Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 40 (1904)

Heft: 150

Artikel: Étude biologique et morphologique sur la dissémination des spores chez les mousses

Autor: Pfaehler, Albert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-284138

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. XL. N° 150. 1904

Laboratoire de Botanique de l'Université de Lausanne

ÉTUDE

BIOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

SUR LA

DISSÉMINATION DES SPORES CHEZ LES MOUSSES

PAR LE

Dr Albert PFAEHLER

(Planches VI à XIV.)

INTRODUCTION

Le présent travail a pour but d'étudier la manière dont se fait l'émission des spores chez les mousses stégocarpes.

Nous croyons utile, avant d'entrer en matière, de définir les termes spéciaux que nous employons dans ce travail.

Les Muscinées se développent en deux tronçons caractéristiques alternants, nommés *tronçon sexué* ou *proembryonnaire* et *tronçon asexué* ou *embryonnaire*. Le *tronçon sexué* est représenté par ce que nous appelons vulgairement la *mousse*; c'est-à-dire la plantule différenciée en tige et feuille; celle-ci porte les organes de reproduction : l'*archégone*, organe femelle, et l'*anthéridie*, organe mâle. Ces organes sont entourés de feuilles de forme ordinairement spéciale, feuilles *périchætiales* ou *perichætium*.

Le *tronçon asexué* est représenté par le *sporogone*, vulgairement nommé *capsule*, qui contient les spores.

Notre étude portant sur l'émission des spores, nous avons à nous occuper plus particulièrement du *sporogone*, dont les parties constituantes sont :

Le *pédicelle* ou *seta*, qui porte la capsule et dont le développement varie considérablement selon les espèces. (Fig. 1.) Le tissu du séta peut passer sans transition à celui de la capsule (dans le cas où celle-ci est dépourvue de col. (Fig. 1.) Ou bien, chez certaines espèces, ce passage a lieu insensiblement sous la forme d'une partie souvent renflée, de manière à former un *col* caractéristique. (Fig. 4.) Chez certaines familles comme les *Splachnacées*, par exemple, la partie supérieure du pédicelle, très fortement dilatée, forme un organe spécial, l'*apophyse* (Fig. 23).

La *capsule* proprement dite, examinée à la loupe, présente les parties suivantes : l'*urne* et l'*opercule*. (Fig. 1.) Ce dernier est fréquemment séparé de la *paroi capsulaire* ou *exothecium* par une zone reconnaissable à sa coloration généralement différente de celle de l'urne et à la forme et structure spéciales de ses cellules, l'*anneau* ou *annulus*.

Mentionnons ici déjà la règle générale, que nous avons établie relativement à la présence ou à l'absence de l'anneau.

Dans le cas où les deux tissus en contact, opercule et exothecium sont composés d'éléments cellulaires analogues, la séparation mécanique de l'opercule a lieu au moyen de l'anneau, dans le cas contraire, où les deux tissus, opercule et exothecium, sont composés d'éléments cellulaires très différents, la séparation se fait en général sans l'intervention d'un anneau.

On remarque sur la capsule ouverte de la plupart des mousses stégocarpes, à l'orifice du sporogone, un organe spécial, le *péristome*, composé en général de languettes appelées « *dents* ». (Fig. 2. Fig. 13.)

Le péristome peut être simple ou double. Dans ce dernier cas nous distinguons le *péristome interne* ou *endostome* et le *péristome externe* ou *exostome*. (Fig. 2.) Les dents du péristome sont au nombre de 4, 8, 16, 32 ou 64.

L'endostome est formé, en général, par une membrane, qui peut être réduite à des rudiments en forme de *lanières*

ou de *cils*. Exostome et endostome sont constitués, dans la règle, par les membranes longitudinales persistantes de certaines rangées de cellules, membranes accollées sous la forme des lamelles externes et internes, dont sont composées la dent de l'exostome et la membrane de l'endostome.

En outre de ces parois cellulaires longitudinales, il arrive souvent qu'une partie des parois transversales subsiste aussi, de manière à former des épaississements saillants à la partie interne de la dent, que l'on nomme les *trabécules*. (Fig. 2. Fig. 3.)

Au point de vue fonctionnel, le caractère le plus frappant de l'exostome est son hygroscopicité. A l'état sec, les dents sont écartées, de manière à laisser ouvert l'orifice de la capsule, à l'état humide, les dents se rapprochent et ferment la capsule.

Sur la coupe médiane longitudinale d'une capsule, on voit, au microscope, que la partie inférieure des dents de l'exostome est fixée à la paroi capsulaire par un tissu mécanique. Au-dessous de ce tissu la base des dents se prolonge en une partie non fixée à l'exothecium, mais reliée au sac sporifère par l'intermédiaire de filaments cellulaires. (Fig. 2.)

La partie centrale de la capsule est occupée par un tissu parenchymateux, que nous retrouvons plus ou moins bien conservé dans la capsule mûre, et qui forme la *columelle*. (Fig. 4.)

La majeure partie de l'espace compris entre la columelle et la paroi capsulaire renferme le *sac sporifère*, dans l'intérieur duquel les spores se forment.

Le sporogone des mousses a été l'objet de nombreuses recherches scientifiques. (Voir la bibliographie chez C. Muller, dans « Engler et Prantl » (4). L'attention des auteurs a été surtout attirée par le péristome, fait compréhensible, vu l'importance systématique de cet organe,

son mécanisme si singulier, ses formes bizarres et bien souvent des plus élégantes. M. v. Derschan (2), Engler & Prantl (4), Lantzius Beninga (11), Philibert (15), Steinbrinck (17).

Les propriétés hygroscopiques du péristome sont connues depuis longtemps. Hedwig déjà indique qu'il produit l'obturation de la capsule à l'état humide (9). Malgré les nombreux travaux, ayant rapport à son développement et à son mécanisme, nous ne possédons que très peu d'études traitant de la corrélation fonctionnelle du sporogone et du péristome relativement à l'émission des spores.

Le premier qui ait étudié l'émission des spores au point de vue biologique est *Hutton* (8), dont nous résumons comme suit le travail.

Hutton attribue au vent une importance primordiale pour la dissémination et l'émission des spores ; il cherche constamment à trouver une relation entre la longueur du pédicelle, l'exposition de la plantule et la position de la capsule sur le pédicelle. D'après lui, la fonction du péristome est d'empêcher que le vent n'enlève les spores trop rapidement. *Hutton* part donc du principe que l'émission des spores doit être ralentie. Il n'entre nullement dans les détails anatomiques, ni du péristome, ni du sporogone.

Hutton distingue, au point de vue de la dissémination des spores, les trois classes suivantes :

I. *La capsule seule entre en considération.*

Ce groupe comprend des mousses cleistocarpes et des gymnostomes. Dans le genre *Phascum*, le petit nombre des spores rend une émission ralentie inutile ; donc, dès que l'opercule est tombé, les spores sont émises sans autre. Il en est de même chez *Physcomitrium*, *Aulacopilum*, *Braunia*, etc., où l'opercule est le seul appareil régulateur.

Dans le genre *Hedwigia*, l'auteur entrevoit que le peri-

chætium empêche l'émission trop rapide des spores. Chez *Andreæa* il mentionne comme facteur dominant de l'émission, l'hygroscopicité de la capsule.

II. *La capsule est en collaboration avec le péristome.*

Cette classe présente cinq types différents :

1° Les mousses croissant dans des endroits exposés, ont la capsule inclinée (*Dicranum, Grimmia, Racomitrium, Ceratodon, Leucobryum*, etc.).

2° Les mousses à péristome délicat (*Dawsonia*, *Trichostomum, Tortula*, etc.). Ces mousses croissent dans des stations abritées (*Barbula* seul fait exception). Elles ont les capsules dressées, leur séta est long. La position dressée de la capsule empêche la dissémination rapide des spores.

3° Les mousses à péristome hygroscopique, fermant la capsule à l'état humide (*Orthotrichum*, *Zygodon, Fabronia*, *Fissidens*, etc.). Le péristome est très bien développé et protége les spores efficacement contre la pluie, mais moins contre le vent. Ces mousses habitent en effet, de prédilection, des endroits abrités, sauf celles du genre *Orthotrichum,* qui préfèrent les stations exposées.

4° Le quatrième cas comprend les mousses à péristome double. *Hutton* y classe les mousses « des forêts et de la plaine » (*Hypnum*, *Bryum*, *Isothecium*, etc.). Tous ces genres, sauf le genre *Fontinalis*, possèdent un pédicelle long. L'auteur entrevoit aussi l'importance de la position de la capsule.

5° Le péristome de *Funaria hygrometrica* est particulièrement bien développé. *Hutton* croit que son but unique est de retenir les spores et de les empêcher de tomber toutes à la fois, ou d'être enlevées trop rapidement par le vent. L'orifice de la capsule, toujours dirigé vers le bas, lui semble une excellente protection contre la pluie.

III. *La columelle produit l'émission des spores, tantôt en coopération avec l'opercule, tantôt avec le péristome.*

La columelle, fixée à l'opercule, règle l'ouverture et la fermeture de la capsule *(Pottia truncata, Stylostegium,* etc.), ou bien, soudée au péristome, elle se brise à sa partie supérieure et détruit ensuite, par ses mouvements, le péristome, en sorte que les spores peuvent sortir librement *(Cinclidotus).*

Un mémoire de *Dihm* (3) nous donne des renseignements anatomiques et physiologiques sur le rôle de *l'anneau* dans la déhiscence de la capsule.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'anneau est formé par une zone de cellules spéciales située entre l'opercule et l'urne. Ces cellules sont généralement aplaties dans le sens horizontal et remplies de mucilage. Ce mucilage peut absorber de l'eau : par cette absorption, les cellules de l'anneau augmentent considérablemet de volume (jusqu'au triple chez *Funaria),* beaucoup plus que celles de l'urne. Il se produit ainsi des tensions qui provoquent la déhiscence de la capsule. L'anneau tombe parfois en entier en se déroulant, ou bien il tombe par fragments.

D'autre part, en temps de sécheresse, le mucilage de l'anneau de certains genres *retient* l'eau ; les cellules de la capsule se contractent davantage que celles de l'anneau, ce qui produit également la déhiscence.

Le travail le plus important sur l'émission des spores au point de vue biologique est celui de *Gœbel* (6), dont voici les principales conclusions : L'absence du péristome s'explique premièrement chez les mousses, dont la capsule contient un nombre restreint de spores *(Phascum) ;* secondement, chez les *Sphagnum,* par la déhiscence brusque de la capsule ; troisièmement chez *Andreæa* par le fait que les quatre valves de la capsule ne s'écartent que lentement et que l'émission des spores est ralentie, parce qu'elles ne

peuvent être émises qu'à mesure que la masse glutineuse qu'elle forme se dessèche ; quatrièmement, chez *Physcomitrium*, où l'opercule règle l'ouverture et la fermeture de la capsule ; et cinquièmement, chez certains genres de *Phascacées*, où il se produit des ouvertures à la base de la capsule au moment où elle tombe.

En ce qui concerne les mousses stégocarpes, l'auteur attribue une grande importance, pour l'émission des spores, à la longueur et à la structure du pédicelle. Il généralise trop en disant que les mousses à pédicelle court, croissent toujours dans des endroits exposés.

Le pédicelle long et grêle lui semble favoriser une émission des spores plus rapide. D'après l'auteur, le pédicelle solide contribue directement à l'émission par son hygroscopicité, en faisant tourner la capsule en cercle. *(Funaria hygrometrica.)* Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point ainsi que sur l'importance de la direction vers laquelle s'ouvre la capsule de *Funaria hygrometrica*.

L'urne elle-même est active également; *Gœbel* l'admet surtout pour les mousses, dont le péristome forme une espèce de long entonnoir. *(Encalypta, Barbula.)*

Gœbel mentionne déjà l'éjaculation des spores par les mouvements du péristome chez les *Fissidens* et quelques mousses à péristome double.

Il part, comme *Hutton*, du principe de l'émission ralentie et recommande de bien tenir compte du rôle de l'endostome et de celui de l'exostome. Les formes souvent élégantes de l'endostome *(Fontinalis)* ne s'expliquent que par le rôle qu'il joue dans l'émission ralentie. L'endostome empêche les spores de tomber trop rapidement chez les genres *Bryum*, *Mnium*, etc., où l'orifice de la capsule est dirigé vers le bas.

Nous aurons l'occasion de revenir sur les indications de *Gœbel* dans le courant de notre étude.

Dans un second travail, *Gœbel* (7) donne des détails sur

l'émission des spores chez *Diphyscium*. La capsule grande, asymétrique et brièvement pédicellée, rappelle, par son fonctionnement, un soufflet. *Gœbel* a observé que des gouttes d'eau, tombées sur la capsule, faisaient sortir un nuage de spores. Il compare ce phénomène à l'émission des spores chez les *Lycoperdacées*.

Bryhn (1) met en évidence le rôle important joué par l'*apophyse* des *Splachnacées*. Cette *apophyse* attire, par sa couleur, des mouches et contribue ainsi à la dissémination des spores. Nous reviendrons sur ce travail en traitant de cette famille.

Steinbrinck (17) explique les mouvements hygroscopiques du péristome par la structure interne des lamelles. Il trouve que le type de péristone, agissant comme appareil balistique, est assez répandu et en donne une description détaillée. L'endostome, qui n'est pas hygroscopique, reçoit de l'énergie potentielle de l'exostome et se transforme, de cette manière, en élatère. Cet auteur a aussi constaté que les dents de l'exostome plongent parfois profondément dans la capsule, surtout après avoir été humectées.

Garjeanne (5) nous donne de très intéressants détails sur l'émission des spores chez quelques mousses.

Chez *Pottia truncata*, *Physcomitrium*, etc., les spores sont mises à nu et exposées ainsi à l'influence du vent, par le raccourcissement de la paroi capsulaire. Sous une cloche, en l'absence de tout ébranlement, les spores ne tombent pas ; il faut l'intervention des insectes ou du vent pour les faire tomber.

Il démontre que l'opercule, fixé à la columelle, s'écarte du bord de l'urne par la contraction considérable des parois de cette dernière. Il mentionne aussi les mouvements hygroscopiques de la paroi capsulaire produisant une *désagrégation* des spores. Nous reviendrons sur l'étude de *Garjeanne* en traitant du genre *Physcomitrium*.

Les causes de la déhiscence explosive des capsules de *Sphagnum* ont fait l'objet de plusieurs recherches.

Lindberg (13) croit à un vide qui se formerait dans l'intérieur de la capsule pendant sa maturation. A la maturité il se forme une déchirure dans la paroi capsulaire, la pression atmosphérique, agissant brusquement sur la capsule, suffirait à détacher l'opercule.

Schimper (16), au contraire, explique le phénomène d'explosion par une compression de l'air contenu dans la capsule. Cette compression serait causée par la contraction du sporogone.

Gœbel (6) suppose des différences de tensions dans les différentes parties de la paroi capsulaire.

Nawaschin (14) reprend la question et arrive à une explication plausible du phénomène, basée sur des expériences.

Les stomates des *Sphagnum* ne fonctionnent pas. *Haberlandt* (8) en dit : « Wo von denselben in der Litteratur die Rede ist, wird stillschweigend angenommen, dass es sich hier um normale, functionsfähige Stomata handle. Dies ist aber nicht der Fall, da es bei ihnen niemals zur Bildung von Spalten kommt. »

Selon *Nawaschin* la membrane de la paroi capsulaire à l'état humide est perméable pour l'air, imperméable à l'état sec. Les capsules n'éclatent que par un temps sec. Les spores, qui y sont contenues sous forme d'une poudre sèche, sont projetées à une distance considérable. Les différences de tensions des parties supérieures de la capsule ont une certaine importance dans sa déhiscence, mais l'explosion est produite exclusivement par une compression de l'air, que *Nawaschin* a évaluée à 3 à 5 atmosphères.

Comme nous le voyons, il n'y a que quelques types saillants qui aient été étudiés. Nous nous proposons d'étendre ces recherches à toutes les familles des mousses stégocarpes, en faisant abstraction des cleistocarpes et d'examiner

si nous trouvons, pour l'émission des spores, un caractère général, applicable à toute une famille naturelle.

En outre, nous étudierons comment les différentes parties du sporogone prennent part à cette émission, quels en sont les principes dominants et comment les différentes espèces arrivent à les réaliser.

Nos observations ont été faites en grande partie sur des capsules de mousses fraîches que nous avons récoltées dans les *environs de Lausanne, de Genève, de Soleure*, dans le *Jura méridional*, à *Pont de Nant sur Bex* et au courant des nombreuses excursions botaniques de l'*Université de Lausanne*, dans les *Alpes vaudoises* et *valaisannes*. Pour les observations que nous n'avons pu faire sur du matériel frais, nous avons eu recours à l'*herbier de l'Université de Lausanne* et à ceux de MM. *Amann*, *Colomb-Duplan* et *Meylan*.

Pour des raisons pratiques nous avons étudié les différentes familles dans un ordre arbitraire.

Orthotrichacées.

Amphidium lapponicum [1].

La capsule petite, dépassant à peine le perichætium, est dépourvue de péristome. Dans l'eau, elle se dilate fortement et offre l'aspect de la figure donnée par *Limbricht* (12, vol. II, p. 6). Cependant, l'opercule ne possède la forme représentée, rebondie-conique, que chez les capsules jeunes ; tandis que, chez les capsules mûres, il est brusquement atténué dès la base en un rostre légèrement incurvé. (Fig. 5.)

A l'état sec, la capsule a la forme d'un cône renversé, fortement strié par huit côtes, alternant avec huit sillons d'une couleur plus claire. (Fig. 6.)

[1] Les noms sont sans exception ceux de l'ouvrage de Rabenhorst (12).

L'opercule persiste longtemps et reste lié à la capsule. Une fois écarté du bord de l'urne, il forme un disque limité à sa périphérie par un bourrelet épaissi, qui épouse les sinuosités de la capsule. Du centre déprimé de ce disque, s'élève le rostre qui s'incurve rapidement de façon à toucher presque le bourrelet marginal. Entre l'opercule et l'urne se trouve une fente étroite et circulaire.

L'émission des spores ne se fait pas en une seule fois. Il résulte de nos mesures qu'au moment de sa déhiscence, la capsule se plisse longitudinalement et se raccourcit de 10 à 15 % environ, en même temps.

Des deux actions combinées résulte une diminution de 30 % à peu près du volume de la capsule, ainsi que la déhiscence proprement dite.

Pour nous rendre compte de la contraction approximative de la capsule à l'état sec, nous avons procédé de la manière suivante : ayant projeté l'image de la capsule à l'état sec et à l'état humide sur du carton d'épaisseur égale, nous en avons dessiné exactement les contours. Ces dessins, découpés ont été pesés sur une balance de précision et la différence de leur poids nous a donné le rapport relatif de la capsule humide à la capsule desséchée. Nous tenons toutefois à faire ressortir que les résultats obtenus n'ont qu'une valeur approximative, car il nous faut toujours tenir compte de ce que les contours seuls sont projetés, tandis que les sillons, qui augmentent considérablement la diminution à l'état sec, restent sans effet sur l'image.

Ainsi nous avons déterminé la contraction en pour cent des capsules suivantes : *Ulota crispa*, 30 %, *Amphidium lapponicum*, 30 %, *Orthotrichum stramineum*, 36 %, *Entosthodon fascicularis*, 34 %, *Physcomitrium eurystomum*, 40 %, *Neckera crispa*, 25 %, *Fissidens adiantoïdes*, 34 %, *Splachnum ampullaceum*, 52 %.

Nous voyons, qu'exception faite de la contraction extra-

ordinaire de la capsule de *Splachnum ampullaceum*, nous avons une contraction moyenne de 30 à 40 %.

Il est à remarquer, d'autre part, que la columelle de la capsule de *Amphidium lapponicum* ne se contracte que faiblement à l'état sec. La contraction transversale de l'urne provoque la déhiscence, tandis que la contraction longitudinale plus forte que celle de la columelle écarte l'opercule du bord de l'urne.

La diminution du volume intérieur de la capsule provoque l'expulsion d'une première partie des spores.

Par suite de changements hygrométriques ultérieurs, la capsule subit des contractions encore plus fortes, en sorte que les spores sont expulsées à plusieurs reprises.

Au contact de l'eau, la capsule se ferme immédiatement. La rapidité de cette fermeture par l'opercule est à peu près la même que celle par le péristome chez les *Orthotrichacées* c'est-à-dire 5 à 20 secondes. Cette fermeture n'a lieu qu'en présence d'eau *liquide,* en contact avec la capsule ; c'est-à-dire que l'air humide seul reste sans effet, de même que l'eau qui n'imbibe que l'appareil végétatif.

Nous avons pu répéter l'expérience de l'ouverture et de la fermeture de la capsule de nombreuses fois.

Par le jeu répété de dilatation et de contraction successives de la capsule, la masse des spores, renfermée dans la capsule, subit une sorte de trituration qui la désagrège. La moindre secousse (les mouvements hygroscopiques des feuilles, les insectes, le vent, etc.) suffit alors pour expulser les spores.

Nous pouvons formuler ces observations en disant qu'*au point de vue mécanique*, l'émission des spores d'*A. lapponicum* est due principalement à des mouvements alternatifs de contraction et de dilatation de la capsule, puis aux ébranlements provenant d'une cause extérieure.

Au point de vue biologique, nous constatons que l'émission ne se fait pas par la pluie. L'eau liquide provoque en

effet la fermeture complète de la capsule. L'émission est causée par les changements hygrométriques de l'air qui se traduisent par des variations du volume de la capsule.

Anatomie. La coupe transversale de l'urne nous montre deux types de cellules. Chaque côte est formée par 6, 8 à 12 rangées de cellules fortement épaissies, d'un rouge brun clair (*cellules costales*). L'épaisissement en forme de fer à cheval affecte les parois radiales et périphériques de ces cellules ; il diminue au fur et à mesure que l'on s'approche des rangées *intercostales*, en sorte que vue à la loupe, la partie épaissie formant la côte, prend la forme d'un ménisque, convexe extérieurement. Entre les cellules costales et les intercostales, nous trouvons souvent des cellules de transition, ayant une des parois radiales rouge-brunâtre et l'autre jaune-clair.

Les cellules intercostales, formant en général quatre rangées, sont jaune-clair. L'épaississement de leur paroi extérieure est de moitié moindre que celui des membranes correspondantes des cellules des côtes.

Les coupes sont très hygroscopiques ; la respiration de l'observateur suffit pour les faire dilater et contracter. A l'état sec, les cellules intercostales se plissent de telle manière que les deux cellules médianes fonctionnent comme une charnière, formant un Y, dont la jambe est représentée par leur cloison médiane. (Fig. 7).

Les cellules brun-rouge voisines, plus épaisses, ne pouvant pas se plisser en dedans, produisent, par leur résistance, les côtes saillantes.

Ces deux types de cellules se retrouvent dans l'opercule. Les cellules plus fortement épaissies de celui-ci ne se plissent pas et produisent l'aspect ondulé qu'offre le bourrelet marginal à l'état sec.

Zygodon conoideus.

La capsule rappelle beaucoup, comme forme, celle d'*Amphidium lapponicum*, mais elle possède un péristome double.

Il résulte de nos observations, que l'humidité atmosphérique, ainsi que l'eau qui imbibe les feuilles, ne déterminent pas la fermeture de la capsule, tandis que celle-ci se ferme immédiatement au contact direct de l'eau liquide.

La capsule se dilate fortement dans l'eau et se contracte à sec, en expulsant une première quantité de spores. Elle se dessèche plus rapidement que les feuilles de la plantule. D'autre part, le pédicelle est hygroscopique; grâce à ses torsions il peut communiquer des mouvements à la capsule et prendre ainsi une part active à l'émission des spores.

En s'écartant, les dents de l'exostome entraînent accidentellement une certaine quantité de spores; celles-ci lui adhèrent et ne tombent que sous l'influence d'un ébranlement ultérieur.

Il nous paraît donc démontré que, dans ce cas, le péristome a le but principal de fermer la capsule en présence d'eau liquide: il fonctionne ainsi comme appareil de protection pour les spores.

La structure anatomique de la capsule est semblable à celle d'*Amphidium lapponicum*.

Orthotrichum stramineum.

Le pédicelle de cette espèce, que nous avons trouvée sur un arbre aux environs de Lausanne, est très court. Le péristome double est bien développé. La capsule présente, à l'état sec (fig. 8) des côtes et sillons accusés, analogues à celles de la capsule d'*Amphidium lapponicum*, ce qui fait prévoir que la masse des spores subit, à la matu-

rité, une trituration et une émission subséquente semblable à celles que nous avons constatées dans l'espèce précitée.

Nous avons examiné des capsules fraîches, dont l'opercule venait de tomber.

