis de deux séries opposées de feuilles alternes, presque engaînantes, très rapprochées les unes des autres.

Depuis les belles découvertes de M. Fontaine qui ont révélé l'existence des Dicotylédones à l'époque néocomienne dans la *Potomac Formation*, la flore des couches crétacées des Etats-Unis n'a cessé de faire l'objet de nouvelles études, portant sur tous les niveaux, depuis la base de l'Infracrétacé jusqu'au sommet du Crétacé supérieur.

(1) M. Yokoyama : Mesozoic Plants from Kôzuke, Kii, Awa and Tosa (*Journ. College of Science, Imp. Univ. Tokyo*, VII, p. 201-231, pl. XX-XXVIII. 1894).

(2) J. Felix und A. Nathorst : Versteinerungen aus dem mexicanischen Staat Oaxaca (*Beitr. z. Geol. u. Paläont. der Republik Mexico*, von Dr J. Felix und Dr H. Lenk, II. Thl., p. 39-54. 1893).

M. Lester Ward (1) en particulier a fait une revue d'ensemble de la flore de cette formation infracrétacée du Potomac, dans laquelle il a reconnu de nouveaux niveaux fossilifères, et il en a comparé notamment la composition à celle de la flore infracrétacée du Portugal, étudiée par le Mis de Saporta. Il y distingue, de bas en haut, la succession suivante : série de James River, série de Rappahannock, série du Mont Vernon, série d'Aquia Creek, série des minerais de fer, non fossilifère, et série Albirupéenne, dont les quatre premières formeraient le Potomac inférieur, les deux dernières le Potomac supérieur. Les deux termes les plus anciens sont pauvres en Dicotylédones, et une forte proportion des espèces qu'ils possèdent, soit en propre pour chacun d'eux, soit en commun, ne se retrouvent pas plus haut. La flore du Mont Vernon, qui vient ensuite, renferme une série d'espèces des niveaux inférieurs qui ne s'élèveront pas au-dessus, en même temps qu'un bon nombre d'espèces des niveaux supérieurs non encore observées plus bas ; elle affecte ainsi un caractère de transition bien accentué ; M. Lester Ward, à qui en est due la découverte, y a observé, entr'autres formes remarquables, un *Zamia*, représenté à la fois par une foliole et par un petit cône, un rameau de *Casuarina* avec une inflorescence femelle, une feuille qui paraît appartenir au genre *Sagittaria*, une curieuse inflorescence pentamère, fleur ou fruit, *Antholithus Gaudium-Rosæ*, et divers types spécifiques intéressants de Dicotylédones, notamment un *Populus* non douteux, qui est le plus ancien représentant américain de ce genre. Dans la série d'Aquia Creek, séparée de la précédente par une importante érosion, la flore se montre pour la première fois riche en Dicotylédones, visiblement alliées aux types actuels, tout en renfermant encore des types des séries inférieures, Fougères et Conifères surtout, notamment du genre *Nageiopsis*, lequel ne dépasse pas cette limite vers le haut ; les caractères de cette flore conduiraient à désigner la série d'Aquia Creek comme Potomac moyen, les Fougères et les Cycadées demeurant prédominantes dans les séries inférieures, et les Dicotylédones au contraire occupant la première place dans le Potomac supérieur, dans la série Albirupéenne. Cette dernière comprend deux groupes, un groupe inférieur, et un groupe supérieur que l'on avait jusqu'à présent classé comme cénomanien, en assimilant sa flore à celle d'Atané au Groënland, et du Dakota aux Etats-Unis ; ce groupe supérieur, que M. Lester Ward désigne comme groupe de Raritan, comprenant les argiles d'Amboy et, à sa partie la plus élevée, les couches à plantes des îles de Long Island, Staten Island, Marthas Vineyard et autres, formerait le couronnement de l'Infracrétacé, l'assimilation qui en avait été faite au Cénomanien reposant sur des identi-

(1) Lester F. Ward : The Potomac Formation (*U. S. Geol. Surv.*, *15th Ann. rep.*, p. 307-397, pl. II-IV ; p. 741-755. 1895). — Some analogies in the Lower Cretaceous of Europe and America (*U. S. Geol. Surv.*, *16th Ann. rep.*, p. 463-536, pl. XCVII-CVII ; p. 887-910. 1896).

fications spécifiques un peu hâtives, qu'un examen plus approfondi a conduit à rectifier ; on aurait affaire là à une flore un peu plus ancienne que celle d'Atané, laquelle serait sans doute elle-même légèrement antérieure à la flore du Dakota.

La flore du système du Potomac présente, d'ailleurs, de nombreux traits de ressemblance avec la flore infracrétacée européenne : c'est ainsi, en particulier, que, de même que de nombreux troncs de Cycadinées ont été rencontrés dans les couches wealdiennes d'Angleterre, de même on en a trouvé à diverses reprises dans la portion inférieure de la *Potomac Formation*, en grand nombre surtout, en 1893, dans les Black Hills du Dakota méridional d'une part, et dans le Maryland d'autre part (1) ; mais c'est principalement avec la flore portugaise que la comparaison est intéressante, à raison de la présence des Dicotylédones dans celle-ci comme dans celle des Etats-Unis. M. Lester Ward rapproche notamment les *Dicotylophyllum* de Cercal de certaines feuilles de *Proteæphyllum* de la série du Mont Vernon ou de *Populophyllum* de la série d'Aquia Creek ; il indique à cette occasion les *Protorhipis* comme lui paraissant, ainsi que je l'ai dit plus haut, même ceux de l'Infralias et du Lias, représenter des formes ancestrales de Dicotylédones, interprétation que les observations faites sur les échantillons du Lias inférieur de Steierdorf comme sur ceux de Bornholm ne me permettent pas d'accepter. En revanche, les autres rapprochements indiqués par M. Lester Ward paraissent absolument justifiés, tels que ceux du *Cissites obtusilobus* de Buarcos et du *Vitiphyllum multifidum* de la série d'Aquia Creek, du *Chondrophyton laceratum* du Cénomanien de Padrão et du *Liriodendropsis simplex* des argiles d'Amboy ; l'identité, au moins générique, ne semble pas discutable. Si l'on entre dans le détail, la comparaison, étage par étage, de l'une et de l'autre flore, montre même assez d'analogies de composition pour qu'on puisse, avec quelque vraisemblance, paralléliser la flore la plus inférieure du Portugal avec celle des deux séries les plus anciennes du Potomac, la flore urgonienne de Cercal avec celle du Mont Vernon, la flore aptienne d'Almargem avec celle d'Aquia Creek, la flore albienne de Buarcos avec celle des argiles d'Amboy, et la flore vraconienne de Nazareth avec celle de la série des Iles. Il ressort de là que l'ensemble de la flore a été, au moins à bien peu près, le même de part et d'autre, et a suivi la même marche dans son évolution graduelle.

M. Fontaine a étudié (2) la flore du bassin charbonneux des Great

(1) Lester F. Ward : Fossil Cycadean trunks of North America, with a revision of the genus Cycadeoidea Buckland (*Proc. biol. Soc. Washington*, IX, p. 75-88. 1894). — Recent discoveries of Cycadean trunks in the Potomac Formation of Maryland (*Bull. Torrey bot. Club*, XXI, p. 291-299. 1894).

(2) W. M. Fontaine : Description of some fossil plants from the Great Falls Coal Field of Montana. — Notes on some fossil plants from the Trinity Division of the Comanche Series of Texas (*Proc. U. S. Nat. Mus.*, XV, p. 487-493, pl. LXXXII-LXXXIV ; — XVI, p. 261-282, pl. XXXVI-XLIII. 1893).

