

Le mode de développement de cet appareil si complexe nous fournit des éclaircissements sur son origine. Il se forme d'abord dans les jeunes cellules urticantes une cavité sécrétoire ovale, qui se délimite du protoplasme par une fine membrane. Ensuite un fin prolongement protoplasmique procédant de l'extrémité libre de la cellule pénètre à l'intérieur de la cavité sécrétoire, prend la position et la forme de l'appareil urticant interne et sécrète à sa surface la mince membrane du tube. Enfin se différencie encore la paroi externe, réfringente et plus résistante, de la capsule, ainsi que son orifice et la gaine contractile qui l'entoure.

b) PRODUITS EXTERNES DU PROTOPLASME

Les produits externes du protoplasme peuvent être répartis en trois groupes : les membranes cellulaires, les formations cuticulaires et les substances intercellulaires.

Les membranes cellulaires sont des différenciations qui enveloppent le corps de la cellule sur toute sa surface. Elles constituent, surtout dans les cellules végétales, un élément très important et très visible, tandis que dans le règne animal elles font souvent défaut ou sont si peu développées qu'on ne les distingue que difficilement, même en s'aidant de forts grossissements.

Dans le règne végétal la membrane cellulaire consiste en un hydrate de carbone, la CELLULOSE, très proche parent de l'amidon. On peut aisément, à l'aide d'une réaction très caractéristique, démontrer la présence de la cellulose. Si l'on imprègne une coupe d'un tissu végétal ou une cellule végétale isolée d'une solution étendue d'iodure de potassium, puis qu'après avoir enlevé la solution iodée, on ajoute de l'acide sulfurique (deux parties d'acide sulfurique pour une partie d'eau), les parois de la cellule prennent alors une coloration bleu clair ou bleu foncé. On obtient encore une réaction de la cellulose en employant une solution de chlorure de zinc iodé.

Les membranes des cellules végétales atteignent souvent une épaisseur et une dureté considérables : elles montrent alors, à la coupe, une stratification nette, due, comme dans le grain d'amidon, à l'alternance de lamelles moins réfringentes et de lamelles plus réfringentes concentriques (Fig. 71, 72, A et B). De plus, quand on examine de face une membrane cellulaire, on observe encore fréquemment une structure plus délicate. La membrane cellulaire montre alors une fine striation, comme si elle était composée de deux systèmes de fibres, toutes les fibres d'un même système étant parallèles entre elles et croisant perpendiculairement ou obliquement les fibres de l'autre système. Ou bien les fibres de l'un des systèmes courent dans le

sens longitudinal, et celles de l'autre système dans le sens transversal, c'est-à-dire circulairement autour de la cellule, ou bien elles sont, les unes et les autres, obliquement dirigées par rapport à l'axe longitudinal de la cellule. Sur les relations qui existent entre cette fine striation et les diverses lamelles de cellulose les vues de NÆGELI sont opposées à celles de STRASBÜRGER.

D'après NÆGELI (V, 49), dans chaque lamelle existent les deux systèmes de stries ou de fibres. Les lamelles concentriques aussi bien que les stries croisées consistent alternativement en une substance plus pauvre et une substance plus riche en eau, et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer l'aspect alternativement clair et foncé de ces éléments. Chaque lamelle est donc divisée en champs parquetés, rectangulaires ou rhombiques. « Ces champs montrent trois aspects différents : ils consistent en une substance plus dense, une substance plus molle et une substance de consistance moyenne, selon qu'ils correspondent à l'entre-croisement de deux stries denses, de deux stries molles, ou bien d'une strie dense et d'une

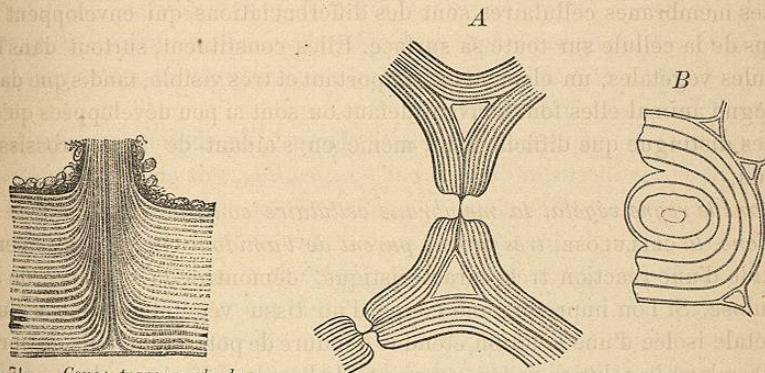


FIG. 71. — Coupe transversale du rhizome de *Caulerpa prolifera* au point d'insertion d'une travée. D'après STRASBÜRGER, pl. I, fig. 1.