L'ouverture de la capsule ne se fait qu'en l'absence d'eau liquide. Elle peut être retardée par le fait que les feuilles périchætiales retiennent l'eau de pluie pendant un temps assez long, ce qui maintient la capsule dans un état d'humidité qui l'empêche de s'ouvrir. (Voyez notre explication physiologique, page 61). Une fois la partie supérieure de la capsule desséchée, le péristome s'ouvre très rapidement. Les dents de l'exostome commencent par se dresser et se maintiennent dans cette position pendant un certain temps. Lorsque le péristome est suffisamment desséché, ses dents se renversent complètement en dehors.

En même temps, la capsule s'est contractée, son volume intérieur a diminué, suivant le mode décrit pour *Amphidium lapponicum*. Une première partie des spores se trouve ainsi refoulée vers le péristome.

L'endostome grêle et filiforme coordonne ses mouvements avec ceux de l'exostome. Il est hygroscopique et se dresse à l'état humide, tandis qu'à l'état sec, ses cils s'infléchissent vers l'intérieur et forment au-dessus de l'orifice de l'urne une espèce de grillage lâche, alors que les dents de l'exostome sont rabattues à l'extérieur. Le rapprochements des cils de l'endostome est favorisé par les contractions de la capsule.

A l'état sec, l'endostome fonctionne, par conséquent, comme appareil régulateur de l'émission. Cet appareil ne saurait être cependant très efficace, vu sa structure faible et délicate.

Le reste de la masse des spores est expulsé par des secousses provenant de causes extérieures : mouvements hygroscopiques des feuilles, gouttes de pluie, insectes et même lézards.

Nous avons observé, en effet, que les feuilles produisent des ébranlements, soit en s'humectant, soit en se desséchant. Dans le premier cas, elles s'écartent brusquement et comme les plantules forment une touffe compacte, les feuilles se froissent mutuellement et communiquent leurs vibrations au pédicelle. En se desséchant, elles se décrochent par chocs successifs en se rapprochant de la tige.

Nous avons répété plusieurs fois l'expérience de l'ouverture et de la fermeture de la capsule et avons constaté des phénomènes analogues à ceux décrits chez *Amphidium lapponicum*. Ensuite d'un changement hygrométrique, une nouvelle quantité de spores est expulsée. L'émission des spores par portions successives correspond à une contraction de la capsule augmentant avec chaque nouvelle dessiccation. La partie extérieure de la capsule étant munie d'une cuticule imperméable à l'eau, l'évaporation doit se faire surtout dans l'intérieur de l'urne et cette transpiration devient plus facile à mesure que les spores sont expulsées.

La columelle peu développée ne saurait avoir le rôle important qu'elle joue dans le genre *Amphidium*. Ses dimensions ne varient que fort peu avec les changements hygrométriques. Les variations du volume de la capsule sont dues exclusivement aux mouvements hygroscopiques de la paroi capsulaire.

Anatomie. — La coupe transversale nous fait voir deux types de cellules très bien caractérisés.

Aux côtes correspondent, en général, quatre cellules fortement épaissies sur les parois extérieures et radiales (Fig. 9). Ces cellules ne subissent de contractions tangentielles que sur leur membrane intérieure, restée mince, de telle sorte qu'elles sont obligées de former saillie vers l'extérieur.

Aux sillons correspondent d'ordinaire huit cellules qui diffèrent des premières en ce sens, que leur paroi exté-

rieure n'est pas également épaissie (Fig. 10). La partie médiane de cette paroi présente un endroit d'épaisseur et de résistance minimum, ce qui permet son plissement en dehors et par ce fait une plus grande contractilité de ces huit cellules.

La coupe entière présente de cette manière un aspect étoilé à l'état sec.

Le péristome, relié au sac sporifère par des filaments cellulaires, est fixé à l'urne par un tissu mécanique. Le sac sporifère est en général attaché à l'urne ; lorsqu'il se détache de celle-ci, il reste encore fixé à l'extrémité basale du péristome (Fig. 11).

En se rabattant à l'extérieur, les dents du péristome, qui ont la forme d'un levier, pourraient, semble-t-il, soulever le sac sporifère. Cependant ce mouvement de levier n'a pas lieu parce que le point d'appui, c'est-à-dire la paroi capsulaire, se dérobe. Par contre le péristome sert d'une façon très efficace à maintenir ouvert l'orifice du sac sporifère, quand la capsule se contracte.

Orthotrichum anomalum a un pédicelle plus long que l'espèce précédente. Par sa torsion et son hygroscopicité, ce pédicelle prend part à l'émission des spores.

Le péristome est simple. Au contact de l'eau liquide il ferme la capsule ; à sec, ses dents ne se rabattent pas à l'extérieur mais restent dressées. *Gœbel* (6) interprète ce fait comme un mécanisme, destiné à ralentir l'émission des spores ; suivant lui, les dents du péristome forment, au-dessus de la capsule, une espèce de cheminée qui allonge la distance que les spores ont à franchir pour sortir de la capsule.

Nous avons constaté par l'expérience qu'une première quantité de spores est émise par suite de la contraction de la capsule à l'état sec, et que l'eau qui imbibe les feuilles est sans influence sur la fermeture de la capsule.

Les coupes très hygroscopiques de la capsule ont une

structure anatomique semblable à celle d'*Orthotrichum stramineum*. Le nombre relatif des cellules des côtes et des intercôtes n'est pas constant.

En outre, nous avons examiné en échantillons d'herbier les espèces suivantes : *Orthotrichum pallens*, *saxatile*, *patens*, *Schimperi*, *tenellum*, *Sturmii*, *leiocarpum*, *diaphanum*, *rupestre*, *speciosum*.

Toutes ces espèces ont le péristome double. L'exostome est souvent rabattu à l'extérieur à sec ; l'endostome s'infléchit au-dessus de l'orifice de la capsule à l'état sec. Il fonctionne ainsi comme appareil régulateur plus ou moins efficace, l'efficacité dépendant de la largeur des dents.

Parmi ces espèces, celles dont le pédicelle est très court (*Orthotrichum stramineum*, *O. diaphanum*, etc.), ont les capsules entourées par le perichætium, celles-ci restent ainsi humides et fermées plus longtemps après la pluie.

Ulota Bruchii.

Le pédicelle fortement tordu à sec est peu influencé par l'humidité atmosphérique, mais il effectue des mouvements sous l'influence de l'humidité retenue par les feuilles périchaetiales. Ces feuilles le mettent en contact direct avec l'eau.

Le péristome est double. A sec, l'exostome se rabat à l'extérieur et entraîne les spores qui lui sont adhérentes. Ces spores tombent par des ébranlements ultérieurs.

L'endostome, hygroscopique, se recourbe vers l'intérieur. Ce mouvement est accentué par la contraction de la capsule.

L'expulsion des spores est produite par la contraction de la capsule à l'état sec.

L'humidité de l'atmosphère ne détermine pas la fermeture de la capsule. Le péristone ne se ferme qu'au contact direct de l'eau.

Anatomie. — La coupe transversale nous montre deux types de cellules très bien caractérisés. (Fig. 12.)

Aux côtes correspondent des cellules à parois radiales et périphériques fortement épaissies en forme de fer à cheval.

La partie tangentielle extérieure étant ainsi rigide, le plissement à l'état sec n'a lieu que dans la membrane intérieure, tandis que les parois radiales se rapprochent l'une de l'autre.

Aux sillons correspondent des cellules qui ne sont épaissies que sur les parois radiales. Les parois tangentielles, restées minces, permettent un plissement à l'état sec, comparable à la disposition d'un accordéon ; la capsule sèche présente donc des côtes saillantes, alternant avec des sillons profonds.

Ulota crispa. — Le pédicelle est tordu et hygroscopique, le péristone est double.

L'exostome se renverse complètement à sec, l'endostome est *hygroscopique ;* à sec, il s'infléchit sur l'orifice de la capsule retenant, par ses petites dents, une certaine quantité de spores. (Fig. 13.)

L'émission des spores se fait comme chez les espèces et genres précédents.

La structure anatomique est semblable à celle de l'espèce précédente. (Fig. 14 *a* et Fig. 14 *b*.)

Les mêmes caractères essentiels se retrouvent chez les espèces suivantes : *Ulota americana*, *Drummondi*, *crispula*.

Par contre, *Ulota Ludwigii* présente un type différent. Dans cette espèce, le pédicelle est relativement long et fortement tordu, de même que le col de la capsule. Pédicelle et col se détordent sous l'influence de l'humidité.

La capsule est striée sur une petite longueur à sa partie supérieure. Elle se dilate fortement dans l'eau et se contracte à l'état sec. Le caractère spécial de cette espèce est

fourni par le bord de l'orifice de l'urne, excessivement hygroscopique.

Au contact de l'eau, la capsule est complètement fermée par le péristome (Fig. 15.) Dès que l'eau est écoulée, les dents du péristome s'écartent ; les sillons de la partie supérieure de la capsule se creusent ; l'orifice se contracte de plus en plus, bien plus fortement que le reste de la capsule, et rapproche les dents du péristome, de façon à en former une espèce de peloton. Par suite de cet étranglement, la sortie des spores se trouve considérablement ralentie. (Fig. 15.)

Anatomie. — Les coupes transversales présentent une structure différente, suivant qu'elles sont faites à la partie supérieure ou au milieu de la capsule. La partie supérieure, striée, est construite suivant le type de la capsule de toutes les espèces précitées. La partie inférieure, non striée, de la capsule possède des cellules uniformément épaissies dans leurs parois radiales et périphériques.

Les coupes sont très hygroscopiques. Elles se dilatent et se contractent sous l'influence de la respiration de l'observateur.

En résumé, les *Ulota* diffèrent des *Orthotrichum* par la longueur du pédicelle. Les secousses qui causent la sortie des spores se produisent plus facilement par le vent, vu la longueur du pédicelle qui, du reste, est tordu et hygroscopique, de sorte qu'il peut faire tomber les spores par ses propres mouvements.

Une première quantité de spores sort par la contraction de la capsule, qui est striée et très hygroscopique.

Les chocs produits par les changements hygrométriques de la partie végétative suffisent pour détacher les spores. Les insectes, les gouttes de pluie tombant sur la plantule produisent également des ébranlements de la capsule.

Chez *Ulota*, le péristome se comporte comme chez

Orthotrichum. Il ne se ferme qu'au contact direct de l'eau liquide.

Résumé et Conclusions.

Les mousses de la famille des *Orthotrichacées* croissent principalement dans des stations exposées, sur des parois verticales ou fortement inclinées, murs, rochers, toits, arbres, etc. Elles possèdent pour la plupart un péristome double ; leur pédicelle est court.

Hutton (10), *Gœbel* (6) et *Steinbrinck* (17) voient dans le pédicelle une adaptation spéciale à la station.

Examinons le rôle biologique du pédicelle. En premier lieu, un pédicelle court offre moins de prise au vent. Il faut considérer, pour comprendre le rôle du pédicelle, le fait que les *Orthotrichacées* habitent des stations exposées et inclinées ; il est dans l'intérêt de l'espèce que les spores ne tombent pas au bas du substratum naturel, sur le pied du mur, sur le sol plat, autour de l'arbre, etc., vu que les chances de développement y sont très réduites. L'observation montre, en effet, qu'il est très rare de trouver un même *Orthotrichum* sur un arbre, par exemple, et à terre, au pied de celui-ci.

D'autre part il faut tenir compte aussi du fait qu'une capsule brièvement pédicellée se trouve rapprochée des feuilles périchaetiales. Celles-ci protègent la jeune capsule contre une transpiration trop abondante ; autour de la capsule adulte, elles maintiennent, après chaque pluie, de l'humidité qui contribue à ralentir l'émission des spores.

Nous remarquons du reste que chez les *Orthotrichacées* comme chez les *Barbula* et *Funaria hygrometrica*, qui habitent des stations analogues, la capsule présente des adaptations au xérophytisme. L'une de ces adaptations, chez les *Orthotrichacées*, consiste surtout dans le fait que la coiffe garnie de poils persiste jusqu'à la déhiscence;

son rôle est de protéger la capsule contre une insolation et une transpiration exagérées.

D'une façon générale, la capsule des *Orthotrichacées* s'écarte du support avec une grande valeur angulaire, de telle manière que le pédicelle prend souvent une position horizontale. Dans ces conditions, il importe qu'il soit court, afin que le vent n'ait pas une trop grande prise.

On nous objectera que dans les mêmes stations croissent des mousses à séta long. *(Funaria hygrometrica, Barbula.)* Nous ferons remarquer que ces mousses résolvent le problème biologique qui se pose pour elles comme pour les *Orthotrichacées*, — émission ralentie dans une station exposée et fortement inclinée, — par leur péristome mieux développé, qui fonctionne efficacement comme appareil régulateur; du reste, la station verticale n'est pas la station exclusive de *Funaria*, ni des *Barbula*, tandis qu'elle l'est pour la plupart des espèces du genre *Orthotrichum*.

Nous avons, en effet, observé que, même par un vent très fort, les capsules d'*Orthotrichum* restaient à peu près immobiles. Au bout de deux heures d'observation les capsules étaient encore pleines de spores. Il suffisait alors d'un léger ébranlement mécanique, provoqué, soit par le frôlement d'un insecte, soit artificiellement par notre attouchement avec une aiguille pour faire tomber les spores.

Examinons comment la capsule elle-même et le péristome contribuent à résoudre le problème en question.

La partie végétative est sans influence directe sur le mécanisme du péristome. Le périchætium retient parfois de l'eau et retarde de cette manière l'ouverture des capsules qui n'ont qu'un pédicelle très court.

Au début le péristome, en se fermant, presse sur la masse des spores qui se trouve à l'orifice de la capsule. Ces spores adhèrent au péristome et sont entraînées par lui lorsqu'il s'ouvre par la dessication; mais cette fonction

est plutôt accessoire et ne nous autorise pas à dire que le péristome fonctionne comme *élatère*.

Nous avons comparé la vitesse de la fermeture et de l'ouverture de la capsule des *Orthotrichacées* avec celle des *Bryum*, *Funaria*, etc., et nous avons trouvé que le péristome des *Orthotrichacées* est un peu moins sensible que celui des genres ci-dessus, soit pour l'ouverture, soit pour la fermeture. C'est surtout la première qui est retardée. La différence n'est pas très considérable et nous croyons pouvoir dire que les péristomes très sensibles des *Funaria* et *Bryum* s'ouvrent et se ferment plus rapidement que celui des *Orthotrichum*. Nous trouvons cependant des *Ulota* et *Orthotrichum* qui ont un péristome très sensible, la sensibilité variant du reste d'espèce à espèce et de capsule à capsule ; ce fait nous a décidé à nous abstenir de tout tableau comparatif entre les espèces. Chez la plupart des *Orthotrichacées* que nous avons observées, le péristome s'entr'ouvre après l'écoulement de l'eau en 5 à 8 minutes à une température de 14°.

Nous n'avons jamais pu observer une influence directe du péristome sur la *déhiscence* de la capsule, telle qu'elle est supposée par *Dihm* (3). Les mouvements hygroscopiques du péristome ne se produisent qu'après la déhiscence de la capsule. Aussi longtemps que la capsule est fermée, le péristome ne se montre pas sensible aux changements hygrométriques.

L'endostome est hygroscopique. Il fonctionne comme appareil régulateur plus ou moins efficace, suivant la largeur de ses dents. Il s'infléchit sur l'orifice de la capsule à l'état sec, ce mouvement est accentué par la contraction de la capsule.

Le *péristome* contribue par conséquent à résoudre le problème biologique qui est posé à ces mousses, de la façon suivante :

La fermeture de l'exostome, durant la pluie, protège les

spores contre l'influence de l'eau liquide. Cette influence peut se faire sentir de deux manières : d'une part, les spores pourraient germer dans l'intérieur de la capsule et seraient alors perdues. *Gœbel* (7).

Pour nous assurer de ce fait nous avons fait l'expérience suivante : des capsules mûres, ouvertes et privées de leur péristome, ont été immergées pendant quinze jours dans de l'eau de pluie ; au bout de ce temps nous avons constaté que, tandis que la grosse masse des spores restait dans le même état, quelques-unes de celles-ci avaient, par leur germination, donné naissance à des filaments de protonéma.

Pourtant, nous tenons à faire ressortir que l'eau, quoique pénétrant à l'intérieur de ces capsules *endommagées* ne parvenait pas à faire germer toutes les spores. Les quelques filaments de protonéma, que nous avons trouvés dans notre expérience, provenaient uniquement de spores isolées à la surface de la capsule.

Nous avons fait en outre les expériences suivantes pour prouver que les spores ne germent que lorsqu'elles sont sorties de la capsule.

1° Des capsules récemment ouvertes ont été submergées dans de l'eau de pluie; 2° des capsules de la même touffe restaient entourées d'une atmosphère saturée d'humidité; 3° des spores de ces capsules étaient placées sur du papier buvard imbibé d'eau de pluie.

Pour les trois cas les conditions de température étaient les mêmes.

Les espèces examinées sont *Brachithecium rutabulum*. *Bryum caespiticium*, *Desmatodon latifolium*, *Grimmia orbicularis*, *Hypnum palustre*, *Hypnum loreum*, *Orthotrichum anomalum*, *Pseudoleskea atrovirens*.

Pour toutes ces espèces les résultats étaient identiques, c'est-à-dire, *tandis que les spores libres, placées sur le papier buvard humide, ont germé au bout de 20 jours, celles contenues dans les capsules submergées et dans les capsules*

entourées d'une atmosphère saturée de vapeur d'eau, n'ont pas donné naissance à des filaments de protonéma.

Nous nous réservons ici d'étudier les corrélations entre la germination des spores et leur provenance dans une publication ultérieure et nous indiquerons à cette occasion les procédés techniques que nous employons pour résoudre cette question.

Nous ne pouvons donc partager l'opinion de *Gœbel* et croyons plutôt que, si la capsule émettait des spores pendant une forte pluie, celles-ci seraient entraînées à terre par l'eau ruisselante et ne seraient ainsi pas suffisamment dispersées.

Aussitôt après que la pluie a cessé, l'exostome s'entr' ouvre, les spores sortent et tombent sur le support humide où elles peuvent germer. L'*endostome* formant un crible sur la capsule ouverte, pourvoit à l'émission ralentie.

On pourrait se poser la question de savoir si l'*exostome* fixé d'une part à la paroi capsulaire, d'autre part au sac soporifère, ne jouerait pas le rôle d'un levier capable de soulever le sac sporifère, lorsque ses dents s'infléchissent à l'extérieur à l'état sec.

Nos résultats à ce sujet sont négatifs, car le point d'appui, soit la paroi capsulaire, se dérobe simultanément à ce mouvement.

Par contre l'exostome contribue à maintenir béant l'orifice du sac sporifère, en tenant écarté le bord du sac, qui est rattaché à l'extrémité basale des dents.

Examinons maintenant les *Orthotrichacées* sans péristome. L'opercule fixé à la columelle d'*Amphidium lapponicum* remplit, en fermant la capsule lorsqu'il pleut, le rôle que nous venons de décrire pour l'exostome des *Orthotrichum*. Il fonctionne donc bien comme appareil régulateur et protecteur. Cette fonction nous semble infirmer l'opinion de Gœbel (6) que les capsules très petites ne nécessitent pas un appareil de protection contre une émission trop rapide,

d'autant plus que la capsule est très petite et contient une quantité moindre de spores.

L'émission d'une première quantité de spores est produite par la contraction de la capsule à sec; ce caractère est général pour toute la famille.

Les mouvements subséquents de la capsule provoquent une trituration et une désagrégation de la masse des spores ; ce fait a du reste déjà été prévu par *Garjeanne* (5).

L'hygroscopicité de la capsule est très prononcée, mais elle ne suffit pas pour produire l'émission du solde des spores ; celles-ci sortent successivement, grâce à des secousses provenant de l'extérieur (changements hygrométriques des feuilles, insectes, lézards, vent, etc.).

Nous avons vu que, le matin, surtout après une nuit humide, la plantule est fortement mouillée. Elle se déssèche pendant la journée sous l'influence du vent et du soleil, ce qui contribue à imprimer à la capsule des mouvements saccadés.

La structure anatomique de la capsule est à peu près la même dans toute la famille. Elle explique aisément les plissements répétés, les contractions et les dilatations de la capsule.

L'émission ralentie doit être interprétée biologiquement *comme une mesure d'économie. En ne projetant pas la masse entière des spores d'un seul coup, la plante ne confie pas sa reproduction aux conditions fortuites d'un unique moment donné, conditions qui pourraient être défavorables.* Nous pouvons la comparer au joueur prudent qui ne risque pas tout sur une seule carte.

L'observation nous a démontré que l'adhérence des spores entre elles n'est pas due à leur viscosité.

Les premières spores sortent sous forme d'une masse cohérente ; la dessiccation seule ne suffit pas à les séparer les unes des autres. Nous avons laissé, dans l'exsiccateur, sur du chlorure de calcium, pendant deux jours, des cap-

sules ouvertes desquelles émergeait un véritable bouchon de spores. Aucune de celles-ci ne se détachait de la masse, mais la moindre secousse suffisait alors à la désagréger. Nous avons vu ce phénomène se produire par l'effet d'une goutte d'eau, tombée sur la plantule.

Une fois humectées, les spores se séparent facilement, et n'adhèrent plus entre elles ; tandis qu'elles s'accolent de nouveau après la dessiccation.

Nous tenons à mentionner en passant que nous nous sommes occupé de la question de savoir à quel phénomène est due l'adhérence des spores entre elles, sans aboutir à un résultat satisfaisant, jusqu'à présent.

Ce fait est utile pour l'émission ralentie, les spores sortant de cette manière par petites portions, à mesure que la trituration, due aux mouvements de la capsule, les désagrège.

Funariacées.

Funaria hygrometrica.

Gœbel (6) dit du pédicelle de *Funaria hygrometrica* : « Bekanntlich führt die Seta mancher Laubmoose, — besonders auffallend die von *Funaria hygrometrica* — hygroskopische Drehungen aus. Dadurch wird die Kapsel bei *Funaria* mehrmals im Kreise herumgeführt... und die Sporen können so — da sich die Drehungen bis zur völligen Entleerung öfters wiederholen, — auf einem weitern Umkreis ausgestreut werden, als wenn die Lage der Kapselmündung eine feststehende wäre. »

Cette rotation a d'autant plus d'importance au point de vue biologique, que, comme nous allons le voir, les spores sont émises par le mécanisme du péristome. Le pédicelle long et très hygroscopique qui porte les capsules mûres change de position sous de faibles variations hygrométriques.

Funaria croît souvent dans des endroits exposés et secs. La coiffe, de forme caractéristique, contient un tissu aquifère et protège, comme nous l'indique *Gœbel* (6) la capsule contre la dessiccation.

A l'état sec, la capsule est recourbée. *Hutton* (10) remarque que son orifice est toujours dirigé vers le bas ; *Gœbel*, par contre, dit que l'orifice est oblique, position qui viendrait en aide au péristome, pour ralentir l'émission des spores.

Nous avons trouvé que l'orifice capsulaire peut occuper différentes positions : il peut être dirigé vers le bas, mais change de position en même temps que la capsule et peut même être dirigé vers le haut. Un fait que nous avons pu observer souvent, est le suivant : à l'état humide, le plan de l'orifice est placé verticalement. La capsule, fortement renflée, est presque rectiligne dans sa partie ventrale, la courbe intérieure, tournée du côté du pédicelle, étant peu accentuée. (Fig. 16.)

En se desséchant, la capsule se contracte beaucoup en même temps que sa courbure s'accentue. A ce moment, l'orifice et la partie supérieure de la capsule sont dirigés directement vers le bas ; tandis que les autres parties de la capsule sont horizontales. (Fig. 16.) Ce fait que nous avons observé maintes fois, nous semble être normal.

Nous avons aussi examiné la perméabilité de la capsule pour l'eau. Après avoir obturé l'orifice par de la vaseline ou de la paraffine, la capsule immergée dans l'eau ne se dilate qu'au bout d'un temps assez long. Il paraît donc que l'eau entre, non pas par la paroi capsulaire, mais par le tissu, placé entre le péristome et l'exothecium. L'eau n'entre pas non plus par le pédicelle : nous avons pu le constater par l'expérience.

Cette imperméabilité de la paroi capsulaire tient à la présence d'une *cuticule*. *Dihm* (3) a observé que la capsule de *Funaria hygrometrica* s'entoure de cette cuticule au

moment où elle brunit. La cuticule est interrompue dans la région de l'anneau au moment de la déhiscence. L'eau qui entre par cette fissure, produit une forte dilatation des cellules de l'anneau, et la déhiscence de la capsule a lieu sous l'influence des différences de tension ainsi produites.

L'humidité seule ne suffit pas à provoquer la déhiscence de la capsule, il faut que sa contraction par le dessèchement produise d'abord cette déchirure de la cuticule.

Nous confirmons en tout point les excellentes observations de *Dihm*.

Nous avons constaté que l'humidité de la plantule n'exerce pas d'influence sur le péristome. Selon *Gœbel* (6) l'humidité atmosphérique suffirait pour fermer la capsule et empêcher les spores de sortir. Nous ne partageons pas cette manière de voir.