Falls dans le Montana et celle des couches néocomiennes du Texas appartenant à la *Trinity Division* ; il a observé dans la première, avec diverses espèces nouvelles de Fougères et de Cycadées, dont quelques-unes rappellent certaines formes de l'Infracrétacé du Groënland, des types caractéristiques de la flore inférieure du Potomac, qui le conduisent à la paralléliser avec cette dernière, bien qu'il n'y ait pas rencontré d'Angiospermes. De même la flore de la *Trinity Division*, quoique ne renfermant guère que des Cycadées et des Conifères, notamment *Zamiophyllum Buchianum* et *Frenelopsis Hoheneggeri*, avec quelques espèces nouvelles, ressemble beaucoup à la flore du Potomac inférieur; M. Fontaine serait disposé toutefois à la regarder comme étant peut-être un peu plus ancienne et correspondant à l'extrême base de l'Infracrétacé.

Les couches infracrétacées de l'Arkansas, appartenant également à la *Trinity Division*, ont fourni à M. F.-H. Knowlton des tiges à cuticule conservée, montrant des ouvertures stomatiques alignées en files, dépourvues des stomates eux-mêmes, mais bordées d'un cadre formé de cinq ou six cellules disposées en rosette ; il en a fait le type d'un genre nouveau sous le nom de *Palæohillia* (1). Bien que M. Holm ait fait remarquer avec raison (2) que des dispositions analogues s'observent sur des plantes très diverses, la ressemblance de ces cuticules avec celles des *Frenelopsis* me donne lieu de croire qu'on pourrait bien avoir simplement affaire là à ce dernier genre, si répandu dans la flore infracrétacée.

M. A. Hollick a poursuivi l'étude (3), commencée par lui depuis plusieurs années, de la flore des couches crétacées des îles de Long Island, Staten Island, Marthas Vineyard, etc., considérées jusqu'ici comme cénomaniennes, mais qui, d'après M. Lester Ward, devraient être rangées désormais dans l'Infracrétacé, dont elles formeraient le couronnement. Il y a reconnu un nombre considérable d'espèces, appartenant pour la plupart aux Dicotylédones, et dont les plus répandues

(1) F. H. Knowlton : Description of a new problematical plant from the Lower Cretaceous of Arkansas (*Bull. Torrey bot. Club*, XXII, p. 387-390, 3 fig. 1895).

(2) T. Holm : Remarks upon Palæohillia, a problematical fossil plant. (*Botan. Gazette*, XXI, p. 207-209, pl. XVII. 1896).

(3) A. Hollick : Additions to the palæobotany of the Cretaceous Formation on Staten Island ; — Preliminary contribution to our knowledge of the Cretaceous Formation on Long Island and Eastward ; — Some further notes on the geology of the North shore of Long Island ; — Geological Notes : Long Island and Nantucket (*Trans. N. Y. Acad. Sci.*, XII, p. 28-39, pl. I-IV ; p. 222-237, pl. V-VII. 1893 ; XIII, p. 122-130. 1894 ; XV, p. 3-10. 1896) ; — A new fossil Palm from the Cretaceous Formation at Glen Cove, Long Island ; — Some further notes upon Serenopsis Kempii ; — Additions to the palæobotany of the Cretaceous Formation on Long Island (*Bull. Torrey bot. Club*, XX, p. 168-169, pl. 149 ; p. 334-335, pl. 156. 1893 ; XXI, p. 49-65, pl. 174-180. 1894) ; — Marthas Vineyard Cretaceous plants (*Bull. Geol. Soc. Amer.*, VII, p. 12-14. 1896).

paraissent être l'*Eucalyptus Geinitzi* et le *Liriodendron simplex*, devenu récemment, à raison des différences de nervation qui le distinguent des vrais *Liriodendron*, le type d'un genre particulier, *Liriodendropsis*. Parmi les formes nouvelles que M. Hollick a observées, et qu'il serait impossible d'indiquer en détail, je mentionnerai une très curieuse inflorescence, *Williamsonia Riesii*, qui montre des bractées linéaires rayonnant autour d'une partie centrale arrondie et offre exactement l'aspect d'une fleur de Composée; l'auteur n'en donne du reste l'attribution générique que comme tout à fait provisoire. Il a rapporté, d'autre part, aux Palmiers sous le nom de *Serenopsis Kempii*, comme constituant un type générique nouveau, des empreintes formées de feuilles linéaires très étroites, plurinerviées, qui rayonnent en tous sens autour d'un centre commun et semblent se recouvrir mutuellement à leur base ; on peut se demander s'il s'agit bien là d'une fronde de Palmier et si ces empreintes ne représenteraient pas plutôt l'involucre de quelque inflorescence de Cypéracée, peut-être d'un *Cyperus;* quelques débris de feuilles attestent, d'ailleurs, la présence de Cypéracées dans ces couches.

M. Hollick a fait connaître en outre (1) un certain nombre d'espèces nouvelles du *Dakota Group* du Kansas, dont quelques-unes, rapportées aux genres *Protophyllum* et *Cissites*, ne laissent pas de rappeler d'assez près, comme le fait remarquer l'auteur pour l'une d'elles, les *Credneria* du Cénomanien de l'Europe centrale.

M. Knowlton a reconnu, de son côté (2), la flore du *Dakota Group*, avec diverses espèces, notamment des genres *Rhus*, *Sterculia*, *Sassafras*, en partie nouvelles, dans des couches d'une autre région du Kansas, qui avaient jusqu'alors été considérées comme appartenant à la partie inférieure de l'Infracrétacé.

Enfin les couches crétacées supérieures de la région ouest des États-Unis ont fourni encore à M. Hollick (3) quelques plantes intéressantes: d'abord un *Salvinia* bien caractérisé, *S. elliptica* n. sp., trouvé à Carbonado, dans l'Etat de Washington, et à propos duquel l'auteur a procédé à une revision attentive des représentants fossiles de ce genre, dont il écarte avec raison quelques-unes des espèces qui lui avaient été attribuées, pour les rapporter, l'une aux *Marsilia*, deux autres, notamment le *Salv. Alleni* Lesq., au genre *Tmesipteris*, non signalé

(1) A. Hollick : Descriptions of new leaves from the Cretaceous (Dakota Group) of Kansas (*Bull. Torrey bot. Club*, XXII, p. 225-228, pl. 236, 237. 1895).

(2) F. H. Knowlton : Report upon a small collection of fossil plants from Black Hills, near Belvidere, Kansas, collected by Prof. R. T. Hill (*Amer. Journ. of Sci.*, L, p. 212-214. 1895).