Nous avons laissé des touffes de *Funaria*, pendant un temps prolongé, sous cloche, dans une atmosphère très humide, tout en faisant plonger la partie végétative dans de l'eau et nous avons vu que de légères secousses ont suffi, dans ces conditions, pour provoquer la sortie des spores.

Nous avons également observé le même phénomène dans la nature tout de suite après de fortes pluies.

L'exostome s'infléchit vers l'intérieur sous l'influence de l'humidité atmosphérique, mais il n'arrive pas à fermer la capsule : il oscille continuellement. Nous avons également observé que l'exostome des capsules mouillées s'ouvrait très rapidement aussitôt que leur partie supérieure se desséchait.

A l'encontre des spores des *Orthotrichacées*, cohérentes entre elles, celles de *Funaria* forment une poudre mobile. Ainsi des capsules récoltées par la pluie et que nous avons laissées ensuite sous l'eau assez longtemps, avaient leurs spores pulvérulentes.

Comme cette mousse, si souvent observée et étudiée, n'a jamais été décrite exactement au point de vue de l'émission de ses spores, nous tenons à en donner une description détaillée.

La capsule récemment ouverte émet ses spores sous l'influence de la contraction produite par la dessiccation

L'exostome, fonctionnant comme nous l'indiquons plus bas, projette ces spores à une assez grande distance. Les oscillations de l'exostome, sous l'influence de la respiration de l'observateur, sont tellement accentuées et rapides, que les spores bombardent littéralement les alentours. Entre les dents de l'exostome, qui plongent par leur extrémité dans la capsule, nous voyons saillir les dents de l'endostome comme une rangée de lances.

Par les mouvements de va-et-vient de l'exostome, ses dents s'accrochent à celles de l'endostome. Il se produit par là une tension qui, lorsqu'elle est suffisamment grande pour rompre l'adhérence des dents, met en liberté de l'énergie potentielle. Les dents élastiques de l'endostome se redressant brusquement projettent les spores qui leur sont adhérentes.

Gœbel (6) suppose que les dernières spores sont émises plus facilement quand le péristome est endommagé, mais nous ne considérons pas ce fait comme normal, car la plupart des capsules vides, que nous avons examinées, avaient encore leur péristome intact.

L'éjaculation des spores n'a pas seulement lieu quand l'orifice de la capsule est dirigé vers le bas, mais les spores sont aussi projetées dans des positions horizontales de la capsule et même lorsque l'orifice est dirigé légèrement vers le haut.

Si nous observons une capsule, dont l'orifice est dirigé contre l'objectif du microscope, nous voyons que les spores sont projetées vers l'intérieur du péristome, sans qu'elles parviennent à sortir de la capsule. Nous avons d'abord

cru que cette projection des spores contre l'intérieur du péristome était l'effet du mécanisme de la paroi capsulaire très hygroscopique et dont les mouvements rappellent ceux d'un soufflet ; mais nous avons trouvé que ce phénomène est uniquement dû au mécanisme du péristome.

Les ébranlements produits par les frottements des dents du péristome, les unes contre les autres, se transmettent par la paroi capsulaire aux spores.

Pour contrôler ce fait, nous avons examiné des capsules dépourvues de l'exostome. Avec beaucoup de soin, on arrive à arracher les dents de l'exostome avec des bruxelles, sans endommager l'endostome ou l'urne.

Dans cet état, les spores ne sont pas projetées, même quand la capsule se trouve dans une position inclinée. La projection des spores vers l'intérieur du péristome n'a jamais eu lieu en l'absence de l'exostome, malgré les changements hygrométriques.

La respiration de l'observateur produit un changement continuel de la position du pédicelle et, par ce fait, de celle de la capsule. Nous expliquons ces changements hygrométriques continuels que l'on observe dans la nature en supposant, comme *Steinbrinck* (17), qu'ils sont dus à des courants d'air chargés de plus ou moins d'humidité ; il nous semble aussi que l'insolation et la température, ayant de l'influence sur l'état hygrométrique de l'air, doivent produire un effet semblable.

Anatomie. — Coupe longitudinale. Les cellules de l'urne sont fortement épaissies. Le péristome est fixé au bord de l'urne par plusieurs rangées de cellules épaissies, le sac sporifère est attaché à la base du péristome. Celui-ci offre ainsi l'aspect d'un levier.

Pour contrôler si un mouvement de levier a lieu, nous avons partagé la capsule en deux parties. Pour qu'aucun facteur extérieur n'intervienne d'une façon gênante, nous avons fixé la partie supérieure du pédicelle avec une

épingle. De cette façon, la capsule est complètement libre. Sous l'influence de la respiration, le péristome fonctionne très bien mais nous ne l'avons jamais vu soulever le sac sporifère. Le péristome nous semble avoir, à côté de son rôle de régulateur, le but de maintenir écarté l'orifice du sac sporifère.

Les trabécules transversales intérieures de l'exostome forment une sorte de râteau (v. Fig. 3) qui retient des spores entre ses dents et contribue ainsi à l'émission des spores.

Les dents de l'exostome se terminent par une sorte de filet qui les relie entre elles à leur extrémité supérieure. (Fig. 17.) Leur écartement est, de ce chef, toujours limité. A sec, les dents s'écartent faiblement par leur base. La fermeture complète de la capsule au contact de l'eau se fait de la manière suivante ; les dents de l'exostome se dilatent un peu dans l'eau et sont ainsi rapprochées les unes des autres ; les cellules qui rattachent la base de l'exostome à la paroi capsulaire se dilatent aussi (fig. 19), tandis que l'orifice de la capsule change très peu de dimension. La fermeture complète s'explique donc facilement.

Si, de l'intérieur, nous regardons l'endostome, en coupant le péristome entier à sa base, nous distinguons très nettement que ses dents sont tordues de façon que leur moitié supérieure se trouve dans un plan perpendiculaire à celui de la base, celle-ci étant dans le même plan que l'exostome. (Fig. 18.) Cette torsion à angle droit leur permet ainsi de passer facilement entre les dents de l'exostome. L'endostome n'est, du reste, pas *hygroscopique*.

La coupe transversale de la capsule nous montre deux types de cellules. Elles sont d'une hygroscopicité extraordinaire.

Le dos de la capsule est fortement strié. Les cellules correspondant aux côtes sont fortement épaissies en forme de fer à cheval à leur périphérie.

Les *sillons*, par contre, sont formés de cellules qui ressemblent tout à fait à celles qui constituent la partie ventrale lisse et non striée de la capsule. Leur épaississement est moins fort et plus régulièrement réparti.

Par la dessication, les cellules costales rapprochent leurs parois radiales, ce qui accentue la saillie des côtes.

Les coupes, très plissées à sec, prennent une forme plus régulièrement arrondie dans l'eau.

Entosthodon fascicularis a un péristome très rudimentaire, qui n'est guère capable de retenir les spores ; aussi trouvons-nous, dans cette espèce, un autre dispositif pour pourvoir à l'émission ralentie.

Garjeanne (5), qui mentionne cette espèce, dit que l'opercule tombe dès le début de la maturité et qu'il ne reste que le péristome excessivement rudimentaire pour empêcher les spores de s'échapper trop rapidement.

Notre opinion diffère sur ce point de celle de *Garjeanne*. Nous avons constaté que l'opercule ne tombe qu'au bout d'un certain temps, pendant lequel il reste fixé à l'urne par son bord.

A l'état sec, l'opercule se contracte et se froisse ; il se soulève, tout en restant attaché à l'urne par un point de de la circonférence. Les spores peuvent ainsi sortir librement. Au contact de l'eau, la capsule se ferme entièrement par le rapprochement de l'opercule, au bout de 6 à 20 secondes.

En humectant et en laissant sécher alternativement la capsule, nous avons pu faire ouvrir et fermer l'opercule plusieurs fois de suite.

Une première quantité de spores sont émises par la contraction de la capsule à l'état sec.

L'opercule une fois tombé, les spores peuvent être entraînées soit par le vent, soit par la pluie, comme l'indique *Garjeanne* (5).

Anatomie. — Les coupes de l'urne et de l'opercule nous montrent des cellules qui ressemblent beaucoup à celles de *Funaria hygrometrica.* La paroi périphérique de chaque cellule possède une partie plus mince où se produit un plissement à l'état sec. Les coupes sont très hygroscopiques.

Le froissement de l'opercule à l'état sec n'est pas dû uniquement à la structure de ses cellules, mais aussi à leur disposition ; vues d'en haut, ces cellules paraissent arrangées comme les lamelles d'un diaphragme *Iris.*

Physcomitrium eurystomum.

Cette petite espèce croît comme les *Physcomitrium* en général sur la vase. *Gœbel* (6), mentionne le genre *Physcomitrium* pour sa coiffe très caractéristique qui contient un tissu aquifère.

Garjeanne (5), qui a cultivé le *Physcomitrium piriforme,* nous donne de très intéressants renseignements biologiques. Il voit, comme *Gœbel,* dans le fait que l'opercule se détache lentement de l'urne, un moyen propre à ralentir l'émission des spores.

Les mousses sans péristome ayant été très bien étudiées par *Garjeanne* (5), nous tenons à donner ici un résumé de ses résultats.

Comme nous l'avons dit plus haut, *Garjeanne* explique l'émission des spores chez ces mousses par le mécanisme de la capsule. La contraction longitudinale de la capsule, étant plus considérable que celle de la columelle, l'opercule fixé à la columelle est soulevé à l'état sec.

Chez *Pottia Heimii,* l'urne se raccourcit à l'état sec et s'éloigne de l'opercule, qui reste fixé à la columelle. La partie des spores qui entoure le haut de celle-ci est alors libre. Le moindre souffle emporte ces spores. Le solde des spores sort par des secousses ou bien les spores sont exposées au vent lorsqu'elles se collent à la partie supé-

rieure de la columelle qui fait saillie chaque fois que la capsule se contracte.

Pour *Physcomitrium, Garjeanne* nous apprend que les spores d'exemplaires provenant d'endroits secs, germent plus tôt que celles des stations humides.

Nous avons examiné le *Physcomitrium eurystomum,* Ni *Garjeanne* (5), ni *Gœbel* (6) ne mentionnent le fait que l'opercule de cette mousse reste fixé à la columelle. Ils ont remarqué que l'opercule se détache peu à peu de la capsule, ouvrant ainsi une fente horizontale, par laquelle les spores peuvent s'échapper. (Fig. 21 *a*.) L'opercule une fois tombé, les spores sont exposées à la pluie et au vent sans autre protection.

Nous avons constaté que l'opercule ne tombe que très tard. A sec, la capsule se contracte très fortement et expulse les spores, alors que l'opercule est écarté du bord de l'urne. (Fig. 20.) Au contact de l'eau, la capsule se dilate et se referme rapidement. (Fig. 21.)

L'humidité des feuilles et celle de l'atmosphère ne provoquent pas la fermeture complète de la capsule. Cependant la largeur de la fente est réduite dans une atmosphère très humide.

La capsule se dessèche beaucoup plus rapidement que la partie végétative.

La même capsule s'ouvre et se ferme par la différence de la contraction de l'urne et de la columelle de nombreuses fois sous l'influence des changements hygrométriques. Elle se ferme très bien encore, lorsque l'opercule est entièrement détaché du bord de l'urne.

A sec, l'opercule se gondole, son bourrelet marginal, formé de cellules résistantes, prend une forme ondulée. La forme de la capsule, assez régulière et rebondie à l'état humide, change à l'état sec. La partie inférieure de l'urne se contracte plus fortement que son orifice, de telle façon que la capsule prend la forme d'une cloche. (Fig. 20.)

Anatomie. — Les coupes sont très hygroscopiques. Les parois tangentielles des cellules de l'épiderme, minces et plissées à l'état sec, se dilatent dans l'eau.

Sur les coupes longitudinales et médianes, nous voyons que l'opercule est fixé à la columelle. Le sac sporifère, dans les capsules jeunes, est soudé à l'opercule et à la columelle.

Les cellules de l'*anneau,* plus petites que celles de l'urne, se distinguent en outre par une épaisseur plus forte de leurs parois et par une coloration plus foncée. (Fig. 31.)

Sur les capsules mûres, nous avons très bien pu constater une discontinuité de la cuticule dans la région de l'anneau, en exposant les coupes à l'action de l'acide sulfurique concentré.

L'anneau se distingue par une grande puissance de contraction hygroscopique.

Les spores ont une surface très épineuse et s'attachent facilement aux objets. Elles rappellent par leur aspect le pollen de *Malva*, *Cichorium,* etc., et les fruits de *Cynoglossum, Gallium*, etc. Nous devons voir, dans cette particularité, probablement un moyen de dispersion, soit par les insectes, soit par d'autres animaux.

Conclusions.

En comparant les trois espèces examinées, nous voyons qu'il est impossible de trouver un caractère général sous le rapport du mécanisme de l'émission des spores dans cette famille.

De *Funaria hygrometrica* au péristome si bien développé, nous passons par *Entosthodon fascicularis*, dont le péristome est rudimentaire, à *Physcomitrium eurystomum*, qui en est complètement dépourvu. Au fur et à mesure que l'importance biologique du péristome diminue, celle de la capsule augmente.

Le principe biologique dominant paraît être, ici encore, l'émission retardée des spores.

Celle-ci est réalisée d'une part par la position dressée de la capsule chez *Entosthodon* et *Physcomitrium*; d'autre part par leur opercule qui se détache peu à peu et ne laisse pas sortir les spores toutes à la fois.

La contraction de la capsule parvient toujours à faire sortir une première quantité de spores. Celles-ci se trouvent amenées au-dessus de l'orifice de la capsule et sont enlevées par des agents extérieurs (vent, secousses provoquées par les insectes, etc.) Chez *Funaria*, la contraction amène les spores à proximité du péristome, qui les projette au loin.

Ajoutons que l'opercule de *Physcomitrium* dépourvu de péristome, agit comme un appareil régulateur, plus efficace que celui de l'*Entosthodon*, où le péristome est rudimentaire. Ceci s'explique au point de vue mécanique par le fait que l'opercule de *Physcomitrium*, fixé à la columelle, résiste plus longtemps que l'opercule de l'*Entosthodon*, qui n'est fixé qu'au bord de l'urne et qui tombe après avoir fonctionné quelque temps.

Chez *Funaria*, l'émission ralentie est réalisée par le péristome. La dispersion des spores par portions successives est singulièrement facilitée par le mécanisme du péristome, qui forme un *appareil balistique* projetant les spores par petites portions. La fréquence de cette espèce ainsi que sa distribution sur une très grande partie du globe, nous paraît être en relation avec la perfection de cet appareil régulateur et protecteur.

Chez *Physcomitrium* les spores sont épineuses et nous semblent adaptées au transport par les animaux, quoique la démonstration de ce mode de transport n'ait pas été faite jusqu'ici.

L'humidité de l'atmosphère et celle des feuilles n'ont pas d'influence notable sur l'ouverture de la capsule; les spores sortent aussi bien par un temps humide.

La protection des spores, que la plante ne cède qu'à bon escient, n'est nécessaire que contre l'eau liquide. Elle est confiée, chez *Funaria*, au péristome ; chez *Entosthodon* et *Physcomitrium* à l'opercule.

La longueur du pédicelle n'est pas en corrélation avec l'exposition de ces mousses. *Funaria*, au pédicelle très long, se trouve fort souvent à des stations exposées, tandis que *Physcomitrium*, au pédicelle très court, habite des stations abritées.

Au point de vue biologique, il nous paraît y avoir une relation entre la longueur du pédicelle et le développement de l'appareil régulateur. Nous voyons en effet chez *Funaria* cet appareil très développé, accompagné d'un pédicelle très allongé, tandis que chez *Physcomitrium* et *Entosthodon* la brièveté du séta correspond au moindre développement de l'appareil régulateur.

Gœbel (6) remarque en outre que le pédicelle tordu de *Funaria* contribue à assurer une dissémination efficace et lointaine des spores.

L'émission des spores de *Physcomitrium* provenant de stations marécageuses a lieu du reste, dans les mêmes conditions hygrométriques que l'émission des spores de *Funaria* habitant des endroits secs (murs de vignes).

Splachnacées.

Dissodon Hornschuchii.

Dans cette espèce, le pédicelle long et tordu supporte la capsule dressée. Le péristome n'est presque pas hygroscopique et ne prend aucune part active à l'émission des spores. Il nous semble avoir l'unique but de fonctionner comme appareil régulateur de cette émission, la fermeture hygroscopique de la capsule étant effectuée par l'opercule. Ce dernier reste lié à la columelle. Il s'écarte du bord de

l'urne ensuite de la contraction de la capsule à l'état sec et la ferme au contact de l'eau.

Une première partie des spores est expulsée par la contraction de la capsule. La sortie des spores nous semble produite surtout par le vent. Sous l'influence de celui-ci, le pédicelle rigide et élastique transmet ses mouvements saccadés à la capsule.

Dissodon splachnoïdes. — Le péristome de cette espèce est fort bien développé mais peu hygroscopique. Il semble, comme pour l'espèce précédente, avoir l'unique but de fonctionner comme appareil régulateur pour une émission ralentie des spores, en formant un crible sur l'orifice de la capsule. L'opercule reste lié faiblement à la columelle et tombe bientôt.

La capsule est très hygroscopique et se contracte fortement par la dessication, de manière à prendre la forme d'un cône renversé.

La sortie des spores est produite par le vent, les insectes et les mouvements de la capsule et du pédicelle.

Tayloria splachnoïdes croît sur des substances organiques en putréfaction.

Le pédicelle est assez long et hygroscopique ; il est tordu, mais la partie supérieure et l'inférieure sont tordues en sens inverse ; il est surtout hygroscopique dans sa partie supérieure.

La capsule est dressée ; elle est très hygroscopique et subit une forte contraction longitudinale par la sécheresse, de sorte que la columelle devient visible et dépasse fortement l'orifice de la capsule. La contraction fait ainsi arriver les spores à proximité de l'orifice et, par ce fait, à proximité du péristome.

Le péristome est d'une hygroscopicité extraordinaire. La respiration suffit à produire un mouvement continuel.

A l'état humide, les dents du péristome se tordent en tire-bouchon et plongent profondément dans la masse

des spores, se chargeant d'une assez grande quantité de celles-ci.

Par la sécheresse, les dents se détordent d'abord, puis se tordent de nouveau, mais en sens inverse, en même temps qu'elles se rabattent à l'extérieur. Elles s'entortillent les unes avec les autres, puis elles se décrochent brusquement. Les spores adhérentes aux dents sont projetées par ces secousses.

Nous avons vu que les spores d'une capsule placée horizontalement sur le porte-objet étaient projetées jusqu'à 5 cm. de distance.

Nous n'avons jamais pu constater que les spores tombent par petits amas, comme l'indique *Bryhn* (1); elles sont projetées une à une.

L'opercule, assez transparent, permet très bien d'examiner si le péristome prend une part active au détachement de l'opercule. Nous avons examiné une capsule mûre qui montrait nettement la déchirure de la cuticule dans la région de l'anneau. L'eau a, par conséquent, pu pénétrer facilement et la capsule s'est dilatée aussitôt mise dans l'eau.

En laissant sécher la capsule, nous n'avons pu constater aucun mouvement dans le péristome. Il ne prend donc pas part à la déhiscence de la capsule.

En frottant délicatement la capsule avec une épingle, nous avons vu l'opercule se détacher complètement. Les dents du péristome n'étaient tordues qu'à leurs pointes qui s'appuyaient sur la columelle; les grandes torsions ne commençaient à se produire qu'après la chute de l'opercule.

Humecté, le péristome s'infléchit sur l'orifice de la capsule, de façon à ce que l'eau ne puisse pas entrer.

L'humidité des feuilles et celle de l'atmosphère ne déterminent pas la fermeture de la capsule. Même dans une atmosphère très humide, la columelle reste saillante et visible.

La columelle retient dans ses plis des spores qui sont ainsi exposées au vent. Elle se dilate dans l'eau et se contracte à sec, mais très faiblement, tandis que la contraction de la capsule est très forte.

Anatomie. Les coupes sont très hygroscopiques. L'épaississement affecte surtout les parois radiales des cellules épidermiques. Ces parois gonflent fortement dans l'eau. A l'état sec, les parois tangentielles des cellules épidermiques sont plissées.

La cuticule est facile à reconnaître ; elle est interrompue dans les capsules mûres à l'endroit où la séparation de l'opercule a lieu.

Nous nous sommes posé la question de savoir si l'hygroscopicité si extraordinaire qui produit les torsions des dents du péristome s'explique par la structure des lamelles qui constituent ses dents.

Nous savons par le travail de *Steinbrinck* (17), que les tensions de cellules antagonistes dans le péristome correspondent à un croisement des axes des ellipsoïdes de contraction. *Steinbrinck* a trouvé que pour le péristome l'axe de contraction a la même direction que les stries visibles au microscope. L'axe de contraction de la lamelle externe étant transversal par rapport à la longueur de la dent, celui de la lamelle interne étant longitudinal, il est clair que la dent doit, grâce à cette disposition, se rabattre à l'extérieur à l'état sec, et se recourber en dedans, c'est-à-dire au-dessus de l'orifice de la capsule à l'état humide (ex. *Orthotrichum diaphanum*).

Or, l'examen du péristome de *Tayloria* nous a montré que les grands axes des ellipsoïdes de dilatation sont croisés *obliquement* dans les deux lamelles accolées qui forment la dent. La lamelle interne est striée transversalement (fig. 22), sa dilatation maximale se fera donc dans un sens longitudinal. Les stries de la lamelle externe sont obliques par rapport à l'axe longitudinal de la dent et font,

avec la direction des stries de la lamelle interne, un angle d'environ 45°, la dilatation de la lamelle externe devrait donc se faire dans un sens oblique. Les deux lamelles étant soudées l'une à l'autre, elles ne peuvent suivre librement le sens de leur dilatation maximale, et les deux mouvements se combinent en produisant une torsion. L'hygroscopicité de la lamelle externe étant différente de celle de l'interne (d'après *Steinbrinck*), il va sans dire que l'humidité provoquera une torsion de la dent dans le sens de la perpendiculaire aux stries obliques de la lamelle externe. A l'état sec, le mouvement contraire doit se produire. Le mouvement si singulier de la torsion des dents du péristome s'explique fort bien par la disposition des axes de dilatation, dévoilée par le croisement des stries des deux lamelles.

Splachnum rubrum.

L'apophyse, vivement colorée de la capsule mûre de cette mousse, est très grande et reluisante.

Bryhn (1) a fait plusieurs expériences pour expliquer la station si singulière de ces mousses qui ne croissent que sur des excréments. Il a examiné si les spores germent après avoir passé dans l'intestin des vaches, sans qu'il soit arrivé à un résultat affirmatif. La station des *Splachnum* étant toujours sur des excréments de bétail, il a cru que la dispersion des spores est analogue à celle de certains fruits, qui sont mangés par les oiseaux, ou des graines de *Trifolium repens*, qui germent mieux après avoir passé dans le tractus intestinal du bétail bovin.

Ayant eu l'occasion d'observer des *Splachnum* à capsules mûres par un beau temps d'été, il a vu que l'*apophyse*, vivement colorée, fonctionne ici comme *appareil de réclame* (en allemand, « Schauapparat ») et attire les mouches qui se chargent de spores. Nous avons ici un facteur biologique très important pour cette famille.

Bryhn ne s'explique pas très bien comment les mouches se laissent attirer par la couleur seulement, vu que ces mousses sont dépourvues de nectaires. Nous croyons que l'odeur du support y est pour quelque chose.

Le pédicelle de *Splachnum rubrum* et de *S. luteum* étant très long, les apophyses sont visibles de loin.

Bryhn dit de la capsule qu'elle est très hygroscopique et que les spores sont exposées par la *rétraction* de la capsule d'une part et un *allongement* de la columelle d'autre part.

Ces allégations ne sont pas tout à fait exactes. La capsule est, en effet, très hygroscopique, mais la columelle n'arrive à faire saillie uniquement que par suite de la différence de la contraction de la columelle et de la capsule. Contrairement à ce que dit *Bryhn,* la collumelle s'allonge faiblement dans l'eau et se raccourcit par la sécheresse. Les variations de volume, sous l'influence de l'hyroscopicité, sont bien plus faibles que celles de la capsule.

Nous trouvons dans la règle que de nombreuses spores adhèrent à la columelle. Les spores ne sortent pas seulement par la rétraction de la capsule, mais elles sont aussi expulsées par la contraction du sporogone tout entier à l'état sec et par des ébranlements accidentels provenant de l'extérieur.

Le péristome, dont la forme très caractéristique a été signalée par *Lantzius Beninga* (11), se comporte comme les péristomes en général, fermant la capsule en présence d'eau liquide ; l'humidité de l'atmosphère et celle des feuilles ne l'influencent pas. Nous ne l'avons jamais vu prendre une part active à l'émission des spores ; il représente simplement une protection contre l'entrée de l'eau dans la capsule.

Anatomie. — L'épaississement des cellules épidermiques affecte les parois radiales de celles-ci. Les coupes sont très

hygroscopiques et le mouvement des cellules rappelle celui d'un accordéon.