(3) A. Hollick : Fossil Salvinias, including description of a new species; — A new fossil Nelumbo from the Laramie Group at Florence, Colo.; — Wing-like appendages on the petioles of Liriophyllum populoides Lesq. and Liriodendron alatum Newb., with description of the latter; — Appendages to the petioles of Liriodendra (*Bull. Torrey bot. Club*, XXI, p. 253-257, pl. 205 ; p. 307-310, av. fig.; p. 467-471, pl. 220, 221. 1894 ; — XXIII, p 249-250, pl. 259, 260. 1896).

jusqu'ici à l'état fossile, une autre aux Fougères, et une dernière aux Dicotylédones. Dans les couches de la formation de Laramie, au Colorado, il a observé une feuille peltée de Nymphéinée, qui lui a paru constituer une espèce nouvelle de *Nelumbo*, *N. laramiensis*, à côté de laquelle il faut, à son avis, ranger, en les faisant rentrer dans ce même genre, les feuilles du Crétacé canadien décrites par M. Dawson comme *Brasenia antiqua*. D'autres formes curieuses sont les feuilles liriodendroïdes à pétiole plus ou moins largement ailé, provenant des couches crétacées du Colorado, qu'il a figurées sous les noms de *Liriodendron alatum* Newb. mss. et de *Liriophyllum populoides* Lesq.; l'observation qu'il a faite récemment sur un Tulipier vivant, de feuilles également munies le long de leur pétiole d'une aile formée par la soudure des deux stipules basilaires, semble bien indiquer qu'il s'agit réellement là de feuilles appartenant ou apparentées au genre *Liriodendron*, quoi qu'en ait pensé M. Holm (1), qui s'était élevé contre l'attribution et le rapprochement admis par M. Hollick ; il se pourrait toutefois que les critiques de M. Holm fussent fondées en ce qui regarde d'autres feuilles, non ailées, échancrées en angle rentrant au sommet, à savoir celles du *Liriodendron* ou *Liriodendropsis simplex*, dans lesquelles, à raison d'abord de leur forme allongée, en coin à la base, sans lobes latéraux, puis de l'absence apparente de pétiole et surtout de leur nervation très serrée, il est disposé à voir des folioles de Légumineuses à feuilles trifoliées plutôt que des feuilles alliées de plus ou moins près aux *Liriodendron*.

Sur le bord de la frontière nord-ouest des États-Unis, dans les couches crétacées supérieures de l'île de Vancouver, Sir W. Dawson (2) a observé une riche flore de Dicotylédones renfermant notamment plusieurs espèces, pour la plupart nouvelles, de *Dryophyllum*, de *Quercus*, de *Ficus*, d'*Artocarpus*, de *Diospyros*, de *Magnolia*, de *Liriodendron* ; l'une de ces dernières, *Lir. prætulipiferum*, mérite d'être notée à raison de sa grande ressemblance avec les feuilles de l'espèce actuelle. Je mentionnerai en outre un très beau fragment de feuille de Palmier, classé par l'auteur comme *Sabal imperialis*, et quelques Conifères, entr'autres le *Sequoia Langsdorffi*, si voisin du *Seq. sempervirens* actuel, et un Ginkgo, *Salisburia pusilla* n. sp., à feuilles à peine distinctes de celles de l'espèce vivante.

En Australie enfin, l'exploration de gisements crétacés du Queensland qui paraissent appartenir au Crétacé supérieur, a fourni une importante série d'empreintes végétales, qui ont été étudiées et décrites par le Baron C. von Ettingshausen (3) ; il n'en a donné malheureuse-

(1) T. Holm : On the validity of some fossil species of Liriodendron (*Botan. Gazette*, XX, p. 312-316, pl. XXIII. 1895).

(2) Sir J. W. Dawson : On new species of Cretaceous plants from Vancouve-Island (*Trans. Roy. Soc. Canada*, sect. IV, 1893, p. 53-72, pl. V-XIV. 1894).

(3) C. von Ettingshausen : Beiträge zur Kenntniss der Kreideflora Australiens (*Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien*, LXII, p. 1-56, 4 pl. 1895).

ment que des figures un peu insuffisantes, sur lesquelles les caractères de la nervation, si essentiels, ne sont pas toujours indiqués, ce qui ne permet aucun contrôle des déterminations. Un petit nombre d'échantillons ont pu être identifiés à des espèces du Crétacé supérieur de Nouvelle-Zélande ; les autres constituent des formes spécifiques nouvelles, et se répartissent dans un grand nombre de genres, parmi lesquels je citerai *Casuarina*, *Myrica*, *Dryophyllum*, *Quercus*, *Fagus*, *Cinnamomum*, *Laurus*, *Grevillea*, *Banksia*, *Diospyros*, *Aralia*, *Eucalyptus* et *Cassia* ; l'auteur a créé deux genres nouveaux : *Aulacolepis*, pour un fruit ou cône d'interprétation incertaine,et difficile à caractériser, appartenant peut-être à une Conifère, et *Etheridgea*, pour une drupe isolée qu'il rapporte aux Tiliacées en la rapprochant de certains *Elæocarpus*. C'est, en somme, une flore très analogue à celles qu'on a observées dans le Crétacé supérieur de l'hémisphère boréal, et qui d'ailleurs se sont toutes montrées, quelle que soit la latitude du gisement, fort peu différentes les unes des autres.

(A suivre).

R. ZEILLER.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Sur la germination des amandes, par M. Leclerc du Sablon . 5

Sur une forme conidienne nouvelle dans le genre *Chætomium*, par M. Em. Boulanger (avec trois planches, Pl. 1, 2 et 3) . 17

Hypertrophie pathologique des cellules végétales, par M. M. Molliard (avec deux planches, Pl. 5 et 6) 33

Note sur un appareil de germination, par M. H. F. Jonkman (avec une planche, Pl. 9). 45

Sur quelques Cécidies orientales, par M. H. Fockeu (avec deux planches, Pl. 7 et 8). 48, 103

Recherches biologiques sur les Champignons, par M. L. Matruchot (avec dix-neuf figures dans le texte et une planche, Pl. 4) 81

Étude anatomique du *Cissus gongylodes*, par M. H. Jumelle (avec huit figures dans le texte) 129

Nomenclature binaire. — La règle de priorité devant l'usage, par M. Ant. Le Grand 161

Sur la structure du micropyle des graines des Légumineuses, par M. Henri Coupin (avec une planche, Pl. 10) 175

Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu, par M. J. Ray (avec dix figures dans le texte et six planches, Pl. 12, 13, 14, 15, 16 et 17) 193

I. Culture d'un *Sterigmatocystis* en tubes ordinaires. . 197

II. Cultures du *Sterigmatocystis alba* dans quelques conditions spéciales 245

III. Adaptation. Désadaptation. Évolution d'une culture d'un ordre déterminé 282

Un nouveau procédé de greffage, par M. L. Daniel (avec douze figures dans le texte). 213

Développement et polymorphisme du *Volutella Scopula*, par M. EDOUARD BOULANGER (avec une planche, Pl. 11) . . . 220

Sur le mucilage exosmosé par les graines, par M. HENRI COUPIN. 241

Sur les faisceaux staminaux, par M. P. GRELOT 273

Sur la structure de la racine de l'*Hydrocharis Morsus-ranæ*, par M. GUSTAVE CHAUVEAUD (avec cinq figures dans le texte). 305

Sur les réserves oléagineuses de la noix, par M. LECLERC DU SABLON. 313

Études morphologiques sur le genre *Anemone* (*Suite*). Chapitre troisième : la racine, par M. EDOUARD DE JANCZEWSKI (avec deux planches, Pl. 18 et 19) 337

Recherches sur la formation de la chlorophylle dans les plantes, par M. W. PALLADINE (avec une figure dans le texte). 385

Sur la digestion de l'albumen du Dattier, par M. LECLERC DU SABLON. 395

De l'influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation de quelques essences forestières, par M. ED. GRIFFON (avec cinq figures dans le texte et une planche, Pl. 22) 417

Sur le rôle des tubes criblés, par M. G. CHAUVEAUD 427

Sur une germination tératologique du Pois, par M. HENRI COUPIN (avec neuf figures dans le texte) 431

TABLE DES REVUES

DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1892, 1893 et 1894, par M. A. Prunet (avec figures dans le texte).

1° Noyau 27, 58, 118
2° Éléments figurés 127
3° Membrane 150
4° Tissus 181
5° Racine, tige, feuille 188
6° Organes reproducteurs. 191, 226, 355, 435
7° Divers 439
8° Anatomie appliquée à la classification. 443

Revue des travaux publiés sur les Muscinées depuis le 1er janvier 1889 jusqu'au 1er Janvier 1895, par M. L. Géneau de Lamarlière (*Suite et fin*).

II. Ouvrage de Bryologie descriptive.

1° Mousses 73, 153
2° Sphaignes 157
3° Hépatiques 233
III. Ouvrages de morphologie générale. . . . 236, 260, 318
IV. Physiologie 320

Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896, par M. R. Zeiller (avec deux planches, Pl. 20 et 21) 324

I. Végétaux inférieurs et organismes problématiques.

A. — Algues et organismes problématiques . . . 325
B. — Champignons 360
C. — Muscinées. 361
II. Végétations paléozoïques 361
A. — Étude des flores paléozoïques. 362
B. — Études spéciales des groupes de végétaux paléozoïques. 377, 399
C. — Études relatives au mode de formation des couches de houille 409
III. Végétaux secondaires antécrétacés 410, 449
IV. Végétaux crétacés et postcrétacés.
A. — Période crétacée. 450

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME NEUVIÈME

Planche 1. *Chætomium.*
— 2. *Chætomium.*
— 3. *Chætomium.*
— 4. *Pleurotus ostreatus.*
— 5. Modifications pathologiques de la cellule.
— 6. Modifications pathologiques de la cellule.
— 7. Galles d'Orient.
— 8. Galles d'Orient.
— 9. Appareil de germination pour les Fougères.
— 10. Micropyle des graines des Légumineuses.
— 11. *Volutella Scopula.*
— 12. *Sterigmatocystis alba.*
— 13. *Sterigmatocystis alba.*
— 14. *Sterigmatocystis alba.*
— 15. *Sterigmatocystis alba.*
— 16. *Penicillium Sacchari.*
— 17. Appareils pour cultures en liquides agités.
— 18. Racine des Anémones.
— 19. Racine des Anémones.
— 20. *Sigillaria mamillaris, S. approximata, S. Brardi.*
— 21. *Protorhipis Buchi, Clathropteris.*
— 22. Chêne, Hêtre, Frêne (Pousses normales et pousses de remplacement).

TABLE DES ARTICLES ET DES REVUES

PAR NOMS D'AUTEURS

BOULANGER (Édouard). Développement et polymorphisme du *Volutella Scopula* 220

BOULANGER (Ém.). Sur une forme conidienne nouvelle dans le genre *Chætomium* 17

CHAUVEAUD (Gustave). Sur la structure de la racine de l'*Hydrocharis Morsus-ranæ*. 305

— Sur le rôle des tubes criblés. 427

COUPIN (Henri). Sur la structure du micropyle des graines des Légumineuses 175

— Sur le mucilage exosmosé par les graines . . 241

— Sur une germination tératologique du Pois . 431

DANIEL (L.). Un nouveau procédé de greffage 213

FOCKEU (H.). Sur quelques cécidies orientales. 48, 103

GÉNEAU DE LAMARLIÈRE (L.). Revue des travaux publiés sur les Muscinées depuis le 1er Janvier 1889 jusqu'au 1er Janvier 1895. . . . . 73, 153, 233, 260, 318

GRELOT (P.). Sur les faisceaux staminaux. 273

GRIFFON (Ed.). De l'influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation de quelques essences forestières 417

JANCZEWSKI (Édouard). Études morphologiques sur le genre *Anemone* (*Suite*). Chapitre troisième : la racine. 337

JONKMAN (H. F.). Note sur un appareil de germination. . . . 45

JUMELLE (H.). Étude anatomique du *Cissus gongylodes* 129

LECLERC DU SABLON. Sur la germination des amandes. 5
— Sur les réserves oléagineuses de la noix . 313
— Sur la digestion de l'albumen du Dattier. 395

LE GRAND (Ant.). Nomenclature binaire. — La règle de priorité devant l'usage 161

MATRUCHOT (L.). Recherches biologiques sur les Champignons 81

MOLLIARD (M.). Hypertrophie pathologique des cellules végétales 33

PALLADINE (W.). Recherches sur la formation de la chlorophylle dans les plantes 385

PRUNET (A.). Revue des travaux d'anatomie végétale parus en 1892, 1893 et 1894 . . . . 27, 58, 119, 150, 181, 226, 355, 435

RAY (J.). Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu 193, 255, 282

ZEILLER (R.). Revue des travaux de paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1893-1896... 324, 360, 399, 449

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS D'AUTEURS DONT LES TRAVAUX ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS LES REVUES DES TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Explication des signes : (*a*) Revue des travaux d'Anatomie végétale ; (*m*) Revue des travaux sur les Muscinées ; (*pa*) Revue des travaux de Paléontologie végétale.

A

Altmann (*a*) 29
Amann (*m*). 73, 74, 77, 78, 237, 323
Amelung (Erich) (*a*). 152
Andræ (*pa*). 413
Arcangeli (*pa*) 369
Arnell (*m*) 234
Auerbach (*a*). 27

B

Balicka-Iwanowska (Mme G.) (*a*) 444
Bartholin (*pa*). 412
Bastit (*m*) 238, 239, 319
Belajeff (Wl.) (*a*). . 64, 65, 70, 72, 123, 228, 230
Beneeke (W.) (*a*). 181
— (*pa*) 330
Bengt-Jonsson (*a*). 182
Benson (Mme M.) (*a*) 355
Berggren (*m*). 318
Bertrand (C.-E.) (*pa*) . 331, 482
— et Renault (B.) (*pa*) 331
Bescherelle (*m*). 154
Binz (*a*) 128
Bonnier (Gaston) (*a*) 442
Boodle et Wordsdell (*a*) . . 445
Bosniaski (S. de) (*pa*). . . . 369
Bottini (*m*). 75, 154
Boulay (*m*). 75
Bower (F.-O.) (*m*) 236
— (*pa*) 403
Braemer (L.) (*a*) 187
Brebner et Scott (*a*). 183
Briosi et Tognini (*a*) 192
Britton (*m*) 79, 153
Brizi (*m*) 157
Brown (A.) (*pa*). 330
Brun (*pa*). 336
Bruns (Erich) (*a*) 437
Bryhn (*m*) 153, 235
Bunger (*m*). 268
Burchard (*m*). 79
Burck (W.) (*a*). 192
Busse (*a*). 190
Buysson (R. du) (*m*) 73

C

Candolle (C. de) (*a*) 191
Campbell (*a*) 230, 436
Camus (F.) (*m*). 236
Cardot (*m*). 75, 76, 156
Cayeux (*pa*) 335
Chauveaud (G.) (*a*) 226
Chodat (*a*) 184
Clairbois et Mansion (*m*) . . 155
Clerici (*pa*) 330
Corbière (*m*). 153, 154, 155, 236

Cormack (*pa*). 384
Compter (*pa*). 411
Correns (*a*). 152, 438
Crato (*a*). 127
Cremer (*pa*). 364
Culmann (*m*). 73, 79