La coupe longitudinale montre un groupe de cellules mécaniques, qui fixent le péristome à la paroi capsulaire. Le sac sporifère, relié à la base du péristome, n'est jamais soulevé par ce dernier.

Les mêmes observations sont applicables au *Splachnum luteum*.

Splachnum sphæricum. — La capsule est très hygroscopique et la sortie des spores est due à sa contraction. L'apophyse est reluisante et visible au loin grâce à la longueur du pédicelle.

Splachnum ampullaceum. (Fig. 23). — L'apophyse attire les mouches comme chez les espèces précédentes.

M. *Amann* nous a rendu attentif au fait que *Spl. ampullaceum* croît en touffes qui forment des taches vivement colorées. La couleur rouge-pourpre de l'apophyse se détache très distinctement du fond vert de l'entourage. Les stations, où il l'a trouvé à l'état mûr, étaient très pauvres en fleurs.

Le péristome ferme la capsule au contact de l'eau et reste ouvert malgré l'humidité de la partie végétative et celle de l'atmosphère. Il ne fonctionne pas comme levier.

Une partie des spores est expulsée par les contractions de la capsule. La columelle ne nous semble pas avoir un autre but que celui de retenir des spores dans ses plis et de les exposer aux influences extérieures (insectes, vent).

Anatomie. — Les cellules épidermiques de la capsule ont une grande ressemblance avec celles de *Tayloria*. Les coupes sont très hygroscopiques.

Au contact de l'eau, le péristome ferme la capsule. Celle-ci commence par se dilater très fortement dans sa partie supérieure ; puis cette dilatation se poursuit graduellement jusqu'à la base, ce qui nous démontre claire-

ment que l'eau pénètre par le tissu situé entre le péristome et la paroi capsulaire, celle-ci étant imperméable.

Splachnum vasculosum rappelle complètement l'espèce précédente.

Tetraplodon.

Les *Tetraplodon* sont des mousses vivaces ; ils poussent comme les *Splachnum* sur les excréments, mais surtout sur des cadavres d'animaux.

Bryhn (1) s'explique le fait que les *Tetraplodon* sont vivaces, parce que les cadavres sur lesquels ils vivent résistent plusieurs années à une décomposition complète. Il dit que la dispersion des spores se fait par les mouches attirées par la couleur de l'apophyse, que le péristome s'ouvre à sec et se ferme au contact de l'eau.

Nous avons examiné, en exemplaires d'herbier, les espèces suivantes : *Tetraplodon angustatus*, *T. urceolatus* *T. mnioides*.

T. anguslatus a le pédicelle très court, de même que *T. urceolatus*, tandis que *T. mnioides* a le pédicelle long et fortement tordu.

Nous trouvons une explication de la longueur variable du pédicelle de ces diverses espèces dans leurs stations, plus exposées chez les espèces à pédicelle court, plus abritées chez les espèces à pédicelle long.

Les trois espèces ci-dessus ont la capsule dressée et l'apophyse fortement colorée. Nous croyons à la même explication que pour les *Splachnum*. Les mouches ne sont pas uniquement attirées par la couleur de l'apophyse mais aussi par l'odeur du substratum sur lequel ces mousses croissent. La couleur de l'apophyse est d'autant plus visible que les *Tetraplodon* forment des touffes compactes.

Le péristome est très hygroscopique, mais il ne prend aucune part active à l'émission des spores. Il nous semble avoir le but d'empêcher l'eau d'entrer dans la capsule ; il

contribue aussi à maintenir ouvert le sac sporifère. Malgré son hygroscopicité très prononcée il ne se ferme pas dans une atmosphère humide.

Anatomie. La coupe longitudinale de capsules mûres mais non encore ouvertes de *T. angustatus* montre distinctement la zone où le détachement de l'opercule a lieu. N'ayant pas eu un matériel suffisant il nous a été impossible d'examiner si l'*anneau* existe ou non. Cependant des cellules plus foncées nous semblent former un anneau.

Les cellules épidermiques de la capsule sont identiques dans le genre entier. Leurs parois radiales et périphériques épaissies sont très hygroscopiques et se dilatent fortement dans l'eau. (Fig. 24.)

Le péristome est inséré très bas. Il est fixé à l'urne par des cellules épaissies et est rattaché au sac sporifère. (Fig. 25.) Il ne soulève pas celui-ci en se rabattant à l'extérieur, mais en maintient écarté l'orifice, lorsque la capsule se contracte à sec.

Conclusions.

Une grande hygroscopicité de la capsule est le caractère général de toute la famille. Le mécanisme de la capsule est important pour l'émission des spores. En se contractant à sec la capsule expulse les spores et les expose aux influences extérieures *(Splachnum)* ou bien elle les pousse à proximité du péristome qui les projette *(Tayloria)*.

La columelle retient des spores dans ses plis et les expose en faisant saillie, chaque fois que la capsule se contracte et se rétracte.

Exception faite de *Tayloria splachnoïdes,* le péristome a l'unique but de fermer la capsule au contact de l'eau.

Chez *Dissodon,* l'hygroscopicité très faible du péristome est compensée par l'opercule qui reste fixé à la columelle et ferme la capsule au contact de l'eau.

Chez *Splachnum rubrum*, *S. luteum*, etc., la longueur du pédicelle a pour effet de rendre plus visible l'apophyse vivement colorée. Chez *Splachnum ampullaceum et Tetraplodon*, la brièveté du pédicelle est compensée par le fait que ces mousses poussent en touffes, ce qui accentue l'effet de la couleur de l'apophyse.

Les conditions biologiques dans lesquelles se trouvent les *Splachnacées* sont très particulières. Il importe que leurs spores arrivent sur des matières organiques très spéciales. Ces mousses perdraient un trop grand nombre de spores en en confiant la dissémination uniquement au vent. D'autre part, leurs substratums particuliers se décomposant plus ou moins rapidement, il faut également que les spores en trouvent de nouveaux. Ce but est atteint de différentes manières.

Chez *Tayloria splachnoïdes* qui n'a pas d'apophyse voyante pour attirer les mouches, les spores sont émises par le mécanisme du péristome. Vivant dans les stations abritées et fraîches, que le bétail recherche volontiers, cette espèce trouve facilement des supports toujours renouvelés, qui dessèchent moins rapidement que les excréments exposés au vent et au soleil.

Dissodon, croissant sur l'humus, n'a pas besoin des mouches pour transporter ses spores sur un substratum exclusif, vu qu'il trouve dans sa station naturelle toutes les conditions voulues pour prospérer. Aussi voyons-nous que sa capsule est dépourvue d'apophyse.

Chez *Splachnum* et *Tetraplodon*, dont les capsules sont munies d'une apophyse très voyante, qui forme un véritable *appareil de réclame*, le transport des spores par les mouches nous paraît nécessaire, vu que les spores ne germent que sur des excréments. Les mouches sont attirées par l'apophyse et se chargent de spores. Recherchant, d'autre part, les excréments pour y déposer leurs œufs, elles deviennent un agent très actif de dispersion.

Il est curieux d'observer l'influence du substratum sur la durée de la vie des mousses de ces deux genres.

Les *Tetraplodon* sont vivaces ; ils croissent sur des cadavres de petits animaux, ou sur des excréments de carnivores. Ces deux substratums ne se décomposent que lentement.

Les *Splachnum* sont annuels ou bisannuels parce que les excréments des herbivores qu'ils habitent de préférence résistent moins longtemps à la décomposition.

Fontinalacées.

Fontinalis antipyretica.

Ces mousses ne fructifient que lorsqu'elles sont exondées périodiquement. *(Limpricht* (12) *.)* Elles croissent surtout sur des rochers immergés, dans les lits de rivières.

Nous nous sommes demandé si l'on pourrait constater des différences, soit sous le rapport de l'hygroscopicité du péristome, soit sous celui de l'émission des spores, entre les mousses terrestres et les mousses aquatiques.

Nous avons trouvé que toutes ces mousses se comportent de la même façon. Les mousses aquatiques, étant exondées à l'état de maturité, se trouvent alors dans les mêmes conditions que les mousses terrestres.

La capsule de *Fontanilis* est sessile. Nous nous expliquons l'absence du pédicelle de la manière suivante : les spores émises par le mécanisme du péristome, comme nous allons le voir, peuvent être entraînées ultérieurement par l'eau et dispersées de cette manière.

Une capsule récemment ouverte nous montre l'exostome appuyé sur l'endostome. A sec, les dents de l'exostome s'enroulent en se tordant sur elles-mêmes. En même temps la contraction de la capsule se produit et les spores s'échappent par les ouvertures entre les mailles de l'endostome.

Les seize dents de l'endostome sont soudées entre elles

et percées à jour. L'endostome apparaît comme une grille, formée de seize barreaux longitudinaux, réunis par des barres transversales. Ces barres portent des appendices saillants à l'intérieur.

L'exostome est formé de seize dents, dont la lamelle interne est munie de trabécules transversales.

L'endostome est hygroscopique. A l'état humide, il présente la forme assez régulière d'un cône. Les barres transversales paraissent tendues et rigides.

La contraction de la capsule à l'état sec, spécialement celle de son orifice, a pour effet de rapprocher les éléments de l'endostome, qui prend alors une forme régulièrement plissée. Les barreaux longitudinaux sont plus solides que les barres transversales ; leur surface est rugueuse. (Fig. 26.) Ils font saillie à l'état sec, tandis que les barres transversales forment un pli qui fait saillie à l'intérieur.

Les dents de l'exostome présentent des propriétés hygroscopiques très prononcées. Les moindres variations hygrométriques suffisent pour leur faire exécuter des mouvements de torsion. Leurs trabécules frottant contre les rugosités des barreaux de l'endostome causent la projection des spores par un mouvement continuel. Les ébranlements produits par ces frottements sont assez forts pour désagréger la masse des spores à l'intérieur de la capsule et pour les projeter jusque dans la voûte formée par le péristome, où elles sont retenues par les appendices de l'endostome, pour être émises ensuite par le mécanisme décrit ci-dessus.

Nous avons examiné des capsules récemment ouvertes, dont nous avons enlevé l'exostome avec des pincettes. La contraction de la capsule a suffi pour faire sortir les spores entre les mailles de l'endostome, mais les spores ne tombaient pas.

Nous avons aussi pu constater que la columelle prend une part active à la sortie des spores. Elle est persistante

et arrive jusqu'à la voûte formée par l'endostome. Par suite de la contraction de la capsule, plus forte que celle de la columelle, cette dernière s'appuie fortement contre l'endostome et transmet les ébranlements reçus par l'exostome à l'intérieur de la capsule.

D'après *Gœbel* (6), l'exostome ferme la capsule à l'état humide. Nous n'avons jamais pu constater ce fait. Dans l'eau, les dents de l'exostome s'écartent immédiatement de l'endostome et se redressent; dans cet état elles ne sont pas tordues. L'eau remplit instantanément les mailles de l'endostome sous la forme d'une membrane mince. Elle ne pénètre pas dans la capsule, retenue qu'elle est par la tension superficielle très élevée de l'eau.

Nous avons laissé des capsules avec et sans exostome sous l'eau pendant un temps prolongé, et les avons toujours trouvées remplies d'air. Dans cet état, il est impossible de faire tomber les spores, même en communiquant à la capsule des chocs réitérés. Sous l'influence de la dessiccation on voit les pellicules d'eau se rompre les unes après les autres, en même temps que la capsule et l'exostome commencent à fonctionner.

Anatomie. Le mécanisme de l'exostome trouve son explication dans la structure de ses lamelles.

En examinant une dent, nous voyons que les stries des deux lamelles ont une direction différente. La lamelle externe présente des stries ascendant de droite à gauche sous un angle d'environ 45°, tandis que la lamelle interne montre des stries perpendiculaires aux premières.

Dans l'eau, les deux lamelles semblent arriver à un maximum de tension de force égale; les axes de leurs ellipsoïdes étant perpendiculaires l'un à l'autre, l'effet de la torsion est annulé, conformément au théorème du parallélogramme des forces. La direction de la bissectrice correspond, dans notre cas, à la dimension longitudinale de la dent. Sous l'action de cette force la dent se redresse.

Par la dessiccation, sous l'influence d'une hygroscopicité différente des deux lamelles, il se produit par contre une torsion.

Chez *Tayloria Splachnoïdes* l'une des lamelles étant striée transversalement comme nous l'avons vu, il ne peut y avoir d'équilibre. C'est pourquoi les dents se tordent par la sécheresse et l'humidité dans des sens différents.

Dichelyma falcatum.

Il ne nous a pas été possible d'étudier exactement cette espèce. Nous n'avons eu à notre disposition que de vieilles capsules d'herbier. Cette mousse aquatique comme *Fontinalis* a le pédicelle long, tordu et hygroscopique.

L'endostome ressemble beaucoup à celui de *Fontinalis*. Il empêche l'eau de pénétrer dans la capsule.

Nous avons trouvé que l'exostome était très peu hygroscopique et nous ne l'avons jamais vu prendre une part active à l'émission des spores.

La capsule se dilate fortement dans l'eau. A sec, elle se contracte et fait sortir une première partie des spores, qui probablement sont projetées sous l'influence d'ébranlements provenant de l'extérieur. Vu la longueur du pédicelle, le vent a bien plus d'action sur la capsule de cette mousse que sur celle de *Fontinalis*.

Conclusions.

Aux deux genres, *Fontinalis* et *Dichelyma*, qui composent cette famille, appartiennent des mousses aquatiques. Elles ne diffèrent pas des mousses terrestres quant à l'émission des spores. Cette émission peut avoir lieu aussi par un temps humide.

Le mécanisme du péristome, admirablement développé chez *Fontinalis antipyretica*, *F. gracilis* et *F. hypnoïdes*, nous semble faire défaut au *Dichelyma*, qui a un exostome fort peu hygroscopique.

La pénétration de l'eau liquide dans la capsule est empêchée par l'endostome.

L'état plutôt rudimentaire de l'exostome de *Dichelyma* est compensé par la longueur du pédicelle. Le mécanisme de l'exostome de *Fontinalis*, si utile à l'émission des spores, faisant défaut chez *Dichelyma*, la longueur du séta plus considérable chez cette espèce, permet aux influences extérieures (vent et ébranlements), de faire sortir les spores. La structure de l'endostome assure l'émission ralentie.

La contraction de la capsule fait sortir une première partie des spores et désagrège en outre la masse de celles-ci.

Les spores ne peuvent être dispersées directement par l'eau, il faut qu'elles soient tout d'abord mises en liberté, ce qui ne peut avoir lieu que hors de l'eau.

En partant du principe de l'émission ralentie, nous voyons que les spores sont très bien protégées contre une émission trop rapide par la forme caractéristique de l'endostome.

Il est possible que les capsules submergées soient entraînées par l'eau et arrivent dans une station exondée, où elles émettent leurs spores normalement.

Polytrichacées.

Catharinea undulata.

Gœbel(6) mentionne cette espèce en disant que l'humidité produit une diminution de l'espace entre les dents du péristome : « Indem sich das ganze Peristomdach streckt ; bei andern *Polytrichaceen* scheint diese Verengerung viel kleiner zu sein oder auch zu fehlen. Es ist dabei zu bemerken, das *Catharinea* feuchtern Standorten angepasst ist, als die übrigen Formen. »

Nous avons étudié *Catharinea undulata* et avons observé

des capsules mûres au mois de septembre et au mois de janvier. Chaque fois les résultats ont été les mêmes.

Les spores sont émises malgré l'humidité des feuilles et celle de l'atmosphère. L'émission s'effectue aussi par la neige et par un froid de quelques degrés au-dessous de zéro. Lors de nos observations, toute la partie végétative était couverte de neige et il n'y avait que la partie supérieure du pédicelle et la capsule qui émergeaient. Dans ces conditions, le moindre souffle de vent suffisait pour faire sortir un nuage de spores.

Le pédicelle est long et hygroscopique, quoiqu'il ne soit que faiblement tordu. Etant de consistance rigide et élastique, il exécute des mouvements saccadés sous l'influence du vent.

La position de la capsule est variable. Les capsules qui ne sont pas encore ouvertes sont faiblement ascendantes. Par la dessiccation la capsule mûre se recourbe sensiblement, de sorte que l'orifice se dirige vers le bas. Dans cette position les spores peuvent s'échapper facilement.

Le vent n'est pas le seul facteur capable de produire l'émission des spores. Nous avons pu constater que celles-ci sortent sous forme de poussière par la moindre secousse ; ainsi nous avons vu à plusieurs reprises qu'il suffisait qu'une fourmi passât sur les feuilles, ou qu'un très petit puceron grimpât le long du pédicelle pour produire un ébranlement de la capsule suffisant pour déterminer la sortie des spores. Ces observations ont été faites par un temps humide et quelques heures après une forte pluie.

La capsule de *Catharinea* comme celle des autres *Polytrichacées* a un péristome formé de 16, 32 ou 64 dents. Comme on le sait, ces dents, contrairement à celles des autres mousses, sont constituées par des cellules entières (Fig. 29). Elles sont composées d'une partie centrale, foncée, à cellules très épaissies et d'une marge incolore (Fig. 27), dont les parois cellulaires donnent la réaction de la cellu-

lose avec le chlorure de zinc iodé. L'extrémité supérieure des dents est soudée à une membrane circulaire, nommée *épiphragme*.

Au contact direct de l'eau liquide, l'émission des spores n'a pas lieu. En effet, la fermeture de la capsule se produit aussi rapidement que chez les mousses à péristome ordinaire. Comme l'indique *Gœbel* (6), l'espace entre les dents ne disparaît pas, il ne fait que diminuer de largeur. Les spores, grâce à leur ténuité, pourraient encore sortir, si elles n'étaient retenues par une membrane mince d'eau qui s'étend entre les dents et qui ferme complètement la capsule. Elle forme un obstacle à l'entrée de l'eau et à la sortie des spores. Une fois l'eau écoulée, l'émission des spores peut avoir lieu.

Comme dans les autres espèces étudiées, l'urne se dilate au contact de l'eau et se contracte par la dessiccation. Nous n'avons jamais pu constater que cette contraction suffît pour produire l'expulsion des spores. Ici, les mouvements dus aux propriétés hygroscopiques nous semblent plutôt avoir pour but de désagréger la masse des spores.

Il est facile de constater que, même dans les capsules humides, les spores sont contenues sous forme d'une poudre mobile. Au moyen d'une immersion prolongée il est facile de rendre la paroi capsulaire transparente. L'on voit alors par transparence la masse des spores restée pulvérulente et mobile.

Anatomie. Les coupes de la capsule sont hygroscopiques. Les cellules épidermiques ont les parois radiales très épaissies.

Sur la coupe longitudinale l'on voit que les cellules de la partie supérieure de l'exothecium voisine de l'orifice sont plus petites et plus solides que les cellules du milieu de la capsule.

En enlevant l'épiphragme, tout en laissant la capsule intacte, nous voyons très bien une membrane intérieure

en forme de couronne, située à la base du péristome et ne laissant qu'une petite ouverture libre, centrale. Nous nous sommes demandé si cette ouverture se fermait sous l'action de l'humidité, soit par une forte dilatation des cellules de cette membrane, soit par le fait que la columelle s'y engagerait en formant un bouchon, empêchant ainsi les spores de sortir. L'expérience nous a donné un résultat négatif. Nous avons vu au contraire l'ouverture s'agrandir par suite de la dilatation considérable de la capsule tout entière. Ici, la columelle ne joue aucun rôle. Au contact de l'eau elle se dilate beaucoup moins que la capsule, en sorte que son extrémité supérieure n'arrive pas même à la hauteur qu'elle atteignait à l'état sec.

Le péristome n'est que faiblement hygroscopique. Il se redresse un peu au contact de l'eau ; la marge incolore des dents se dilate transversalement, de telle manière que l'espace compris entre les dents diminue beaucoup. (Fig. 27.)

La base des dents du péristome, soudée en forme d'anneau, ne change que très peu sous l'influence de variations hygrométriques. Les dents du péristome se terminent par des filaments qui forment un filet au-dessus de l'épiphragme. A l'état sec, les dents du péristome s'arquent ; l'espace compris entre deux dents prend alors la forme d'une ellipse, par laquelle les spores sortent facilement. Nous nous sommes expliqué ce phénomène de la façon suivante : l'anneau basal du péristome n'étant pas hygroscopique est invariable et fonctionne comme le point d'appui d'un levier. La partie inférieure de la base du péristome est soudée par un tissu mécanique aux cellules épaissies du bord de l'orifice de la capsule. Par la contraction de la capsule, cette partie basale inférieure est poussée vers l'intérieur, ce qui devrait, par un mouvement basculant autour de l'anneau basal du péristome, amener la partie supérieure des dents en dehors. Ce mouvement est empêché par le fait que l'extrémité supérieure des dents du péris-

tome est fixée à l'épiphragme. Or, celui-ci se contracte en même temps que la paroi capsulaire. Les dents ne peuvent donc suivre les mouvements exigés par leur base ; il se produit une tension qui cause la flexion et l'écartement des dents.

La dilatation de la capsule dans l'eau est très considérable. Malgré cela, l'anneau basal du péristome n'est pas très fortement influencé, parce que les cellules qui le soudent à l'urne se dilatent, ou bien se contractent dans un sens opposé comme effet aux mouvements de l'exothecium.

L'obturation de la capsule est par conséquent produite par la dilatation transversale de la marge incolore des dents du péristome, et par celle de l'épiphragme et de la capsule, ce qui supprime la tension qui a été causée par la contraction.

Il est à remarquer que la destruction de l'épiphragme n'a lieu en général que chez de vieilles capsules, après l'émission complète des spores.

Pogonatum aloïdes.

Toutes les mousses du genre Pogonatum ont un port rigide spécial. Ce caractère a beaucoup d'importance pour l'émission des spores. Le pédicelle est à la fois très rigide et élastique; la capsule, de taille assez grande, vibre au moindre souffle de vent; de même de très petits insectes peuvent produire un ébranlement suffisant pour faire sortir les spores.

L'obturation de la capsule se fait comme chez *Catharinea* par une pellicule mince d'eau. Ainsi nous avons trouvé des capsules encore remplies d'air après seize heures d'immersion sous l'eau. Elles contenaient les spores à l'état de poussière.

En plongeant une capsule dans l'eau et en l'en retirant de suite on voit les spores sortir par les moindres secous-

ses ; les spores ne s'échappent pas de la capsule lorsque celle-ci est entourée d'une pellicule d'eau, mais comme l'eau tombe facilement par les mouvements saccadés de la capsule sous l'influence d'ébranlements provenant de l'extérieur, nous pouvons dire que les spores sortent par tous les temps, puisque la pluie aussi produit des secousses suffisantes pour déterminer la sortie des spores. En effet, nous avons pu constater que les spores s'échappent sous l'action de gouttes d'eau tombant sur la capsule.

La formation à la surface de la paroi capsulaire d'une couche d'air, persistant dans l'eau, tient à une forte cuticule. Les cellules épidermiques sont en outre papilleuses, ce qui contribue à maintenir la pellicule d'air. (Fig. 28.)

Anatomie. Les cellules épidermiques de la capsule sont épaissies aux angles extérieurs des parois radiales. La paroi périphérique est plus mince et se plisse fortement à l'état sec. Les parois les plus épaissies se dilatent le plus fortement dans l'eau. (Fig. 29.)

Somme toute, la structure anatomique de la capsule rappelle beaucoup celle de *Catharinea*.

Polytrichum.

La capsule des *Polytrichum* est supportée par un pédicelle long, élastique et tordu à sa partie supérieure. La capsule dressée à l'état jeune, prend une position inclinée jusqu'à horizontale à la maturité, facilitant ainsi l'émission des dernières spores.

Les *Polytrichum* se trouvent souvent dans des stations abritées et humides. Nous avons examiné les espèces suivantes : *P. juniperinum*, *P. juniperinum var. β alpinum*, *P. commune*.

Nous avons trouvé des résultats identiques pour toutes ces espèces et avons, en somme, observé les mêmes phénomènes que chez *Pogonatum*, et pour l'émission des spores et pour la structure anatomique.

Résumé et conclusions.

Les *Polytrichacées* sont des mousses terrestres, formant généralement sur l'humus des colonies étendues. Leurs capsules sont volumineuses et le nombre des spores très grand. Les capsules rappellent la capsule poricide de certaines phanérogames (*Papaver*, *Campanula*). Cette forme typique de la capsule assure une émission ralentie des spores.

Les spores sont toujours émises sous l'influence d'ébranlements provenant de l'extérieur, ainsi les insectes les plus petits suffisent pour faire sortir les spores en provoquant des vibrations du pédicelle et de la capsule ; de même, des gouttes de pluie tombant sur la capsule ou sur le pédicelle, causent des mouvements saccadés qui déterminent la sortie des spores. La longueur et l'élasticité du pédicelle favorisent l'émission des spores par le vent.

La protection de la capsule contre l'eau est atteinte de la manière suivante : l'eau forme une pellicule entre les dents du péristome et empêche la sortie des spores ou l'entrée de l'eau dans l'intérieur de la capsule.