D

Dawson (*pa*) 461
Debat (*m*) 75
Dixon (*a*). 61
— (*m*) 154
Dodel (*a*). 128

E

Eaton (*m*) 155
Etheridge (*pa*). 379, 399
Ettingshausen (C. von) (*pa*). 461
Evans (*m*) 233

F

Farmer (J. Bretland) (*a*). 61, 67, 68, 71, 121, 122, 437
— (*m*). 272
— et Reeves (*a*) . 121, 125
— — (*m*). . . 318
Fairchild (*a*) 126
Felix (*pa*). 360, 384
— et Nathorst (*pa*) . . . 456
Fleischer (Max) (*m*). 156
Flemming (*a*). 119
Fliche (*pa*) 453
Flot (*a*). 184
Fontaine (*pa*). 415, 458
Fuchs (Th.) (*pa*) . 325, 326, 330

G

Gautier (P.) (*pa*) 336
Géneau de Lamarlière (*a*). . 439
Gerassimoff (*a*). 126
Gibson (Q. J. Harvey) (*a*). . 443
Gilg (*a*) 446, 448
Gœbel (*m*) . . 263, 265, 266, 267
Golenkine (*a*) 192
Gosselet (*pa*) 410
Gravet (*m*). . . . 157, 240, 321
Grebe (*m*) 74
Grönvall (*m*) . . . 79, 153, 156
Grütter (*a*) 438
Guignard (*a*) 60, 62 à 65, 69, 71, 120, 122, 185, 186, 187, 231, 438
— (*m*) 270
Gümbel (W. von) (*pa*). . . . 326
Gürke (*a*) 447

H

Haberlandt (*m*). 322
Hagen (*m*) . . . 73, 75, 77, 156
Hallier (Hans) (*a*). 448
Hanausek (*a*) 151
Harms (*a*) 446
Hartz (*pa*) 411
Heinsen (*a*). 434
Henneguy (*a*). 120
Henriques (*m*) 154
Herbnst (*a*). 184
Héribaud-Joseph (Fre) (*pa*) . 336
Hertwig (O.) (*a*) 62, 119
Hick (*pa*). . . 379, 381, 384, 399
Hildebrand (*a*) 439
Holle (*a*) 447
Hollick (*pa*). 459, 460
Holm (*pa*) 459, 461
Houlbert (*a*) 183
Humphrey (*a*) 59, 71, 122
Husnot (*m*). 75, 78
Hy (*m*). 239

J

Jaccard (*a*) 356
Jadin (*a*) 447
Jönsson (*m*) 321
Julien (*pa*) 368

K

Karsten (*a*) . . 71, 119, 121, 357
Katzer (*pa*) 367
Kaurin (*m*) 74
Kayser (*a*) 438
Kerner (F. von) (*pa*) 455
Kidston (*pa*) . 328, 363, 364, 402, 405

Kindberg (*m*). 77
Klinggraeff (H. von) (*m*) . . 156
Knowlton (*pa*). . 361, 459, 460
Krasser (*a*) 28, 29, 31
— (*pa*) 455
Kruch (*m*) 271
Krüger (*a*) 181
Kuntze (*pa*). 332, 409
Kurtz (*pa*) 374, 375, 378
Kuster (W. von) (*m*) 323

L

Lampe (*pa*). 455
Lapparent (A. de) (*pa*) . . . 410
Lavdowsky (*a*). 28, 123
Leclerc du Sablon (*a*). . . . 189
Le Jolis (*m*) 234
Lester Ward (*pa*). . . 457, 458
Letacq (*m*) 318
Lignier (*pa*). 413, 449
Lima (W. de) (*pa*). . . 328, 366
Lorch (*m*) 262
Lothelier (*a*) 440

M

Manabre Myoshi (*a*). 227
Mangin (*a*) 151, 438
Mansion et Clairbois (*m*) . . 155
Marshall (Howe) (*m*) 233
Mattirolo (*m*). 322
Meinecke (*a*) 188
Meissner (*a*) 191
Meyer (A.) (*a*) 60
Michael (*pa*), ... 411
Morin (*m*). 240, 260, 320
Mottier (*m*) 271
Müller (C.) (*a*) 437
Muller (F.) (*a*) 227
Murray (G.) (*pa*) 328

N

Nathorst (*pa*). 362
— et Félix (*pa*). . . . 456
Nawaschine (*a*). 355
— (*m*). 77
Nilson (*a*). 444
Noack (*a*). 151
Noll (*a*). 440

O

Oldham (*pa*) 379
Overton (*a*). 61

P

Pantocseck (*pa*). 335
Pearson (*m*) 236
Pée-Laby (*a*) 190
Penhallow (*pa*) 328
Pfister (*a*) 444
Philibert (*m*). 74, 75, 77 à 79, 155, 156, 235, 269
Poirault (*a*). 185, 443
Potonié (*pa*). 326, 360, 365, 367, 377, 378, 401, 402, 405, 409
Potter (*a*) 440
Priemer (*a*) 445

Q

Queva (*a*) 444

R

Raatz (*a*). 183
Raciborski (*pa*). . 361, 414, 453
Reeves (J.) (*m*) 268
— et Farmer (*a*). . . . 125
— — (*m*) . . . 318
Reiche (*a*), ... 445, 448
Renault (B.) (*pa*). 322, 333, 360, 370, 401, 407, 409
— et Bertrand (*pa*). . . 331
Ries (*pa*) 335
Rimbach (*a*) 188
Röll (*m*) 158, 160
Rosen (*a*) . 27 à 32, 59, 62 à 64, 69, 71, 124, 125
Rothpletz (*pa*). 326, 335
Ruge (*m*). 264
Russell (W.) (*a*). . . . 439, 443
Russow (*m*). 157, 159
Ryan (*m*). 235

S

Saporta (Marquis de) (*pa*). . 450
Sauvageau (*a*) 443
Scharf (*a*) 445
Schenck (*a*). 189
Schiffner (*m*) 235
Schilbersky (*a*) 189
Schilling (*a*). 150
Schips (*a*) 437
Schlepegrell (G. von) (*a*) . . 448
Schlottlander (*a*) . 28 à 32, 121, 230
Schmalhausen (*pa*) 362
Schmitz (G.) (*pa*) 410
Schulze (R.) (*a*). 444
Schwendener (*a*) 152
Scott (D.-H.) (*pa*) 403
— et Brebner (*a*). . . 183
— et Williamson (*pa*) 381, 384, 399, 400
Seward (*pa*) . 327, 361, 377, 379, 380, 452, 453
Solereder (*a*) 448
Solms-Laubach (*pa*). 328, 330, 362, 382, 401, 408
Spruce (*m*) 236
Staub (*pa*) 335, 415
Stefani (C. de) (*pa*) 369
Stephani (F.) (*m*) . . . 234, 265
Sterzel (*pa*). . . . 329, 368, 380
— et Weiss (*pa*) . 404, 407
Stock (*a*) 58
Stolley (*pa*). 329
Strasburger (*a*) . 30, 59, 61, 63, 68, 69, 119, 121, 229, 230
Supprian (*a*) 446

T

Tempère (*pa*). 335
Tilden (*m*) 319
Tognini et Briosi (*a*) 192
Tonkoff (*a*). 191
Trabut (*m*) 236 236
Treiber (*a*) 185, 448
Tschirch (*a*) 185
Tubeuf (C. von) (*a*) 443

U

Underwood (*m*) 233

V

Vaizey (*m*) 268, 269
Van Tieghem (*a*) . . . 445, 446
Venturi (*m*). . 74, 153, 154, 159
Vries (H. de) (*a*) 440