La régularisation de l'émission des spores est due au mécanisme du péristome, commandé par la paroi capsulaire et l'épiphragme. La contraction simultanée de l'épiphragme et de la capsule a pour résultat d'écarter les dents du péristome dans leur milieu à l'état sec.

Nous ne pouvons généraliser avec *Gœbel* (6) le fait que *Catharinea*, qui montre la fermeture de la capsule la plus parfaite, habite des endroits humides, tandis que *Polytrichum*, qui peut émettre les spores malgré l'humectation de la capsule, croît dans des endroits plutôt secs. Nous trouvons, en effet, des *Polytrichum* qui croissent dans des endroits très humides, comme nous trouvons des *Catharinea* dans des stations sèches. Les stations préférées des *Catharinea* sont des stations abritées, plutôt qu'humides.

Bryacées.

Bryum cœspiticium.

Cette mousse est très répandue, et croît dans les stations les plus diverses.

Le pédicelle est dressé. Sa partie supérieure s'incurve, en sorte que la capsule occupe une position horizontale ou pendante. Au contact de l'eau, la direction de la capsule change. (Fig. 33.) Elle s'incline très fortement de manière à diriger son orifice vers le bas. Le même mouvement a lieu sous l'influence de l'humidité atmosphérique, mais d'une façon moins accentuée. A l'état sec, la capsule revient à la position horizontale.

Le péristome est double. L'exostome est d'une hygroscopicité remarquable. Il s'entr'ouvre très vite, l'eau une fois écoulée de la capsule, et ne ferme pas la capsule dans une atmosphère humide, malgré l'humidité des feuilles.

La lamelle interne de l'exostome possède des trabécules en forme de crochets recourbés vers le bas. (Fig. 2). Lorsque les dents plongent dans la capsule, les crochets se trouvent dans une position renversée, leur partie concave tournée vers le haut. Les dents de l'exostome fonctionnent alors comme une drague. En se redressant, elles entraînent les spores et les amènent à proximité de l'endostome.

L'endostome a des cils munis de longs appendices dans leur partie interne. Les dents de l'endostome sont incurvées vers l'intérieur et forment ainsi une voûte. Les spores sont projetées dans celle-ci soit par les secousses, produites par les oscillations de l'exostome et transmises à l'intérieur de la capsule, soit par les changements de position de la capsule, soit par le mouvement de drague des trabécules de l'exostome. Une fois arrivées là, les spores sont retenues par les appendices de l'endostome, qui les empêchent

de retomber dans l'intérieur de la capsule lorsque celle-ci vient à se redresser.

On voit l'exostome plonger dans l'urne sous l'influence de la respiration de l'observateur. En se redressant, il amène les spores qu'il transmet à l'endostome. Ces spores sont projetées par ce dernier par suite des ébranlements, produits par le décrochement des dents de l'endostome et de l'exostome. Plus l'humidité est grande, plus les dents de l'exostome plongent profondément.

Ce mécanisme permet également la projection des spores dans des positions horizontales et légèrement ascendantes de la capsule. A l'état sec, les ébranlements extérieurs, transmis par le séta, font également sortir les spores.

En posant la plantule dans sa position naturelle sur une feuille de papier et en l'exposant à des changements hygrométriques en l'absence de tout ébranlement extérieur, il est facile d'observer la dispersion des spores. Celles-ci y sont lancées une à une, à une assez grande distance les unes des autres, grâce au jeu combiné de l'exostome et de l'endostome.

Nous n'avons jamais vu l'exostome soulever le sac sporifère lorsque ses dents se rabattent à l'extérieur à l'état sec.

Au point de vue biologique nous considérons les changements de position de la capsule comme un facteur important pour l'émission des spores.

L'émission par le péristome a surtout lieu après la pluie, lorsque la capsule est très inclinée ; d'autre part, la capsule se dilate fortement dans l'eau, offrant ainsi un plus grand volume aux spores, qui y sont toujours contenues sous forme de poudre mobile. Elles tombent, à une position inclinée de la capsule, dans la voûte de l'endostome et se trouvent amenées ainsi à proximité de l'exostome. Les spores qui ne sont pas projetées immédiatement sont retenues par les appendices de l'endostome. La direction

presque horizontale de la capsule par un temps sec retarde l'émission.

Anatomie. La coupe transversale de la capsule montre des cellules épidermiques dont les parois radiales et périphériques sont épaissies. Par la dessiccation les plissements ont lieu dans les parois radiales et la cloison intérieure, restée mince.

Nous trouvons aussi des cellules épidermiques qui font saillie vers l'extérieur et qui se plissent dans la paroi périphérique à sec. (Fig. 30.)

Bryum capillare. La mousse examinée provenait d'une station très humide à *Pont de Nant* (Alpes vaudoises).

Comme dans l'espèce précédente, la direction de la capsule varie avec l'état hygrométrique de l'atmosphère et nous avons donc les mêmes phénomènes que chez celle-ci. Nous n'avons pu constater aucune différence quant à l'émission des spores.

En examinant une capsule à laquelle on a arraché l'exostome avec des pincettes, on voit que l'endostome seul ferme la capsule au contact de l'eau.

A sec, les cils de l'endostome se redressent, formant ainsi un très petit canal par lequel les spores peuvent sortir. La membrane basilaire de l'endostome se plisse en zig-zag. Dans l'eau, ces plissements disparaissent presque complètement.

Nous avons d'abord cru à l'hygroscopicité de l'endostome, mais l'endostome détaché de la capsule ne montre aucun mouvement propre, sinon une faible dilatation dans l'eau, comme c'est le cas pour tous les tissus morts. Le mouvement décrit plus haut provient uniquement des contractions et dilatations de la capsule. La capsule, très hygroscopique, se contracte fortement à l'état sec. Or, la membrane basilaire, étant formée d'une seule pièce, il est clair, qu'elle doit se plisser pour suivre la contraction de la paroi capsulaire.

Ces plissements sont plus forts en présence de l'exostome, dont les dents, très hygroscopiques, s'appuient sur la membrane en s'infléchissant à l'intérieur de l'urne.

La membrane basilaire de tous les *Bryum*, *Hypnum*, *Mnium*, que nous avons examinés, montre le même caractère.

La structure anatomique de la capsule de *Bryum capillare* est très analogue à celle de *Bryum cæspiticium*.

Le genre **Mielichhoferia** diffère des autres *Bryacées* par son péristome simple.

Le péristome de *Mielichhoferia nitida* fonctionne uniquement comme appareil régulateur en formant un crible, peu efficace du reste, à l'orifice de la capsule. Il ne prend aucune part active à l'émission des spores et ne ferme pas la capsule au contact de l'eau.

L'émission ralentie est due à la position dressée de la capsule et a l'exiguïté de l'orifice.

Les autres genres des *Bryacées* que nous avons examinés montrent une grande analogie dans la manière d'émettre leurs spores. Nous avons examiné les genres suivants : *Leptobryum*, *Plagiobryum*, *Webera*, *Mniobryum*, *Rhodobryum*.

Le genre **Leptobryum** diffère du genre *Bryum* surtout par son port et par la texture délicate, mince, de la capsule. Le péristome est indentique à celui de *Bryum cæspiticium*. L'émission des spores se fait comme chez ce dernier. *Leptobryum piriforme* permet très bien d'observer, à l'intérieur de la capsule, l'influence des ébranlements produits par le décrochement des dents de l'exostome et de l'endostome sur les spores.

Plagiobryum Zierii qui croît surtout dans des stations humides, à proximité des cascades, etc., a le pédicelle court.

La capsule longue et grande a une direction horizontale à sec. Elle s'incline par l'humidité jusqu'à devenir verti-

cale. Les spores sont projetées par le mécanisme du péristome, qui, chez cette espèce est douée d'une force notable. En somme *Plagiobryum Zieirii* se comporte comme *Bryum cæspiticium*.

Il importe de remarquer que cette mousse, croissant dans des stations presque constamment mouillées, ne mûrit ses spores que très tard dans l'année et l'émission des spores a lieu de cette manière alors que, grâce à la congélation de l'eau, la plante se trouve placée dans des conditions de sécheresse favorable à l'émission et à la dispersion des spores. (*Amann*).

Webera. Les cils de l'endostome des mousses de ce genre sont dépourvus d'appendices.

La paroi capsulaire est très hygroscopique. La capsule est presque toujours inclinée jusqu'à être dirigée verticalement vers le bas. Au point de vue biologique, cette position a d'autant plus d'importance, que les appendices de l'endostome manquent et que les spores ne risquent pas de retomber dans l'intérieur de la capsule. La capsule accentue son inclinaison sous l'influence de l'humidité.

Après la déhiscence de la capsule, la voûte de l'endostome se remplit de spores sous l'influence de la contraction de l'urne par la dessiccation.

Les spores sont projetées par le mécanisme du péristome analogue à celui que nous avons exposé pour le genre *Bryum*.

Espèces examinées : *Webera acuminata, W. nutans, W. nutans, var. longiseta.*

Mniobryum vexans et *Rhodobryum roseum* montrent quant à l'émission des spores les mêmes caractères que *Bryum cæspiticium*.

Résumé et conclusions.

Les *Bryacées* montrent une grande uniformité quant à l'émission des spores.

Exception faite des *Mielichhoferiacées* toutes les *Bryacées* examinées ont un péristome double très bien développé qui projette les spores par les oscillations hygroscopiques de l'exostome.

Le moment le plus favorable pour l'émission des spores par le péristome est après la pluie, parce que les dents de l'exostome plongent très profondément dans l'urne lorsqu'elles sont humectées. En se redressant à sec, elles se chargent d'une quantité de spores qu'elles apportent à l'endostome qui les projette sous l'influence de l'énergie reçue de l'exostome.

L'endostome qui n'est que trés peu hygroscopique contribue à l'émission des spores par ses dents élastiques et par les appendices de ses cils. Ces appendices retiennent les spores dans la voûte de l'endostome. Par un temps sec, l'endostome fonctionne comme appareil régulateur, en formant un crible à l'orifice de la capsule, les spores sont alors émises sous l'influence de secousses, provenant de l'extérieur (vent, insectes).

La capsule contribue à l'émission des spores par sa direction dans le plan vertical. Elle est fortement inclinée à l'état humide et prend souvent une position horizontale à sec. La capsule des *Mielichhoferiacées*, au péristome rudimentaire, a, dans la règle, une position dressée.

Les *Bryacées* de stations sèches ne diffèrent pas des *Bryacées* de stations humides quant à l'émission des spores.

Mniacées.

Cinclidium stygium.

L'endostome forme une coupole ne présentant des ouvertures qu'à la partie basale. Ces ouvertures peuvent être fermées par l'exostome qui n'atteint que la moitié de la longueur de l'endostome.

Nous n'avons eu que des exemplaires d'herbier à notre

disposition. L'exostome nous a paru très peu sensible aux changements hygrométriques. Il fonctionne en s'appliquant contre les ouvertures de la base de l'endostome comme appareil régulateur et protège les spores contre le contact de l'eau.

L'endostome contribue à l'émission ralentie en formant un crible à l'orifice de la capsule.

Les spores sont probablement émises par des ébranlements provenant de l'extérieur. Grâce à la longueur du pédicelle (8 cm.), la capsule est secouée par le moindre vent.

Conclusions.

Exception faite du petit genre *Cinclidium*, les *Mniacées* que nous avons examinées (*Mnium hornum, M. spinosum. M. undulatum*) se comportent tout à fait comme les *Bryacées* quant à l'émission de leurs spores.

Le problème biologique de l'émission ralentie par un temps sec, est résolu dans toute la famille par l'endostome, qui fonctionne comme appareil régulateur. Par un temps humide, les spores sont projetées par petites portions par les oscillations de l'exostome dans le genre *Mnium*.

Dans ce genre, l'exostome prend une part active à l'émission des spores, tandis qu'il ne fonctionne que comme appareil protecteur dans le genre *Cinclidium*.

L'épaississement des cellules épidermiques de la capsule affecte la paroi périphérique de celles-ci. Ces parois se contractent fortement par la dessiccation. Le plissement a lieu dans les parois radiales restées minces.

Le péristome est constitué comme chez les *Bryacées* et ne soulève pas le sac sporifère.

Hypnacées.

Les **Brathytheciacées** que nous avons examinées : *Brachythecium rutabulum, B. rutabulum var. longiseta, B. plumosum, B. populeum, B. Starkii, B. curtum, B. velu-*

tinum, *B. velutinum var. imbricatum*, *B. reflexum*, *Rhynchostegium rusciforme*, *Rh. murale*, *Camptothecium lutescens*, *Scleropodium illecebrum*, *S. purum*, *Eurynchium strigosum*, *E. striatum*, *Rhynchostegiella curviseta*, *Thamnium alopecurum* ont un pédicelle plus ou moins long et hygroscopique. Ses torsions sous l'influence de changements hygrométriques donnent à la capsule toutes les orientations possibles, de sorte que les spores sont émises dans toutes les directions.

La capsule change très nettement de direction à mesure qu'elle mûrit. Elle occupe une position ascendante avant sa déhiscence. (Fig. 34.) Après la chute de l'opercule la capsule se recourbe, en dirigeant sa partie supérieure et l'orifice vers le bas (Fig. 35). Un changement analogue de position de la capsule a lieu sous l'influence des différents états hygrométriques ; la position de la capsule humide rappelle celle de la capsule non encore ouverte.

La paroi capsulaire est hygroscopique. Au début, en se contractant à l'état sec, elle agit sur la masse des spores, les poussant dans la voûte de l'endostome. A cet état, les spores sont aussi émises par le péristome lorsque la direction de la capsule est fortement ascendante. Ce fait a d'autant plus d'importance pour l'émission des premières spores, que la capsule n'atteint pas immédiatement la courbure maximale.

Le péristome est double et très bien développé.

L'exostome s'entr'ouve immédiatement dès que l'eau est écoulée de la capsule ; il ne la ferme qu'au contact direct de l'eau. Ainsi nous l'avons vu fonctionner par un temps très humide. Il est d'une hygroscopicité très remarquable.

L'endostome représente un appareil régulateur très efficace en formant un crible à l'orifice. Ses mouvements sous l'influence de changements hygrométriques sont produits par la dilatation ou la contraction de la paroi capsulaire ; lui-

même n'étant pas hygroscopique, ne montre aucun mouvement propre quand il est isolé.

Les cils entre les dents de l'endostome ont une grande importance pour l'émission des spores. Sur une capsule partagée en long, nous voyons que l'exostome en plongeant dans l'intérieur de l'urne entraîne ces cils, les incurvant dans la masse des spores où ils restent pendant un certain temps, et retiennent celles-ci ainsi à proximité de l'exostome. L'élasticité de ces cils n'étant pas très grande, ils ne se redressent qu'après la projection des spores qu'ils ont retenues.

L'émission des spores a lieu par le mécanisme du péristome, d'une façon analogue à celle que nous avons exposée pour le genre *Bryum*.

Le moment le plus avantageux pour l'émission des spores par le péristome est tout de suite après la pluie.

Les ébranlements extérieurs qui déterminent la sortie des spores peuvent être produits par le vent, les insectes, etc. Pour *Rhynchostegium rusciforme*, que nous avons observé sur des rochers émergés de lits de rivières, ces ébranlements extérieurs expulsant les spores étaient produits par des gouttes d'eau tombant sur le pédicelle.

La structure anatomique de la capsule montre beaucoup de ressemblance pour toutes les espèces examinées. Les cellules épidermiques de la capsule sont épaissies dans leurs parois radiales, qui se dilatent fortement dans l'eau. Le plissement à l'état sec a lieu dans les parois périphériques, restées minces.

La contraction de l'urne plus forte que celle de son bord, tient à la résistance de l'anneau basal, que forment les dents soudées de l'exostome.

Nous tenons à indiquer ici une observation que nous avons faite sur l'anneau de *Rhynchostegium*, *Funaria*, *Ceratodon*, etc.

L'anneau détaché s'est toujours enroulé très lentement,

ce qui parle en faveur de la supposition de *Dihm* (3), que ses cellules contiennent un mucilage, vu que ce dernier retient, d'après Dihm, avec une grande ténacité l'humidité.

Nous n'avons jamais pu constater les mouvements brusques qu'indique *Steinbrinck* (16).

Les **Hypnées** proprement dites émettent leurs spores d'une manière analogue à celle des *Brachythéciées*.

Les espèces que nous avons examinées sont : *Plagiothécium undulatum*, *Amblystegium riparium*, *Hypnum Halleri*, *H. chrysophyllum*, *H. stellatum*, *H. uncinatum*, *H. fluitans*, *Hylocomium splendens*.

Hypnum fluitans est une mousse aquatique. Il ne semble fructifier abondamment que dans des stations périodiquement desséchées. Nous n'avons pu constater aucune différence, quant à l'émission des spores par le péristome, entre *Hypnum fluitans* et les autres *Hypnées*.

Isothéciées. Les espèces examinées : *Platygrium*, *Pylaisia*, *Orthothecium rufescens*, *Cylindrothecium Schleicheri*, *Isothecium myurum*, *Homalothecium sericeum* ont la capsule dressée. Les propriétés hygroscopiques de l'exostome sont, dans la règle, moins prononcées chez les *Isothéciées* que chez les *Hypnées*. Le péristome double fonctionne surtout comme appareil protecteur et régulateur, fermant la capsule dans l'eau. L'émission des spores par le mécanisme du péristome est souvent rendue possible par la station de ces mousses ; croissant sur des supports verticaux ou fortement inclinés, la position du pédicelle et par ce fait celle de la capsule est horizontale ou descendante et les spores tombent ainsi à proximité du péristome.

Climacium dendroides a la capsule dressée. L'émission des spores par le mécanisme du péristome est facilitée par la columelle, qui persiste. A l'état sec, cette dernière fait saillie et les spores, retenues dans ses plis, sont ainsi amenées à proximité du péristome, qui les projette.

Résumé et conclusions.

L'émission des spores se fait d'une façon presque identique chez toutes les *Hypnacées* examinées. Chez la plupart des espèces c'est par le mécanisme du péristome qu'elles sont émises. Le péristome fonctionne comme appareil protecteur et régulateur, empêchant l'eau de pénétrer dans la capsule. Il produit l'émission ralentie des spores en les projetant par petites portions, ou en formant un crible au-dessus de l'orifice de la capsule, empêchant ainsi les spores de tomber toutes à la fois. Le moment le plus avantageux pour la projection des spores par le mécanisme du péristome est immédiatement après la pluie, les dents de l'exostome plongeant profondément dans l'intérieur de la capsule, surtout après avoir été humectées.

Au point de vue biologique, nous trouvons une adaptation de la position de la capsule à la station. La capsule de stations verticales et fortement inclinées n'est pas recourbée (*Isothecium*). Ici l'émission des spores par le péristome est rendue possible par le pédicelle horizontal. Chez *Climacium dendroides*, où la capsule a une position verticale, la columelle vient en aide au péristome, en amenant les spores à sa proximité.

Afin que les spores ne tombent pas trop près de la plante, la capsule est supportée par un long pédicelle.

Les torsions du pédicelle contribuent à la dispersion, en donnant de différentes orientations à la capsule (except. *Isothéciacées*).

En outre, nous avons examiné les familles, genres et espèces suivantes et les faits observés relativement à l'émission de leurs spores peuvent être formulés par les conclusions que voici :

Chez les **Weisiacées** examinées : *Hymenostomum microstomum*, *Gymnostomum calcareum*, *Gyroweisia tenuis*,

Hymenostylium curvirostre, Molendoa, Weisia viridula, Dicranoweisia crispula, le principe de l'émission ralentie des spores est réalisé par l'orifice très petit de la capsule *(Weisia)*, par l'opercule fixé à la columelle *(Hymenostylium, Molendoa)* (Fig. 39), par le péristome qui ferme la capsule dans l'eau *(Dicranoweisia)* et par la position dressée de la capsule chez toutes ces espèces. En outre, ces mousses vivent en général dans des stations abritées.

Chez *Hymenostomum microstomum* l'émission ralentie des spores est assurée par l'*hymenium*, c'est-à-dire par un tissu qui provient d'un élargissement de la columelle dans la région de l'orifice de la capsule. Ce tissu se déchire à la maturité du sporogone et ne laisse qu'une petite ouverture libre pour le passage des spores.

La protection des spores contre l'eau est réalisée, pour les capsules sans péristome, par une pellicule mince d'eau qui bouche l'orifice de la capsule *(Hymenostomum, Gymnostomum, Gyroweisia)* ou par l'opercule fixé à la columelle qui ferme la capsule au contact de l'eau *(Hymenostylium* (fig. 39), *Molendoa)*. Dans le genre *Dicranoweisia*, le péristome ferme la capsule au contact de l'eau. Ces dispositifs empêchent que les spores sortent par une forte pluie.

Les ébranlements qui projettent les spores peuvent provenir de l'extérieur (vent, insectes), du pédicelle qui est tordu et hygroscopique et des mouvements hygroscopiques de la partie végétative.

Chez les **Rhabdoweisiacées** examinées : *(Rhabdoweisia, Cynodontium gracilescens)*, le péristome simple ferme la capsule au contact de l'eau et protège ainsi les spores contre celle-ci ; il contribue à l'émission ralentie en formant un crible à l'orifice de la capsule à l'état sec *(Rabdoweisia)* ou en les projetant par petites portions *(Cynodontium)* où la capsule est recourbée. En effet, les dents du péristome de cette espèce s'enchevêtrent les unes dans les autres et

projettent les spores qui leur adhèrent, en se décrochant brusquement [1].

Toutes les **Dicranacées** examinées *(Oncophorus virens, O. virens var. β. serratus, Dicranella curvata. D. cerviculata, D. varia, Dicranum fulvellum, D. fuscescens, D. undulatum, D. scoparium, Campylopus)* possèdent un péristome simple dont les dents sont fendues plus ou moins profondément et très hygroscopiques. Le péristome projette les spores par ses oscillations; en s'incurvant sur l'orifice de la capsule à l'état sec, il fonctionne comme appareil régulateur. Au contact de l'eau liquide il se ferme et empêche ainsi celle-ci de pénétrer dans la capsule. L'émission des spores n'a pas lieu par la pluie.

Le péristome ne peut projeter les spores que lorsque la capsule est fortement inclinée. Cette émission des spores est favorisée par le fait qu'elle se recourbe en se desséchant et dirige ainsi son orifice vers le bas.

La position dressée de la capsule de *Dicranum fulvellum* et *D. fuscescens* est compensée par la grande hygroscopicité de l'urne, dont les contractions énergiques contribuent à l'émission des spores.

Le pédicelle contribue à l'émission des spores par ses torsions chez *Campylopus* où il effectue des rotations de la capsule qui rappellent celles de *Funaria hygrometrica*.

D'autre part nous voyons fréquemment des groupes de plantules, formées par des espèces de *Dicranella (D. curvata)* dont les pédicelles sont entortillés les uns avec les autres. Sous l'influence de changements hygrométriques, ces pédicelles se décrochent et les secousses ainsi produites contribuent à l'émission des spores.

---

[1] Nous tenons à mentionner en passant que nous avons trouvé *Cynodontium alpestre, Wahl*, sur le petit *Mœveran* (2700 m.), station nouvelle pour les Alpes vaudoises. *(Teste Amann.)*

Exception faite du genre *Octodiceras,* toutes les **Fissidentacées** observées *(Fissidens taxifolius, F. adiantoïdes, F. pusillus, F. crassipes, F. exilis, F. algarvicus)* ont le péristome constitué de la même manière.

Les capsules d'*Octodiceras Julianum*, qui ont un péristome très rudimentaire, mûrissent sous l'eau, mais elles ne s'ouvrent que lorsqu'elles sont exondées.

Nous supposons que les capsules mûres se détachent de la plantule et, entraînées par l'eau, arrivent dans des endroits exondés, où elles rencontrent les conditions nécessaires à la déhiscence.

Dans les autres *Fissidentacées*, le péristome fonctionne identiquement chez les espèces de stations terrestres *(Fissidens taxifolius)* et chez celles de stations aquatiques. Pour contrôler ce fait, nous avons examiné des capsules de *Fissidens crassipes* provenant du lit de la Broye.

L'éjaculation des spores par le péristone est très lente. Les changements hygrométriques de l'atmosphère ne suffisent en général pas pour faire plonger les filaments des dents assez profondément, mais les rendent très aptes à fonctionner comme appareil régulateur, lorsque la capsule est dirigée vers le bas.

Au point de vue biologique, nous considérons la position descendante de la capsule comme une adaptation à l'habitat (rochers verticaux, etc.). L'émission des spores par le péristome est ralentie par un temps sec ; elle est accélérée par un temps humide. Le péristome ne projette pas les spores bien loin, vu que celles-ci ne doivent guère s'écarter de leur support naturel.

La position appliquée de ces mousses est également en corrélation avec la station ; elles n'offrent que peu de prise au vent ; elles s'abritent même le plus souvent dans des fentes de rochers où l'influence de celui-ci est minimale.

La paroi capsulaire, hygroscopique, émet une première

partie des spores, les poussant à proximité du péristome.

Il est à remarquer que *Fissidens pusillus, F. exilis* et *F. algarvicus* ont des capsules excessivement petites et possèdent, malgré cela, un appareil régulateur très bien développé. Nous ne pouvons donc admettre, avec *Gœbel* (6), que l'exiguïté de la capsule supplée au manque d'un appareil régulateur.

Les **Séligériacées** (espèces examinées : *Seligeria pusilla, S. Doniana, Trochobryum carniolicum, Stylostegium caespiticium*) sont des mousses de très petite taille. Croissant sur des supports verticaux, elles ont tout intérêt à ne pas disperser leurs spores à trop grande distance. Ce fait est réalisé par la capsule brièvement pédicellée. Les spores sont dispersées sur la paroi du rocher par l'eau ruisselante ; sortant par un temps sec, elles seront en partie retenues par leur support presque toujours humide.

L'émission ralentie se fait par l'opercule fixé à la columelle *(Stylostegium, Trochobryum)* et par le péristome *(Seligeria, Blindia)*.

Campylostéliacées. — La capsule de *Brachydontium trichodes* à péristome rudimentaire est dressée, tandis qu'elle est fortement inclinée chez *Campylostelium saxicola,* munie d'un péristome bien développé qui fonctionne comme appareil régulateur et protecteur.

Le péristome bien développé des **Ditrichiacées** (espèces examinées : *Ceratodon purpureus, Distichium capillaceum, Ditrichum homomallum)* détermine l'émission ralentie des spores en formant un crible au-dessus de l'orifice de la capsule ou en les projetant par petites portions.

Les chocs qui font sortir les spores proviennent souvent du pédicelle. Le pédicelle des *Ditrichiacées* est tordu, mais sa partie supérieure est tordue dans le sens inverse de celui de la partie inférieure. Ces mousses croissent par groupes très serrés ; les pédicelles s'entortillent les uns

avec les autres et produisent des secousses en se tordant sous l'influence de changements hygrométriques.

Pottiacées.

Les mousses des genres *Barbula*, *Tortula*, *Crossidium*, *Aloïna* montrent un caractère tout à fait spécial.

L'espèce examinée, *Barbula unguiculata*, est très répandue et croît dans les conditions les plus variées.

Gœbel (6) en dit que l'émission des spores ne se fait que par un temps sec ; qu'à sec les longues dents filamenteuses s'enroulent par leur pointe, tandis que leur partie basale s'écarte, de sorte que les spores peuvent s'échapper, étant bien séparées par cette espèce de grillage.

Par un temps humide, l'émission des spores n'aurait pas lieu, l'eau serait empêchée de pénétrer dans la capsule par l'air retenu entre les dents du péristome : « Aber selbst wenn dies (l'entrée de l'eau) bei länger andauernder Durchfeuchtung erfolgt ist, kann ein Wegschwemmen der in dem langen Peristomkegel befindlichen Sporen nicht stattfinden, da die aus den Sporen und dem Columellaende gebildete Masse von den Peristomzähnen festgehalten wird. »

Sur une cinquantaine de capsules examinées, nous n'en avons trouvé que cinq dont le péristome à l'état sec eût la forme décrite par *Gœbel*. De ces cinq capsules, une seule n'était pas vide.

A sec, il faut des chocs très forts pour faire sortir les spores des capsules ; le péristome est, en général, complètement enroulé et les spores ne sortent pas.

Au contact de l'eau, le péristome se déroule et les spores sont émises par les moindres secousses. Les spores sont encore sorties de la capsule après qu'elle eût été immergée pendant plusieurs minutes dans l'eau.

L'humidité atmosphérique suffit pour dérouler les dents

du péristome et permettre aux spores de sortir sous l'action de secousses. Le pédicelle étant assez long et élastique, la capsule vibre au moindre ébranlement.

Après de longues pluies, l'émission des spores est arrêtée, les dents du péristome étant collées les unes contre les autres.

Le fragment de la columelle qui est retenu dans la partie supérieure du péristome n'a aucune action sur l'émission des spores. Nous ne l'avons pas trouvé dans bien des capsules ; souvent il tombe au premier mouvement hygroscopique du péristome. Il peut influencer l'aspect du péristome en intervenant d'une façon gênante, lorsque les dents de celui-ci s'enroulent à sec.

La forme décrite par *Gœbel* (6) pour le péristome de *Barbula unguiculata* à l'état sec se retrouve aussi sur des capsules *vides* de *Barbula fallax*.

Le fait que les spores sont émises par l'humidité et même par la pluie se voit d'une façon encore plus éclatante chez *Tortula muralis* et *Crossidium membranifolium*.

Par un temps très sec, ces deux espèces, observées sur des murs de *Lausanne*, ne laissaient pas sortir les spores, leur péristome étant fortement enroulé.

Nous avons pu constater par contre que les spores sortaient abondamment par la pluie. Le péristome s'était déroulé par la pluie et les spores s'échappaient en poussière, sous l'action des gouttes d'eau, tombant sur le pédicelle, ou par les vibrations de la capsule sous l'influence du vent. Le pédicelle de *Tortula muralis* et de *Crossidium membranifolium* occupe souvent une position horizontale, lorsque la station est un mur vertical, en sorte qu'il est plus exposé aux gouttes de pluie.

Les spores sortent aussi par un temps humide, soit après la pluie, soit par le brouillard.

Le péristome de *Tortula*, *Barbula* et *Crossidium* ne prend jamais une part active à la chute de l'opercule.

La columelle est sans aucune action sur l'émission des spores. Celles-ci sortent toujours par des chocs provenant de l'extérieur.

Barbula, *Crossidium* et *Tortula* croissant souvent sur des supports fortement inclinés et très secs, ont tout avantage d'émettre leurs spores par un temps humide, vu que celles-ci adhèrent plus facilement à un support humide et y trouvent les conditions nécessaires pour pouvoir se développer.

L'émission ralentie est réalisée chez ces espèces de même que chez *Aloïna rigida* et *A. ambigua*, par le péristome qui forme un crible à l'orifice.

Chez les *Pottiacées* examinées (*Pterygoneurum subsessile*, *Pottia Heimii*, *P. truncata*, *P. commutata*, *P. mutica*, *P. minutula*, *Didymodon rubellus*, *Trichostomum flavovirens*, *Timmiella*, *Barbula unguiculata*, *B. fallax*, *Crossidium membranifolium*, *Tortula muralis*, *Aloina rigida*, *A. ambigua*, *Desmatodon latifolius*), les espèces à capsules dépourvues de péristome réalisent une émission ralentie des spores par l'opercule fixé à la columelle (*Pottia*). Ces espèces ont le pédicelle court et la capsule dressée ce qui contribue à affaiblir les ébranlements provenant de l'extérieur (vent) ; d'autre part, elles croissent dans des stations abritées.

Les *Pottiacées* d'habitats plus exposés ont un péristome très bien développé qui forme un crible à l'orifice de la capsule et fonctionne comme appareil régulateur et protecteur.

Au point de vue biologique, il est intéressant de constater que les espèces de stations très sèches (*Crossidium*, *Tortula*) n'émettent pas leurs spores par la sécheresse.

Les spores de *Pottia commutata*, *P. minutula* et *P. mutica* sont épineuses ce qui facilite leur dispersion par l'eau.

Les **Grimmiacées** sans péristome ou à péristome rudimentaire (*Grimmia anodon*, *Schistidium atrofuscum*,

Scouleria aquatica Hook (fig. 36 et 37), ont une protection contre l'émission des spores trop rapide et contre l'entrée de l'eau liquide dans la capsule par l'opercule, fixé à la columelle, qui ferme la capsule au contact de l'eau.

Chez *Hedwigia albicans* l'absence du péristome est compensée par la longueur des feuilles périchætiales, qui entourent la capsule entièrement. Ces feuilles sont munies de cils qui produisent des vibrations de la capsule en s'entortillant les uns avec les autres et en se décrochant brusquement sous l'influence de changements hygroscopiques.

Les *Grimmiées*, *Schistidium apocarpum*, *Coscinodon*, *Grimmia* et *Racomitrium*, ont un péristome simple qui ferme la capsule en contact avec l'eau et qui fonctionne surtout comme appareil protecteur.

Le caractère xérophile de ces mousses se manifeste par le pédicelle très court, de sorte que la capsule est en général entourée du périchætium.

Les spores sont émises dans les mêmes conditions que celles des *Orthotrichacées*. La dispersion des spores se fait mieux lorsque la plante croît sur un support vertical ou fortement incliné.

Cinclidotus fontinaloides, une mousse aquatique, ne semble fructifier que dans des stations périodiquement exondées ; les conditions de l'émission des spores sont donc les mêmes que celles pour les mousses terrestres.

Le péristome, très bien développé, rappelle par sa forme celui de *Tortula*. Les pointes de ses dents sont reliées à la partie supérieure de la columelle. A l'état sec, les dents du péristome s'enroulent ; mais un mouvement libre est empêché par le fragment de la columelle qui relie leurs pointes entre elles. La base et les pointes des dents du péristome étant ainsi fixées, résistent à l'enroulement, d'où suit un écartement du milieu des dents. Le péristome présente à cet état un crible qui assure l'émission ralentie des spores. Celles-ci sont émises sous l'action d'ébranlements

provenant de l'extérieur. Une fois hors de la capsule, brièvement pédicellée, elles peuvent être entraînées soit par le vent, soit par la pluie ou l'eau et être dispersées ainsi.

Le pédicelle de toutes les **Encalyptacées** examinées *(Encalypta commutata, E. ciliata, E. rhabdocarpa, E. contorta)* est bien développé. Il montre souvent une torsion double, c'est-à-dire que la partie supérieure est tordue dans un sens inverse à celui de la partie inférieure.

L'émission des spores nous semble être due aux ébranlements provenant de l'extérieur, surtout des insectes. Les *Encalypta* croissent en général dans des stations abritées, ce qui fait que les dispositifs empêchant les spores de tomber trop rapidement sont moins nécessaires. La protection contre l'entrée de l'eau se fait par une pellicule mince d'eau chez *Encalypta commutata* à capsule dépourvue de péristome, par le péristome chez *Encalypta rhabdocarpa* et *E. contorta.*

Georgiacées.

Chez *Georgia pellucida* le péristome est formé de quatre dents. Il est faiblement hygroscopique et ferme la capsule au contact de l'eau.

A sec, les quatre dents s'écartent et laissent passer les spores. Ce mouvement est accentué par la contraction de la capsule. La capsule se trouvant allongée par ces quatre dents et l'orifice étant ainsi rapetissé l'émission des spores est ralentie.

Chez les **Meeseacées,** *Amblyodon*, *Meesea* et *Catoscopium*, le péristome forme un crible à l'orifice de la capsule. Il l'obture au contact de l'eau. L'émission des spores se fait surtout par le vent. Le pédicelle très long de ces mousses vibre sous l'influence du moindre vent. *Paludella squarrosa*, à la capsule fortement recourbée, émet les spores par le mécanisme du péristome.

Les **Aulacomniacées** ont le péristome construit sur le type de celui des *Bryum*, et montrent, quant à l'émission des spores, les mêmes caractères que ceux-ci.

Les **Timmiacées** et les **Ptérygophyllacées** émettent leurs spores de la même façon que les *Hypnées*.

Chez les **Bartramiacées** : *Bartramia Halleriana*, *B. pomiformis* et *Plagiopus Œderi* que nous avons trouvées sur des rochers abrités et ombragés, il nous paraît probable que l'émission des spores se fait surtout par les ébranlement produits par les nombreux insectes qui vivent dans ces mousses.

La protection contre l'entrée de l'eau et contre une émission trop rapide se fait par le péristome qui fonctionne comme appareil protecteur et régulateur.

Chez *Philonotis fontana* (fig. 38) à pédicelle très long, il présente un appareil balistique, projetant les spores.

Les **Cryphæacées** vivent sur les arbres. *(Leucodon sciuroides, Antrichia curtipendula.)* L'émission des spores se fait surtout par les secousses provenant de l'extérieur (insectes, vent). Le pédicelle assez long vibre sous l'influence du moindre vent. Le péristome fonctionne comme appareil régulateur et protecteur.

Chez *Cryphœa heteromalla* les dents de l'exostome en se redressant au contact de l'eau pour fermer la capsule, entraînent des spores qu'elles projettent.

Chez les **Neckeracées** l'émission des spores se fait comme chez les *Cryphœacées*. *(Neckera crispa, N. complanata).* *Homalia trichomanoides* émet les spores par le mécanisme du péristome.

Les **Leskeacées** nous montrent deux types quant à l'émission des spores.

I. La capsule est dressée, En ce cas le péristome ne fonctionne que comme appareil régulateur, formant un crible à l'orifice de la capsule. Les spores sortent alors par les ébranlements provenant de l'extérieur. L'exostome

est souvent peu hygroscopique, mais il ferme toujours la capsule au contact de l'eau.

C'est le cas pour *Anomodon viticulosus*, *Pterigynandrum filiforme* et *Lescurea*.

II. La capsule est recourbée à la maturité à l'état sec, comme nous l'avons décrit pour *Brachythecium*.

Les spores sont alors émises comme chez *Brachythecium* par le mécanisme du péristome.

C'est le cas pour les espèces : *Ptychodium plicatum*, *Pseudoleskea atrovirens*, *Heterocladium heteropterum*, *Thuidium tamariscinum* et *Th. recognitum*.

Résumé et conclusions.

Récapitulons comment les différentes parties de la mousse contribuent à l'émission des spores.

Le pédicelle. La torsion du pédicelle semble surtout destinée à augmenter sa solidité et sa flexibilité. *(Amann.)* Nous pouvons comparer le pédicelle à une corde tordue et à certaines fibres libériennes, constituées par des lamelles croisées.

Les mousses où les spores sont émises sous l'influence d'ébranlements extérieurs (vent, chocs, etc.), ont tout avantage à avoir un pédicelle solide et élastique. *(Polytrichacées*, *Barbula*, etc.)

En outre la torsion du pédicelle peut contribuer à la dispersion des spores par les changements d'orientation de la capsule, qu'elle provoque sous l'influence de différences hygrométriques. Le pédicelle hygroscopique fait tourner la capsule dans un cercle. *(Funaria*, *Campylopus*, *Hypnum*, *Bryum*, etc.) Ces torsions du pédicelle possèdent une importance pour toutes les mousses qui émettent leurs spores

par le mécanisme du péristome, les spores sont ainsi lancées dans toutes les directions.

Chez les mousses qui croissent en colonies serrées, les pédicelles hygroscopiques et tordus, en s'entortillant les uns avec les autres, produisent des secousses qui projettent les spores. *(Dicranella.)*

Le pédicelle tordu des capsules brièvement pédicellées contribue à la dispersion des spores par ses propres mouvements. Il transmet à la capsule des secousses qui font tomber les spores. *(Grimmia, Orthotrichacées.)*

La longueur du pédicelle est en corrélation avec la station des mousses.

Dans les stations sèches, la capsule, brièvement pédicellée, offre une adaptation au xérophytisme. Le pédicelle court empêche une transpiration trop rapide, en laissant la capsule dans le voisinage des feuilles. *(Hedwigia, Orthotrichum,* etc.) Chez *Grimmia* le pédicelle recourbé fait plonger la jeune capsule dans la partie végétative.

D'après les observations de M. *Amann*, on voit chez certains *Campylopus* et chez *Tayloria serrata* le pédicelle se recourber et se tordre fortement ensuite de la dessication, de manière à faire plonger la jeune capsule au sein des touffes et à la protéger de cette façon.

Au point de vue biologique, l'adaptation du pédicelle à l'habitat se manifeste par le fait que les mousses croissant sur des supports verticaux ont, en général, un pédicelle d'autant plus court que leur appareil régulateur est moins développé. *(Orthotrichacées, Grimmiacées,* etc.) Les capsules sont ainsi moins exposées au vent et leurs spores risquent moins d'être emportées trop rapidement au loin. Les spores de ces mousses sont, en général, émises par des ébranlements provenant de l'extérieur (insectes, mouvements hygroscopiques des feuilles, etc.).

Il est dans l'intérêt de la plante de posséder un pédicelle long, lorsque l'émission des spores est produite et

régularisée par le mécanisme du péristome, car, de cette façon, les spores ne tombent pas trop près de la plantule. Nous voyons, en effet, que presque toutes les mousses, dont les spores sont projetées par le péristome, ont un pédicelle long (*Bryum, Hypnum*, etc.). Les quelques exceptions sont en corrélation avec une station spéciale. *(Fontinalis.)*

La longueur du pédicelle rend aussi plus visible « l'*appareil de réclame* » des *Splachnacées*, dont la dispersion des spores se fait par les mouches.

Le pédicelle contribue également à l'émission des spores par sa direction. Chez les mousses à capsule dressée et droite, l'émission des spores par le péristome n'est possible que dans une position horizontale ou descendante du pédicelle. *(Isothéciacées.)* D'autre part, en s'incurvant à sa partie supérieure, le pédicelle donne une position horizontale ou descendante à la capsule. *(Bryum.)*

Chez les mousses à appareil régulateur peu efficace, le pédicelle reste dressé et contribue ainsi à l'émission ralentie des spores. *(Encalypta, Weisia.)*

La capsule. — Le mécanisme de la capsule, c'est-à-dire ses contractions et dilatations successives sous l'influence de changements hygrométriques, est important pour l'émission des spores chez toutes les mousses.

Ce mécanisme est mieux développé et plus sensible chez les mousses sans péristome ou à péristome inactif. (*Orthotrichacées*, *Physcomitrium*, *Scouleria*, *Splachnum*, etc.)

En se contractant, la capsule émet une première partie des spores (péristome inactif) ou elle les pousse à proximité du péristome qui les projette (péristome actif).

Ces mouvements de contraction et de dilatation de la capsule désagrègent la masse des spores, parce que la capsule offre un plus grand volume intérieur à l'état humide qu'à l'état sec. Ils contribuent, en outre, à l'émission retardée, chez les mousses sans péristome, en produi-

sant la fermeture de la capsule par l'opercule à l'état humide et en protégeant ainsi les spores contre le contact de l'eau liquide. (*Physcomitrium*, etc.) Chez les mousses pourvues d'un péristome, en accentuant le mouvement de ce dernier (*Polytrichacées, Tetraphis*) ou de l'endostome (*Orthotrichacées*, *Bryum, Fontinalis,* etc.)

Les mouvements hygroscopiques de la capsule trouvent leur explication dans la structure anatomique de ses cellules épidermiques.

La *position de la capsule* contribue de différentes manières à l'émission des spores.

La capsule dressée retarde cette émission chez les mousses sans péristome ou à péristome rudimentaire et chez les mousses qui émettent les spores sous l'influence d'agents extérieurs. (*Pottia, Weisia*, *Polytrichum, Barbula,* etc.)

Chez les mousses à appareil balistique développé, l'émission des spores est souvent uniquement rendue possible par la forme et la position de la capsule. Tant que celle-ci est dressée, les spores n'arrivent pas dans la région du péristome ; dès qu'elle s'incline, elles prennent contact avec lui. — Cette position inclinée de la capsule est réalisée soit par le pédicelle, soit par une courbure de la capsule elle-même. (*Bryum*, *Hypnum*, *Dicranum*, *Funaria,* etc., etc.)

Le péristome. — Le *péristome simple* peut fonctionner :

1° Comme appareil protecteur contre l'eau liquide en fermant la capsule. (*Splachnum,* etc.)

2° En ralentissant l'émission des spores en formant un grillage plus ou moins efficace à l'orifice. *(Orthotrichum anomal. Barbula.)*

3° Comme appareil balistique, quand ses dents, après s'être entortillées les unes avec les autres, se décrochent brusquement et projettent les spores qui leur adhèrent. Ce cas est plus répandu que l'on ne le croyait jusqu'à

présent. A cet effet, les dents du péristome se terminent, en général, par des filaments hygroscopiques *(Fissidens, Dicranum, Ceratodon)*, ou bien le péristome est constituée par des lanières tordues et très hygroscopiques. *(Tayloria splachnoïdes.)*

Nous avons trouvé l'explication des torsions des lanières du péristome de *Tayloria splachnoïdes* dans la structure intime de ses lamelles.

Les mouvements hygroscopiques des dents du péristome sont dus au croisement des axes des ellipsoïdes de contraction des deux lamelles antagonistes (*Steinbrinck*). Ces axes, dont l'un a, en général, la direction longitudinale de la dent, l'autre la direction transversale, perpendiculaire à la première, sont disposés, chez *Tayloria splachnoïdes*, de manière à se croiser sous un angle de 45° ; l'un étant transversal, l'autre oblique, ce qui a pour résultat la torsion de la dent vers l'intérieur à l'état humide, vers l'extérieur à sec.

Nous nous sommes expliqué de la même facon les torsions des dents de l'exostome de *Fontinalis*.

En examinant une dent de l'exostome de *Fontinalis*, nous voyons que les stries des deux lamelles ont une direction différente.

La lamelle externe présente des stries ascendant de droite à gauche, sous un angle d'environ 45°, tandis que la lamelle interne montre des stries perpendiculaires aux premières.

Dans l'eau, les deux lamelles semblent arriver à un maximum de tension, de force égale ; les axes de leurs ellipsoïdes de contraction étant perpendiculaires l'un à l'autre, l'effet de la torsion est annulé, conformément au théorème du parallélogramme des forces. La direction de la bissectrice du parallélogramme correspond, dans notre cas, à la dimension longitudinale de la dent. Sous l'action de cette force, la dent se redresse. Par la dessiccation,

sous l'influence d'une hygroscopicité différente des deux lamelles, il se produit par contre une torsion.

Les *Polytrichacées* nous offrent un type de péristome tout spécial. Les dents ne sont pas formées par de simples parois cellulaires persistantes, mais elles représentent des cellules entières, rappelant par leur aspect les *fibres libériennes* des *Phanérogames*. (Fig. 28.)

L'hygroscopicité de ces dents est très faible et leurs mouvements, sous l'influence de changements hygrométriques, sont surtout dus aux mouvements de la paroi capsulaire et aux contractions et dilatations de l'*épiphragme*. Néanmoins les *Polytrichacées* possèdent dans leur péristome un excellent appareil régulateur et protecteur. Leurs capsules rappellent les *capsules poricides* de certaines *Phanérogames*. L'eau ne pénètre pas à l'intérieur de la capsule, grâce à une pellicule d'eau qui se forme entre les dents et qui obture complètement la capsule. Les spores sont émises sous l'influence de secousses provenant de l'extérieur, surtout sous l'influence du vent, qui a d'autant plus d'efficacité chez les espèces de cette famille que leur capsule est grande et le pédicelle long et élastique.

Le *péristome double* nous montre très nettement une division du travail.

L'*endostome* fonctionne toujours comme appareil régulateur en formant un grillage plus ou moins efficace à l'orifice de la capsule.

Cet appareil régulateur qui n'est que frêle et peu efficace chez les *Orthotrichacées* arrive à une grande perfection chez d'autres espèces. Ainsi les dents de l'endostome de *Cinclidium* restent soudées entre elles, en ne laissant que quelques petites ouvertures basales au passage des spores. Par contre, nous voyons que l'exostome peu hygroscopique chez cette espèce n'a que le but de fermer ces ouvertures au contact de l'eau. Chez les *Bryacées*, *Hypnacées*, etc.

l'endostome forme un grillage très dense à l'orifice de la capsule. Entre les dents de l'endostome se trouvent des cils et des appendices, qui contribuent tous à obturer le plus possible la capsule et à rendre très difficile le passage des spores.

Chez *Fontinalis*, *Dichelyma*, l'endostome arrive à sa plus grande perfection. Il ne fonctionne pas seulement comme appareil régulateur en formant le crible si caractéristique à l'orifice, mais aussi comme appareil protecteur, en empêchant l'eau de pénétrer dans la capsule.

Cette fonction de l'endostome a d'autant plus d'importance que les dents de l'exostome ne ferment pas la capsule chez les *Fontinalidées* à l'état humide.

L'endostome contribue à l'éjaculation des spores par ses cils élastiques, par les appendices qui retiennent les spores à l'intérieur de la voûte formée par le péristome *(Bryum*, *Hypnum*, etc.*)* et par les rugosités de ses barreaux *(Fontinalis)*.

Il n'est hygroscopique que dans des rares cas *(Orthotrichacées)*. Les mouvements de l'endostome ne sont pas dus à son hygroscopicité, mais sont commandés soit par l'exostome, soit par la capsule.

Ainsi nous avons trouvé que les barreaux longitudinaux de l'endostome de *Fontinalis* font saille à l'état sec grâce à la contraction de la paroi capsulaire. De même, la membrane basilaire de l'endostome de certains *Bryum* et *Hypnum* se plisse en zigzag, sous l'influence de la contraction de la capsule.