W

Wagner (*a*). 441
Walliczek (*a*). 150
Warburg (*a*) 152
Warnstorf (*m*) 159, 160
Weberbauer (*a*). 437
Weiss et Sterzel (*pa*) . 404, 407
White (*pa*) 363, 366, 378
Whitfield (*pa*) 329
Williamson (*pa*). 403
— et Scott (*pa*). 381, 384, 399, 400
Wordsdell et Boodle (*a*). . . 445

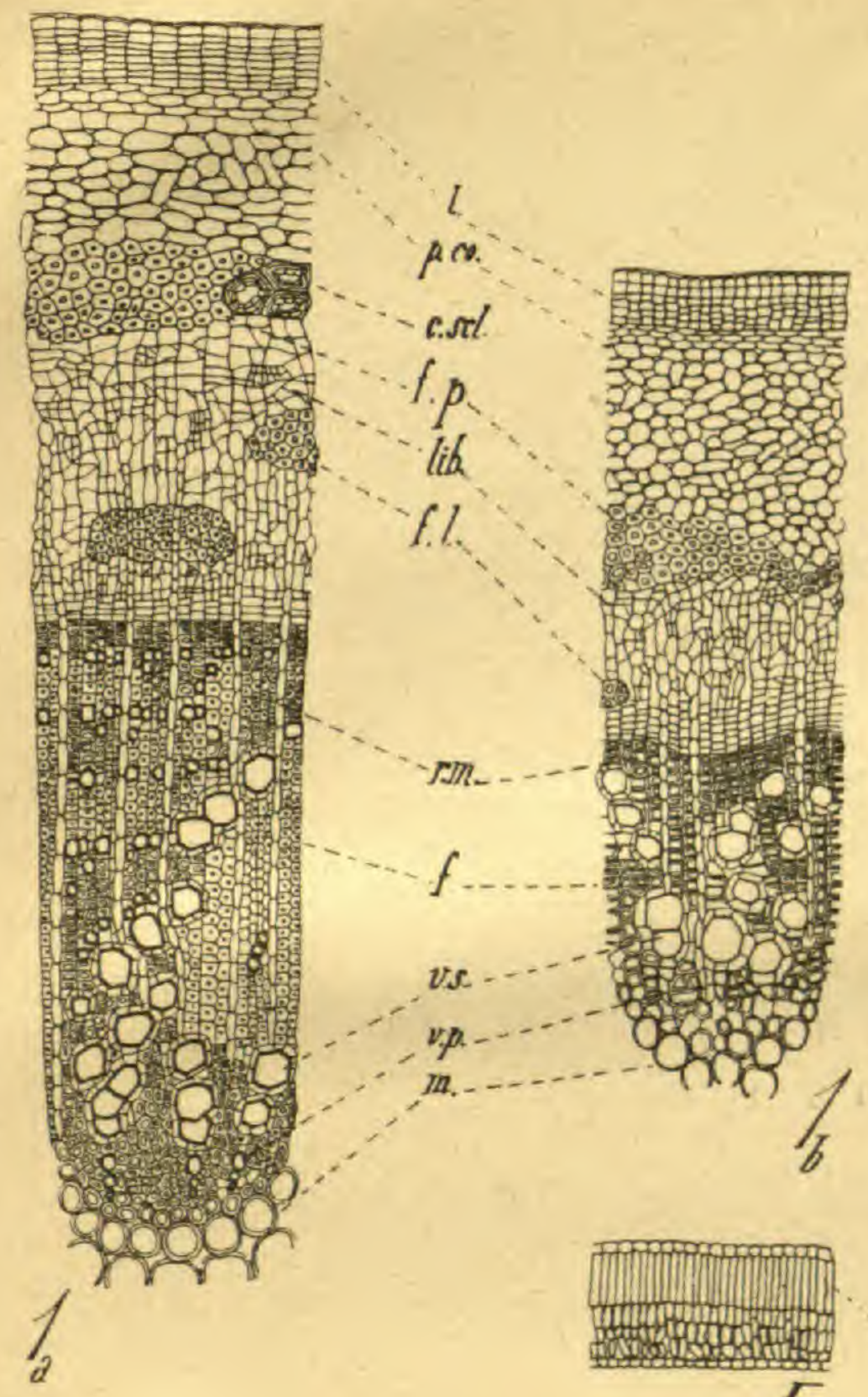
Y

Yokoyama (Matajiro) (*pa*). . 456

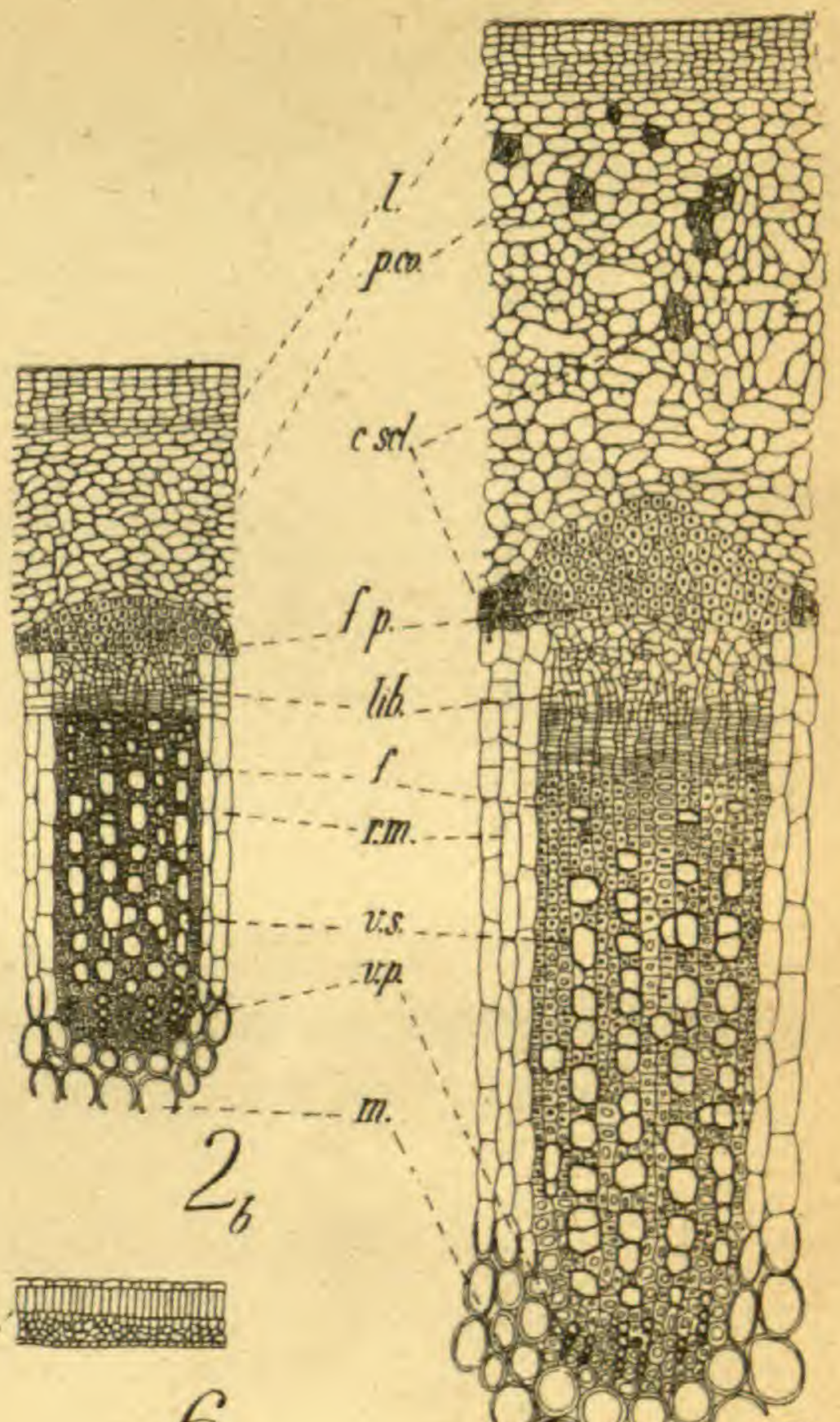
Z

Zacharias (*a*) 29, 59
Zeiller (*pa*) . 365 à 368, 370, 375, 376, 378, 400, 405, 407, 408
Zimmermann (*a*). 28, 29, 31, 58, 63, 64, 70, 122
Zuckal (*a*) 59

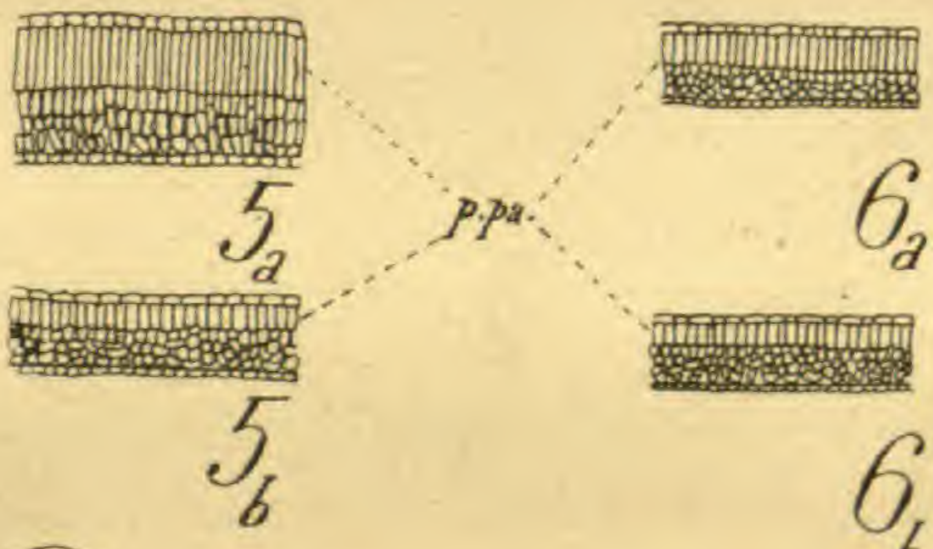
425 — Lille. Imp. Le Bigot frères. Le Gérant : Th. Clerquin.