L'*exostome* peut fonctionner comme appareil protecteur en fermant la capsule au contact de l'eau *(Orthotrichum)* ou bien il vient en aide à l'endostome en s'incurvant sur l'orifice de la capsule et en formant ainsi un grillage *(Bartramia)*.

Par leurs oscillations, sous l'influence de changements hygrométriques, les dents de l'exostome, fortement hygros-

copiques, prennent une part active à l'émission des spores. En s'accrochant à celles de l'endostome et en se décrochant ensuite, elles produisent les chocs nécessaires pour projeter les spores. Ce cas est très répandu *(Hypnum, Bryum, Funaria*, etc.*)*. Chez *Fontinalis*, l'exostome en se frottant contre les rugosités de l'endostome produit les ébranlements nécessaires pour la projection des spores.

Nous avons trouvé que l'*appareil balistique* fonctionne le plus efficacement quand les dents de l'endostome et de l'exostome ont à peu près la même longueur.

Les *trabécules* de la lamelle interne de l'exostome ont une double utilité. Premièrement, elles draguent pour ainsi dire les spores lorsque les dents de l'exostome se dressent après avoir plongé dans la masse des spores, et transmettent celles-ci à l'endostome, chargé de les projeter, secondement, elles s'accrochent aux dents de l'endostome et produisent la tension nécessaire à la projection.

La base de l'exostome, reliée au sac sporifère, contribue à maintenir béant l'orifice de celui-ci, lorsque la capsule se contracte à l'état sec.

Nous tenons à mentionner ici que nous avons observé que l'hygroscopicité de l'exostome semble diminuer dans le cas où l'utilité de cette qualité devient moindre. Ainsi nous trouvons une diminution notable d'hygroscopicité dans une même famille *(Hypnum)* lorsque la position dressée de la capsule a rendu impossible que l'exostome fonctionne comme appareil balistique.

L'*opercule* contribue à l'émission ralentie des spores chez les mousses sans péristome et à péristome rudimentaire en se détachant peu à peu du bord de l'urne *(Physcomitrium, Entosthodon)*. Au contact de l'eau il ferme la capsule. Ce fonctionnement a lieu d'une façon bien plus parfaite lorsque l'opercule reste fixé à la columelle *(Physcomitrium, Pottia)*.

La columelle contribue à l'émission ralentie des spores

en portant l'opercule chez les mousses sans péristome. *(Pottia, Physcomitrium.)* D'autre part, sa partie supérieure renflée en forme de bouchon entre dans l'ouverture de la capsule contractée à sec et diminue l'espace libre pour le passage des spores. *(Fissidens.)*

Elle contribue aussi à l'émission des spores en faisant saillie chaque fois que la capsule se contracte à sec et en exposant les spores, retenues dans ses plis, aux influences extérieures. *(Splachnum.)*

Chez de certaines mousses à péristome actif, la columelle amène les spores à proximité du péristome. *(Climacium dendroïdes, Tayloria splachnoïdes.)*

Les spores contribuent elles-mêmes à leur dispersion de différentes manières. Chez les *Orthotrichacées*, la cohérence des spores nous semble être due à leur surface rugueuse. Dans d'autres cas *(Pottia, Physcomitrium)* leur surface épineuse les rend propres à être transportées par les animaux. Elles tombent sous forme d'une poudre mobile dans la voûte du péristome chez les *Hypnum, Bryum, Funaria*, etc.

L'humidité des touffes n'influence pas le péristome. Dans les capsules brièvement pédicellées, la partie végétative contribue à l'émission des spores par ses mouvements hygroscopiques qui impriment des vibrations à la capsule.

Les agents extérieurs qui émettent les spores sont les secousses produites par le vent, les insectes, la pluie, etc.

Il ne nous paraît pas que la coiffe joue en général un rôle actif dans l'émission des spores. En effet, cet organe, dans la règle très fugace, tombe avant la maturité de la capsule. Il se peut cependant qu'il intervienne d'une manière plus ou moins passive comme appareil régulateur de l'émission chez les quelques espèces européennes où il persiste après la déhiscence de la capsule. Nous n'avons fait aucune observation relative à ce rôle de la calyptra.

Son rôle nous paraît du reste être plutôt celui d'un organe protecteur de la jeune capsule.

Avec d'autres auteurs *(Hutton, Gœbel, Garjeanne*, etc.), nous avons trouvé que le principe biologique dominant chez les mousses est l'*émission ralentie des spores.*

L'émission ralentie est réalisée par des moyens différents, même dans une seule et même famille. (Par l'opercule fixé à la columelle, par l'hyménium, par la position dressée de la capsule, par la petitesse de l'orifice de la capsule, par le péristome, etc.)

Un second principe dominant est *la protection des spores contre l'eau.* L'eau liquide ne pénètre jamais dans la capsule. Nous trouvons les dispositifs les plus divers, souvent même dans une même famille, pour empêcher l'eau d'entrer dans la capsule. (L'orifice de la capsule est obturé par une pellicule aqueuse, par l'opercule fixé à la columelle, par le péristome, etc.)

Variable comme mécanisme pour l'émission des spores, le péristome l'est également comme appareil de protection destiné à empêcher l'entrée de l'eau dans la capsule. *(Polytrichacées, Fontinalis, Cinclidium, Funaria, Bryum*, etc.)

Nous interprétons cette protection contre l'entrée de l'eau liquide dans la capsule de la manière suivante : l'eau en entrant dans la capsule expulserait, pendant la pluie, les spores en remplissant l'espace qui est occupé par celles-ci. Or, nous voyons que les *conditions atmosphériques* sont très importantes. Chez la plupart des mousses, la sortie des spores n'a pas lieu par la pluie. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que les spores de mousses exposées à la pluie (mousses des murs, des arbres) seraient entraînées au loin de leur support naturel et pourraient être ainsi perdues (page 61) ; ou bien, chez les mousses de la plaine (Hypnum, Physcomitrium, etc.), les spores entraînées à terre par l'eau ruisselante ne seraient dispersées qu'insuffisamment.

Nous n'avons trouvé que deux groupes de mousses où les spores sont émises principalement par la pluie. *(Buxbaumiacées, Barbula.)*

Par contre, l'émission des spores se fait dès que l'eau s'est écoulée de la capsule. L'humidité de l'atmosphère et celle des feuilles n'empêchent pas l'ouverture de la capsule.

L'humidité de l'air a même une grande importance pour l'émission des spores d'un grand nombre de mousses, en produisant les mouvements de l'exostome.

Nous devons distinguer deux phases dans l'émission des spores.

Après la pluie, ou par un temps humide, les spores tombent à proximité de la plante, donc sur leur substratum naturel, ce qui leur garantit de pouvoir germer et ce qui assure la *conservation de la station.*

D'autre part, émises par un temps sec, les spores sont entraînées au loin par le vent; elles sont exposées ainsi au hasard de trouver un habitat favorable, ce qui contribue à *la dispersion* de l'espèce en question.

Nous n'avons pu constater de différences pour l'émission des spores entre les mousses aquatiques et les mousses terrestres. Les mousses fructifiées aquatiques étant exondées au moment de la déhiscence de la capsule, celle-ci se trouve dans les mêmes conditions que la capsule des mousses terrestres.

La dispersion considérable de certaines espèces et surtout la disjonction de leur aire de dispersion, nous forcent à admettre que leurs spores sont plus répandues dans l'air que nous ne le croyons. Ces spores se trouvent pour ainsi dire dans un état latent (ou en quelque sorte à l'état potentiel), et ne germent que lorsqu'elles trouvent réunies les conditions favorables à leur développement.

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M. le professeur Dr E. Wilczek, ainsi qu'à M. le Dr Amann pour l'amabilité avec laquelle ils m'ont fait bénéficier de leur expérience.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Bryhn. — *Beobachtungen über das Ausstreuen der Sporen bei den Splachnaceen* (Biol. Centralbl. XVII. 1897, p. 48).
2. M. v. Derschan. — *Die Entwicklung der Peristomzähne des Laubmoosporangiums* (Bot. Centralblatt. XXI. 1900, p. 161).
3. Dihm. — *Annulus* (Flora Bd. 79, p. 286).
4. Engler u. Prantl. — *Die natürlichen Pflanzenfamilien (Musci Laubmoose).* Nous y trouvons un index bibliographique complet des travaux sur le sporogonium des mousses, p. 146.
5. Garjeanne. — *Sporenausstreuung bei einigen Laubmoosen* (Bot. Centralblat. 1901, p. 53).
6. Gœbel. — *Ueber die Sporenausstreuung bei den Laubmoosen* (Flora. Ergänzungsband. 1895, p. 460).
7. Gœbel. — *Ueber Sporenausstreuung durch Regentropfen* (Flora. B. 82, p. 480).
8. Haberlandt. — *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose.* (Pringsheim. Jahrb. f. w. Botanik. B. XVII. 1898, p. 474.
9. Hedwig. — *Descriptio et adumbratio microscopico-analytica muscorum frondosorum* (T. I. Lipsiae. 1787).
10. F.-W. Hutton. — *Observations of the différents modifications in the capsules of mooses, with reference to the dispersion of their spores* (Transact. and Proceed. of the New-Zealand Institute. Vol. VII. 1874, p. 342).
11. Lantzius-Beninga. — *Zur Kenntnis des innern Baus der ausgewachsenen Mooskapsel, ins besondere des Peristoms* (Nov. ac. Caes. Acad. Leop. Carol. XXII 2. 1850, p. 555).
12. Limpricht. — *Dr Rabenhorsts Kryptogamen-Flora.*
13. Lindberg. — *Sur la morphologie des mousses* (Rev. bryol. 1886, page 49.
14. Nawaschin. — *Ueber Sporenausschleuderung bei den Torfmoosen* (Flora. B. 83. 1897, p. 151).
15. Philibert. — *De l'importance du péristome pour les affinités naturelles des mousses* (Revue bryolog. 1884, p. 49).
16. Schimper. — *Histoire naturelle des Sphaignes.*
17. Steinbrinck. — *Der hygroskopische Mechanismus des Laubmoosperistoms* (Flora. B. 84. 1897, p. 131).

Fig 1.

Brachythecium rutabulum.
capsule avant la déhiscence.

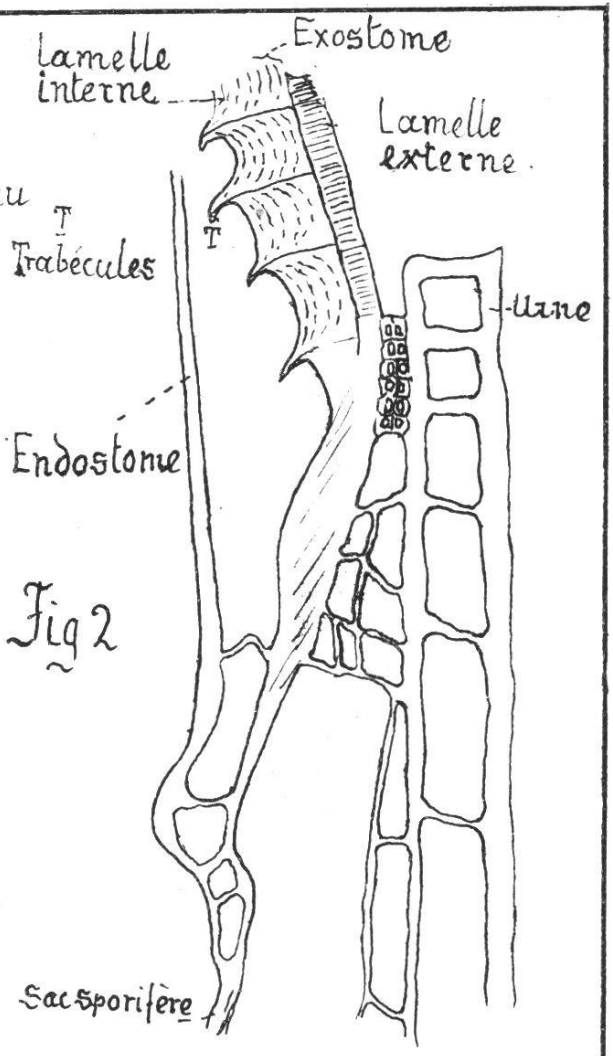
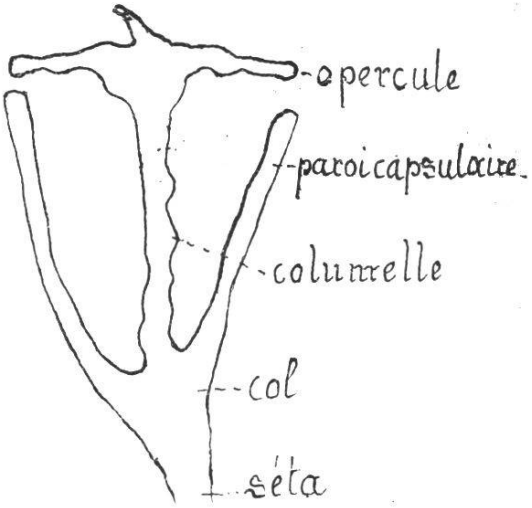


Fig 2

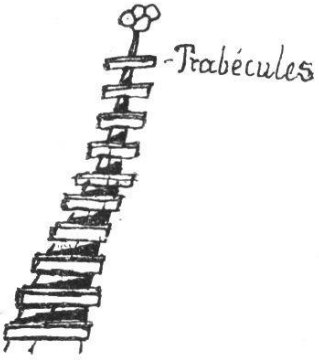
Bryum caespiticium.
Coupe longitudinale de la partie supérieure de l'urne

Fig. 4.



Amphidium lapponicum.
coupe longitudinale, médiane de la capsule schématisée

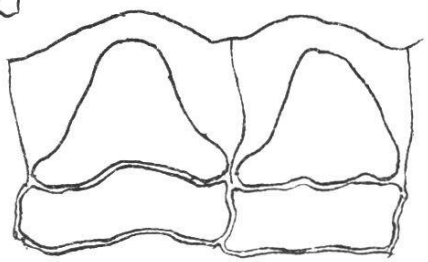
Fig 3



Funaria hygrometrica
Dent de l'exostome, vue de la partie interne.

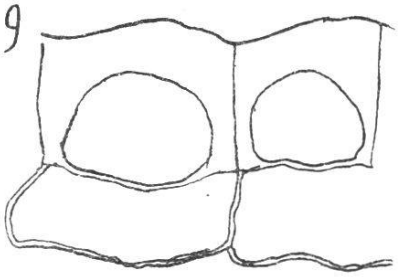
A. P. del

Fig 10



Orthotrichum stramineum.
Cellules des sillons
coupe transversale de la capsule.

Fig 9



Orthotrichum stramineum.
Cellules costales.
coupe transversale de la capsule.

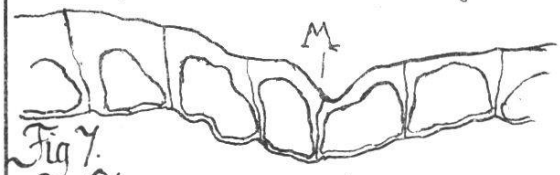
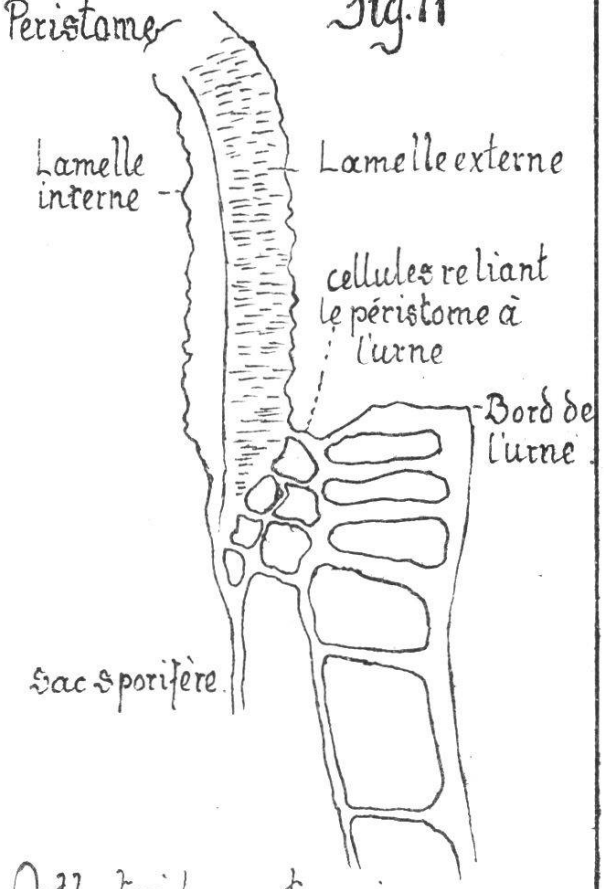


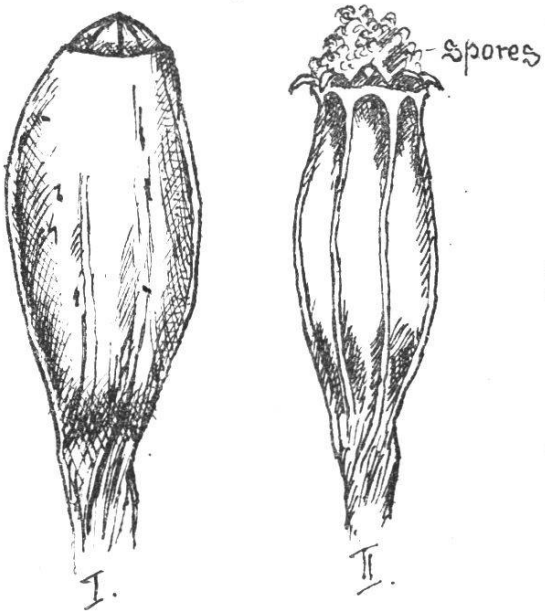
Fig 7.
Amphidium lapponicum.
coupe transversale de la capsule
M: cellules des sillons faisant charnière.

Fig 11



Orthotrichum stramineum.
Coupe longitudinale de la capsule.

Fig 8.



Orthotrichum stramineum.
I. Capsule à l'état humide.
II capsule à l'état sec.

Fig 6

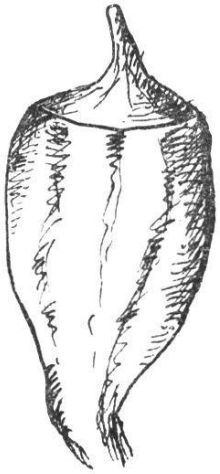
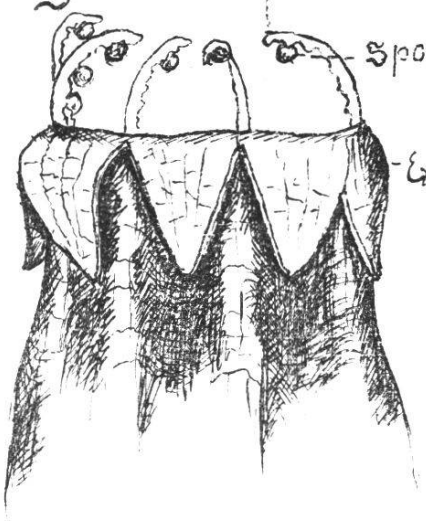


Fig 5

Amphidium lapponicum
Fig 5. capsule à l'état humide
Fig 6. capsule à l'état sec

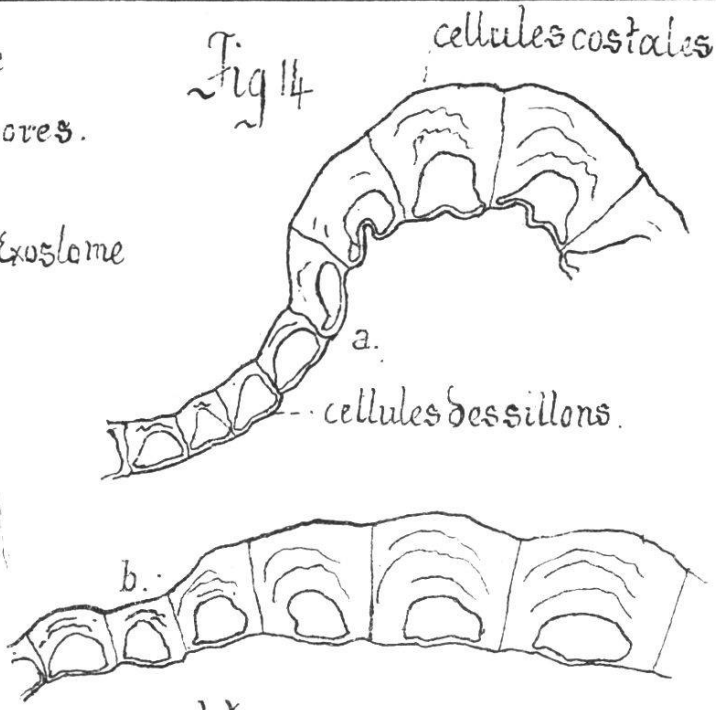
A.P. del.

Fig. 13



Ulota crispa.
capsule à l'état sec.

Fig 14

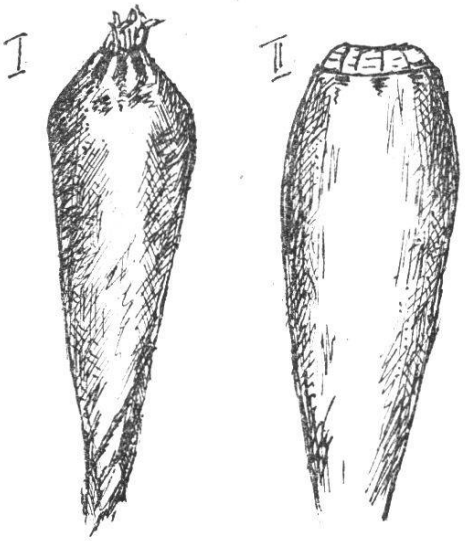


Ulota crispa.
coupe transversale de la capsule.
a. à l'état sec
b. à l'état humide.

Fig. 12.

Ulota Bruchii
coupe transversale de la capsule à l'état humide.

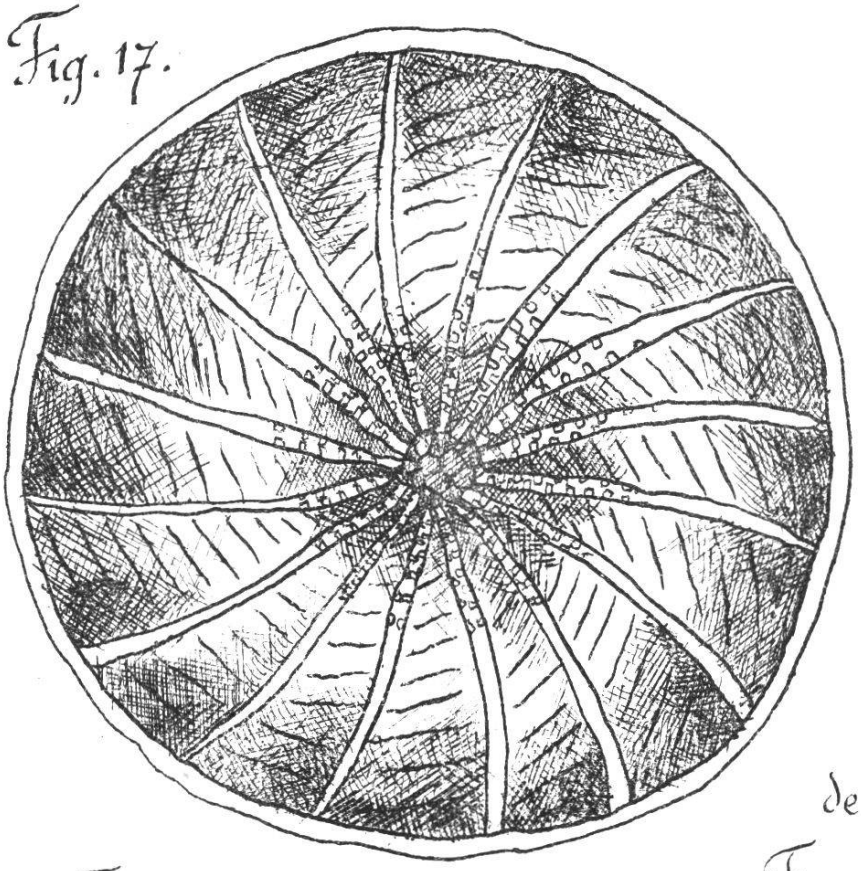
Fig 15



Ulota Ludwigii
I. capsule à l'état sec
II. capsule à l'état humide

A. P. del.

Fig. 17.

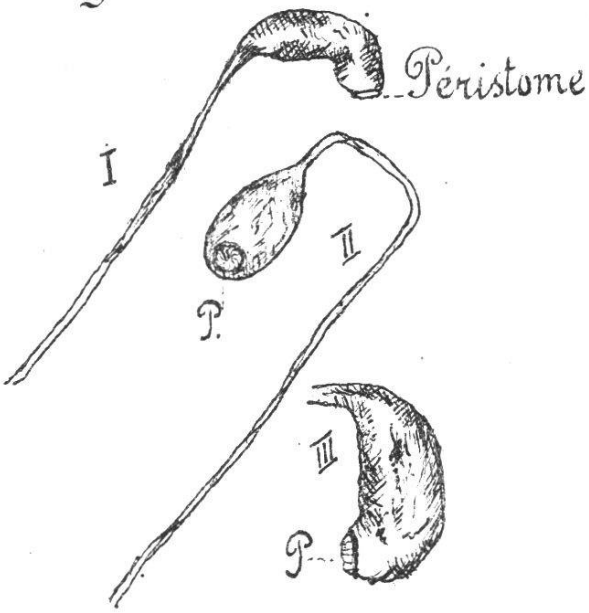


Funaria hygrometrica.
Le péristome vu d'en haut,
à l'état sec.

Fig. 18.

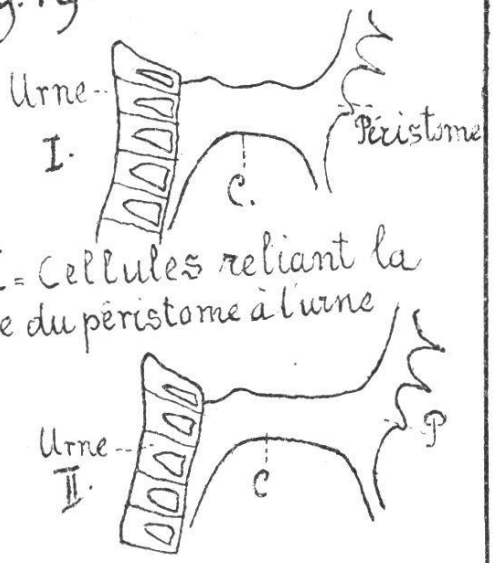
Dent
de l'endostome
de
Funaria hygrometrica.

Fig. 16.



Funaria hygrometrica.
I à l'état sec. II à l'état humide
III. capsule à l'état humide,
vue de profil.

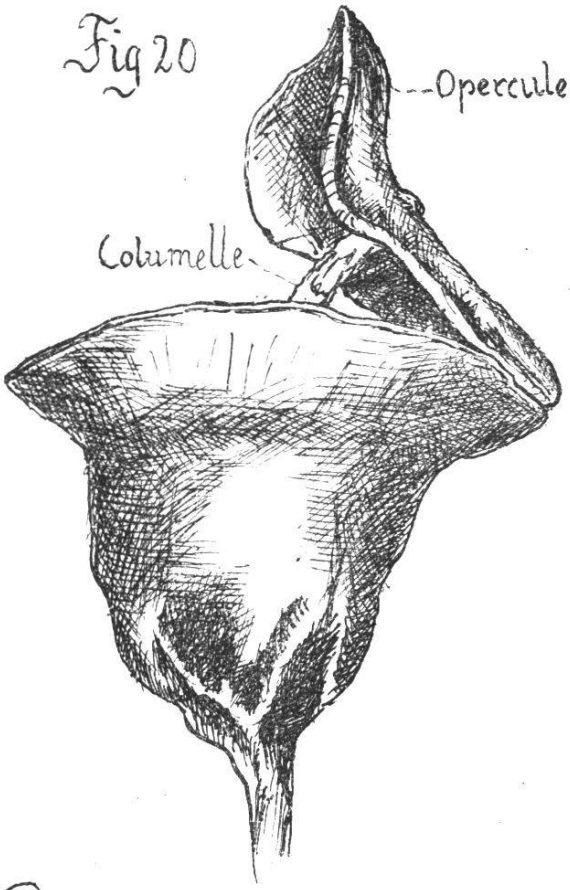
Fig. 19.



Funaria hygrometrica.
Coupe longitudinale de la
capsule schématisée.
I. à l'état sec.
II. à l'état humide.

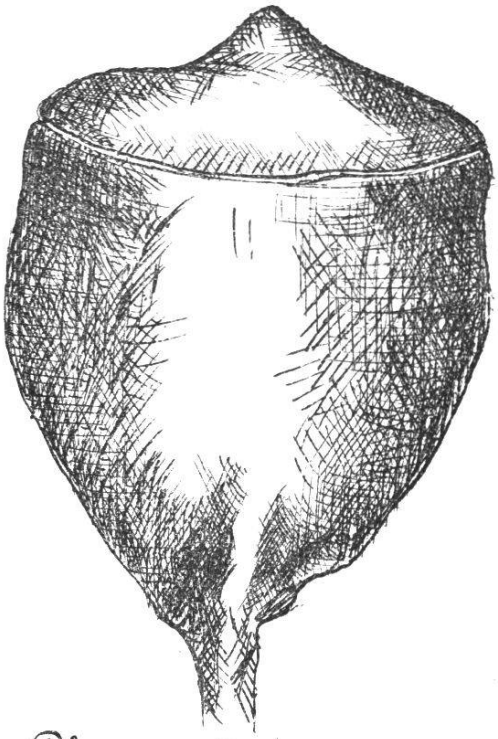
A. P. del.

Fig 20



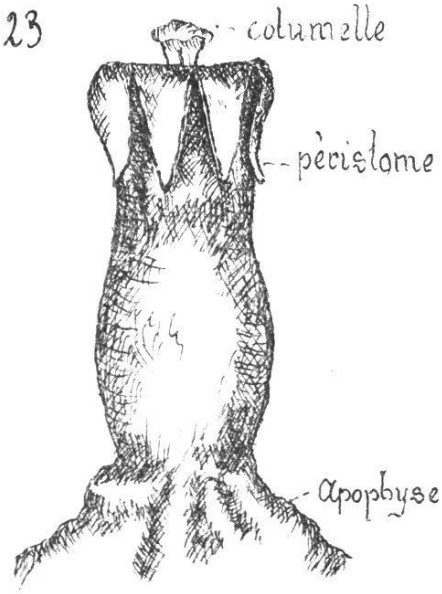
Physcomitrium eurystomum.
capsule à l'état sec

Fig. 21.



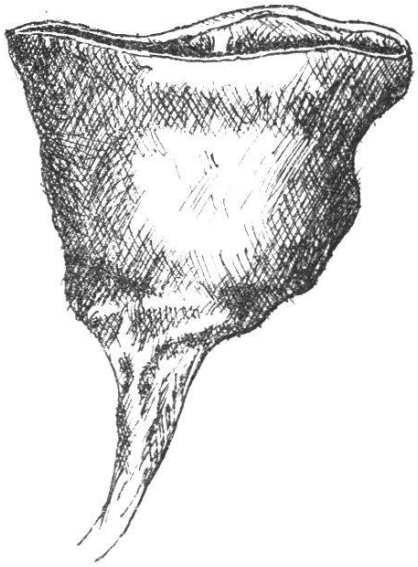
Physcomitrium eurystomum.
capsule à l'état humide.

Fig 23



Splachnum ampullaceum.
capsule à l'état sec

Fig 21a



Physcomitrium eurystomum.
Capsule entr'ouverte à l'état sec.

A. P. del.

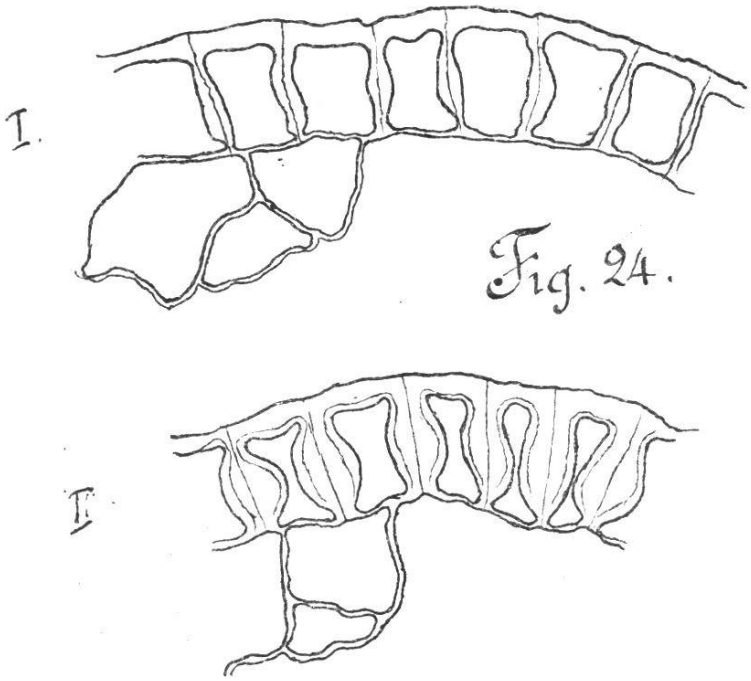
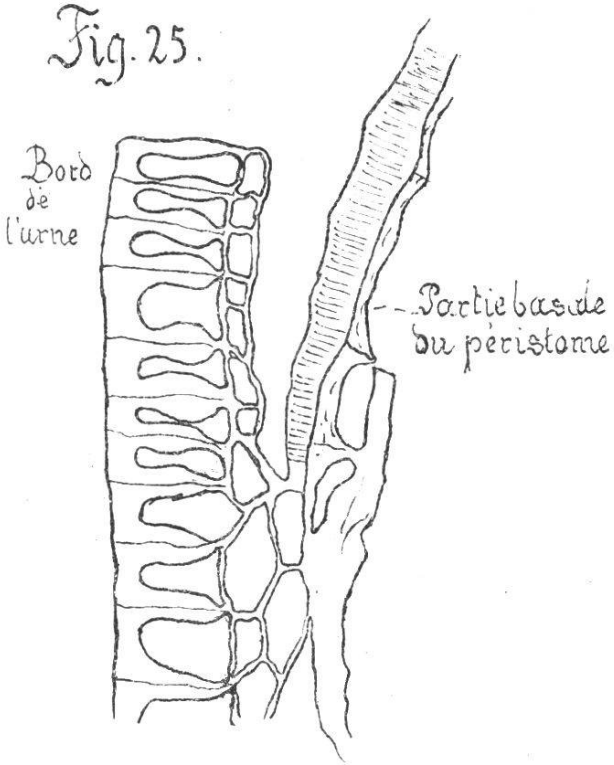


Fig. 24.

Tetraplodon mnioides.
coupe transversale de la capsule
I. à l'état sec
II. à l'état humide.

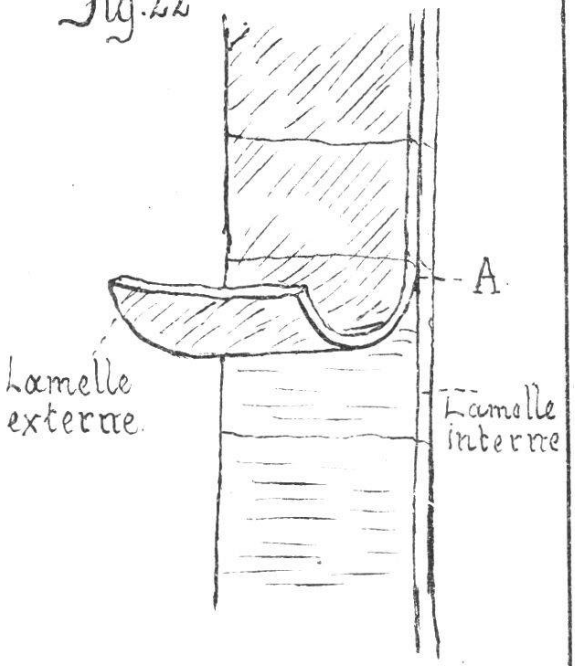
Fig. 25.



Tetraplodon mnioides
Coupe longitudinale de la capsule.

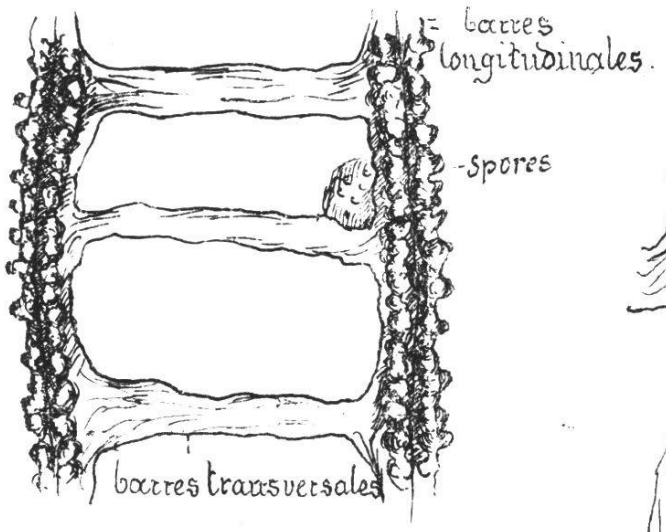
A.P. del.

Fig. 22



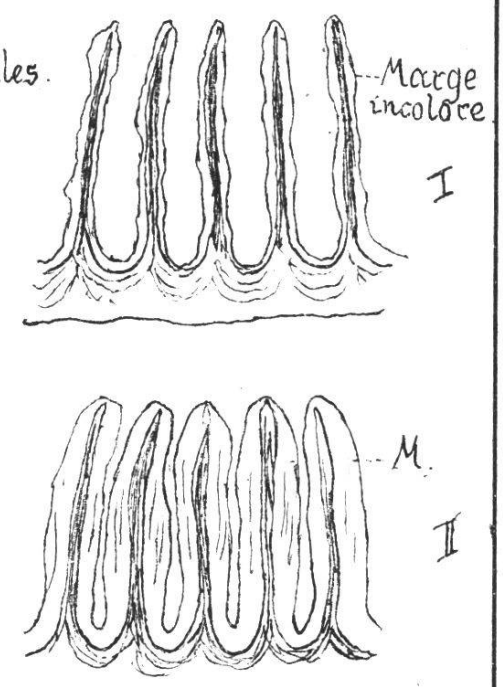
Tayloria splachnoides.
Partie d'une dent du péristome schématisée. Pour rendre compréhensible l'arrangement des stries, les 2 lamelles sont séparées l'une de l'autre au point A

Fig. 26.



Fontinalis antipyretica.
Partie de l'endostome

Fig. 27.

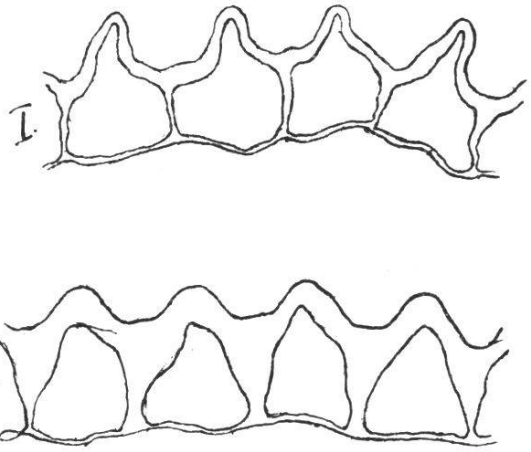


Catharinea undulata.
Dents du péristome
I. à l'état sec.
II. à l'état humide.

Fig 28.

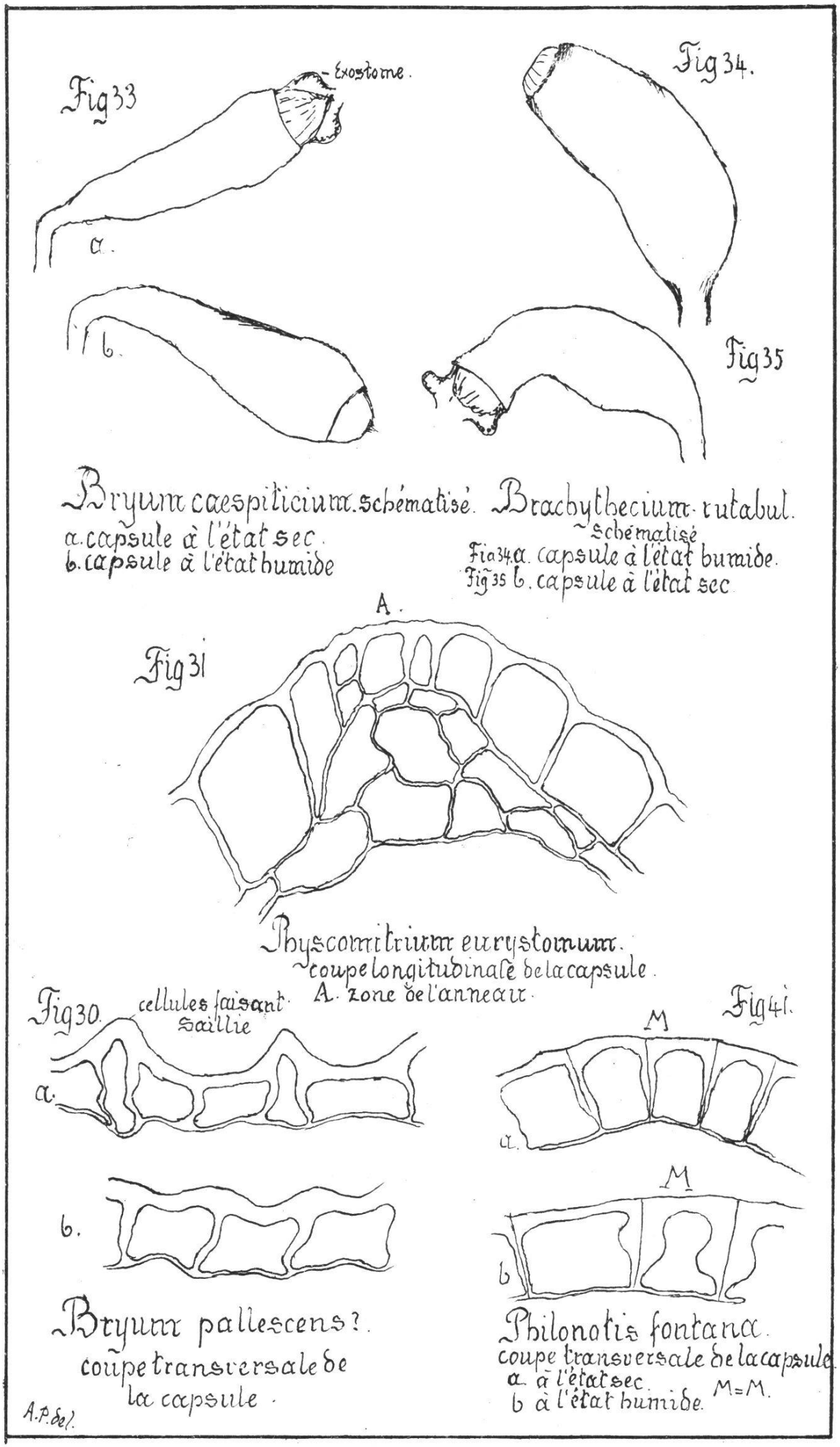
Pogonatum aloides
Coupe longitudinale de la capsule. Base du péristome.

Fig. 29.



Pogonatum aloides
Coupe transversale de la capsule.
I. à l'état sec.
II. à l'état humide.

A. P. del.



Bryum caespiticium. schématisé.
a. capsule à l'état sec.
b. capsule à l'état humide

Brachythecium rutabul. schématisé
Fig 34. a. capsule à l'état humide.
Fig 35 b. capsule à l'état sec

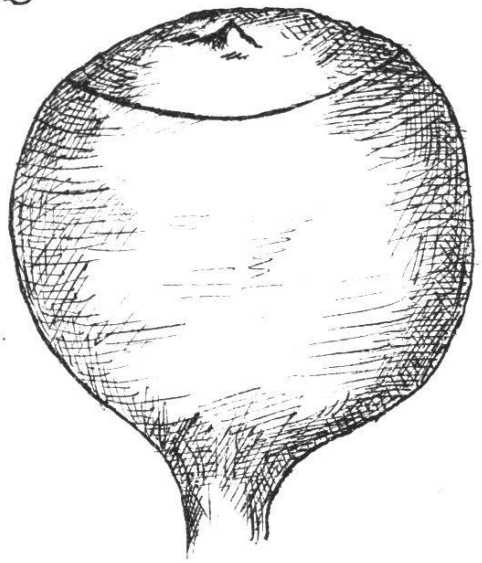
Physcomitrium eurystomum.
coupe longitudinale de la capsule.
A. zone de l'anneau.

Bryum pallescens?
coupe transversale de la capsule.

Philonotis fontana.
coupe transversale de la capsule.
a. à l'état sec.
b à l'état humide.
M = M.

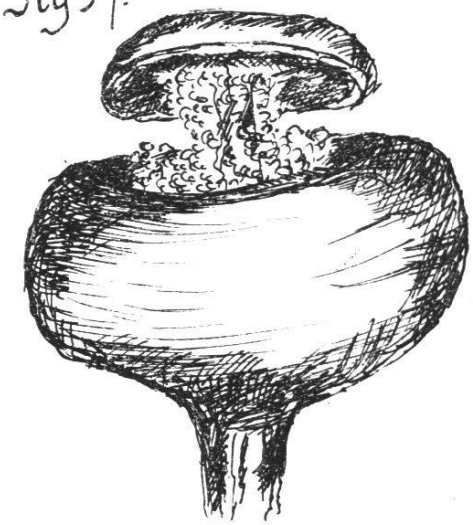
A. P. del.

Fig. 36



Scouleria aquatica H.
capsule à l'état humide

Fig. 37.



Scouleria aquatica H.
capsule à l'état sec.

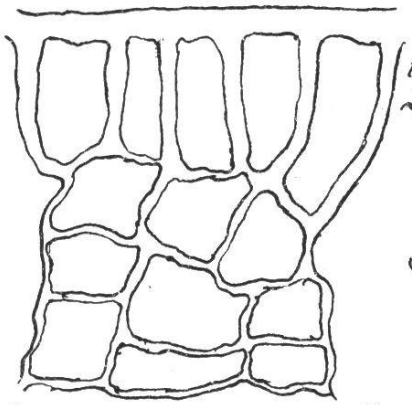
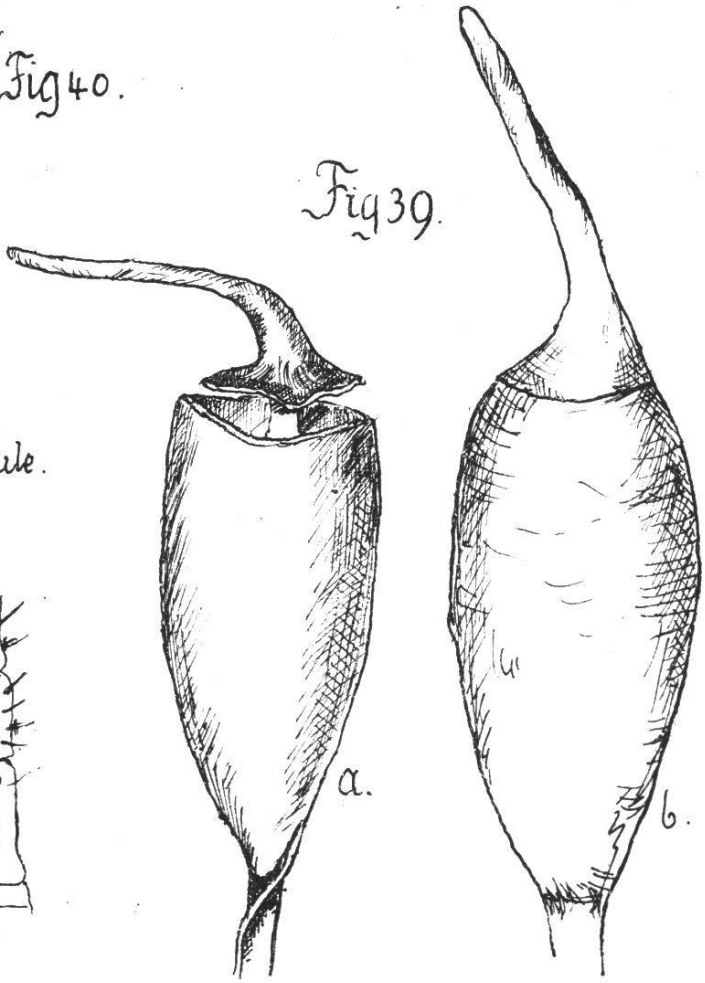


Fig. 40.

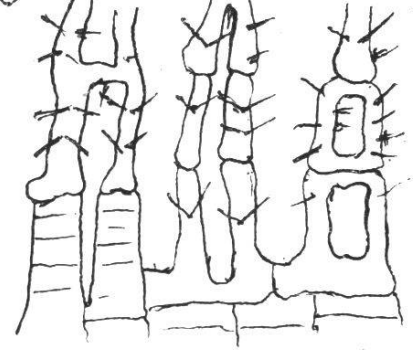
Scouleria aquatica h.
coupe transversale de la capsule.

Fig. 39.



Hymenostylium curvirostre.
a. capsule à l'état sec.
b. capsule à l'état humide.

Fig. 38.



Philonotis fontana.
Partie basale de l'endostome.

A. P. del.