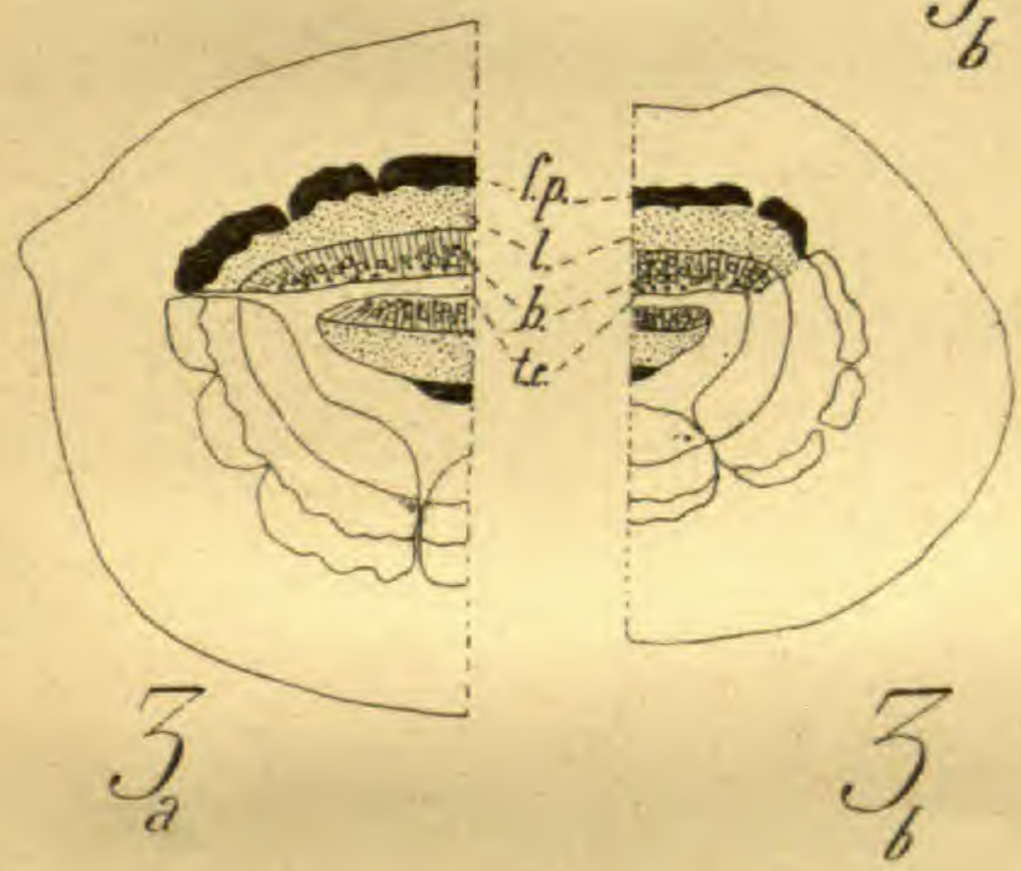
1a 1b



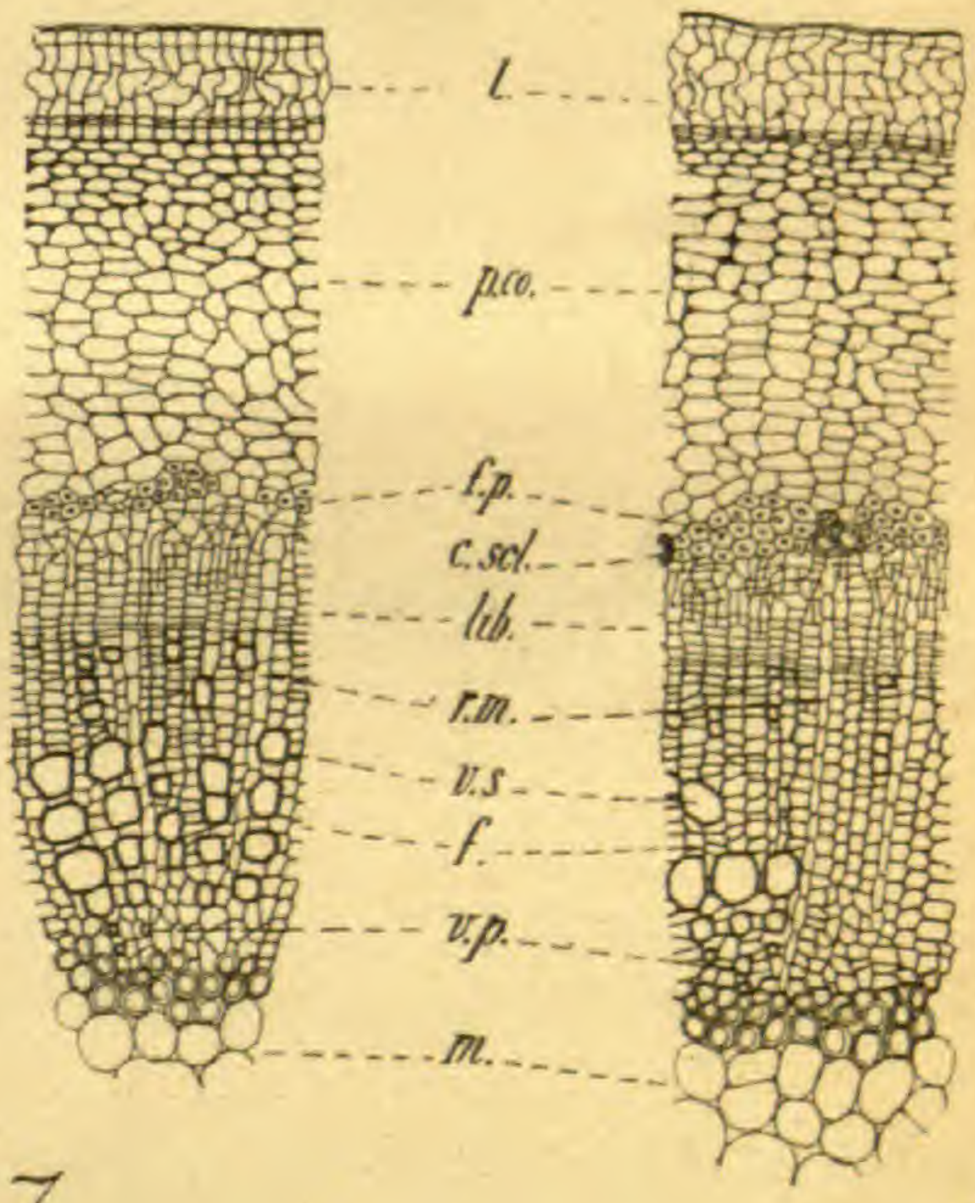
2a 2b

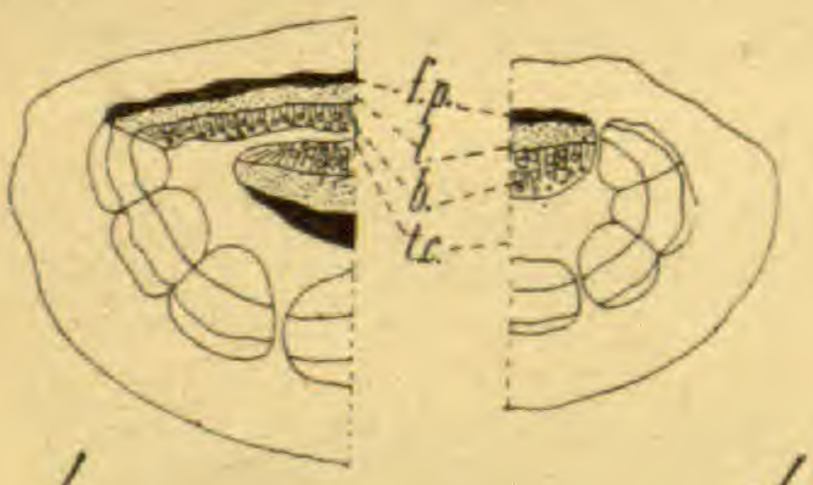


5a 5b 6a 6b



3a 3b





4a 4b 7b 7a

Ed. Griffon del. Imp. Le Bigot frères. Bertin sc.

1, 3 et 5, Chêne ; 2, 4 et 6, Hêtre ; 7, Frêne.

a, pousse normale ; b, pousse de remplacement.

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME NEUVIÈME

Livraison du 15 Janvier 1897

N° 97

Mo. Bot. Garden,
1893.

PARIS

PAUL DUPONT, ÉDITEUR

4, RUE DU BOULOI, 4

—

1897

LIVRAISON DU 15 JANVIER 1897

I. — SUR LA GERMINATION DES AMANDES, par **M. Leclerc du Sablon** 5

II. — SUR UNE FORME CONIDIENNE NOUVELLE DANS LE GENRE *CHÆTOMIUM* (avec planches), par **M. Em. Boulanger** 17

III. — REVUE DES TRAVAUX D'ANATOMIE VÉGÉTALE, parus en 1892, 1893 et 1894 (avec figures dans le texte), par **M. A. Prunet**. 27

PLANCHES CONTENUES DANS CETTE LIVRAISON

PLANCHE 1. — *Chætomium*.
PLANCHE 2. — *Chætomium*.
PLANCHE 3. — *Chætomium*.

Pour le mode de publication et les conditions d'abonnement, voir à la troisième page de la couverture.

MODE DE PUBLICATION & CONDITIONS D'ABONNEMENT

La **Revue générale de Botanique** paraît le 15 de chaque mois et chaque livraison est composée de 32 à 48 pages avec planches et figures dans le texte.

Le prix annuel (payable d'avance) est de :

20 fr. pour Paris, les Départements et l'Algérie.
22 fr. 50 pour l'Étranger.

Aucune livraison n'est vendue séparément.

Adresser les demandes d'abonnements, mandats, etc., à M. Paul DUPONT, 4, rue du Bouloi, à Paris.

On peut se procurer tous les ouvrages analysés dans les Revues spéciales ou ceux annoncés sur la couverture de la Revue, chez *M. Jules PEELMAN, 2, rue Antoine Dubois, Paris.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Gaston BONNIER, professeur à la Sorbonne, 15, rue de l'Estrapade, Paris.

Il sera rendu compte dans les* revues spéciales *des ouvrages, mémoires ou notes dont un exemplaire aura été adressé au Directeur de la Revue générale de Botanique.

Les auteurs des travaux insérés dans la *Revue générale de Botanique* ont droit gratuitement à vingt-cinq exemplaires en tirage à part.

RÉCENTES

PUBLICATIONS BOTANIQUES

SCHLECHTENDAL : *Braunkohlenflora Deutschlands* . . . . 2 fr. 50

Bibliotheca botanica : Heft 42, Kryptogamen . . . . . 15 fr.

Bulletin de la Société botanique suisse, livr. 7. . . . . 5 fr.

BUBANI : *Flora Pyrenaea. Opus posthumum editum curante O. Penzig.* Vol. I. . . . . 16 fr.

DENNERT : *Katechismus der Botanik.* . . . . . 5 fr.

Sitzungsberichte u. Abhandlungen der Genossenschaft « Flora », 1896-97 . . . . . 4 fr. 25

CHRIST : *Die Farnkräuter der Erde* . . . . . 12 fr. 50

An Account of the Herbarium of the University of Oxford. 7 fr. 50

BENNETT : *The Flora of the Alps* . . . . . 28 fr.

THOMÉ and BENNETT : *Text-book of structural and physiological Botany* . . . . . 8 fr.

J. COSTANTIN : *Les végétaux et les milieux cosmiques* . . . . . 6 fr.

W. PFEFFER : *Pflanzenphysiologie. Ein Handbuch der lehre vom Stoffwechsel und Kraftwechsel in der Pflanze. Ester band : Stoffwechsel* (Engelmann, Éditeur, Leipzig) . . . . . 25 fr.

---

325 — Lille. — Imp. LE BIGOT frères.