FIG. 72. — A, Fragment d'une vieille cellule médullaire de *Clematis vitalba*. D'après STRASBÜRGER, pl. I, fig. 13. B, Cellule semblable, gonflée par l'acide sulfurique. D'après STRASBÜRGER, pl. I, fig. 14.

molle. » Pour NÆGELI la membrane cellulaire dans son ensemble « se compose donc, suivant les trois directions, de lamelles consistant alternativement en une substance plus molle et en une substance plus dense et s'entre-croisant comme les plans de clivage d'un cristal. Les lamelles d'une même direction constituent les couches ; celles des deux autres directions constituant les deux systèmes de stries. Ces dernières peuvent se couper à peu près sous un angle quelconque, tandis que généralement elles sont perpendiculaires aux lamelles stratifiées ».

Contrairement aux idées de NÆGELI, STRASBÜRGER (V, 31 à 33) et d'autres botanistes soutiennent que les stries entrecroisées n'appartiennent jamais à une seule et même lamelle. Pour ces auteurs, lorsqu'une lamelle

déterminée est striée longitudinalement, les voisines le sont transversalement. D'après STRASBÜRGER, ni les différentes lamelles ni les différentes stries ne se distinguent par une densité différente. Les lamelles aussi bien que les stries sont séparées les unes des autres par des faces de contact, qui apparaissent comme des lignes plus foncées, soit quand on les examine à la coupe, soit quand on les examine de face. Leur disposition est donc, d'une façon générale, la même que dans le tissu propre de la cornée, qui est formé de lamelles concentriques, les fibres d'une même lamelle étant toutes parallèles entre elles, mais croisant les fibres des deux lamelles voisines.

Il n'est pas rare que les membranes de cellulose présentent des *sculptures* délicates, et cela généralement sur leur face interne. Il peut ainsi se former des crêtes, faisant saillie dans le corps cellulaire : elles sont disposées soit en une seule ligne hélicoïdale, soit en plusieurs lignes transversales par rapport au grand axe de la cellule, soit en un réseau irrégulier. Sur sa face externe, la membrane cellulaire peut rester mince en certains points où elle est en contact avec une cellule voisine : il en résulte alors la formation de *punctuations* simples ou canaliculées (Fig. 72, A), par l'intermédiaire desquelles des cellules voisines peuvent échanger plus aisément les substances nutritives.

La membrane cellulaire peut aussi changer de caractère après s'être formée, soit par *incrustation*, soit par *lignification*, soit par *subérisation*.

Il n'est pas rare qu'il se dépose dans la cellulose des *sels calciques* ou de *l'acide silicique*, qui donnent aux membranes cellulaires une solidité et une dureté plus grandes. Lorsque l'on brûle de semblables cellules végétales, la cellulose se carbonise et il reste, à la place de la charpente de la membrane cellulaire, un squelette calcaire ou siliceux plus ou moins complet. La calcification s'observe chez les Algues calcaires, chez les Characées, les Cucurbitacées ; la silicification se rencontre chez les Diatomées, les Équisétacées, les Graminées, etc.

La *lignification* donne aussi aux membranes cellulaires une solidité beaucoup plus considérable. Ici à la cellulose se mêle une autre substance, la substance ligneuse (lignine et vanilline). Cette substance se dissout dans la potasse ou dans un mélange d'acide nitrique et de chlorate potassique et la charpente qui reste après ce traitement offre encore la réaction de la cellulose.

Dans le phénomène de *subérisation*, la cellulose s'unit avec une plus ou moins grande quantité de *subérine*. Alors les propriétés physiques de la membrane cellulaire sont modifiées de telle sorte qu'elle devient imperméable à l'eau. Les cellules subéreuses se développent à la surface d'une foule de végétaux pour les préserver contre l'évaporation de l'eau.

Dans la calcification ou la silicification, les molécules des sels calciques ou de silice sont créées sur place par l'intermédiaire du protoplasme et déposées entre les molécules de cellulose ; il s'agit donc de combinaisons moléculaires. Mais, en ce qui concerne la lignification et la subérisation il existe deux possibilités. Ou bien la substance ligneuse et la subérine naissent sous une forme soluble par l'intermédiaire du protoplasme et se déposent ensuite dans la membrane cellulosique, sous une forme insoluble, comme les molécules de sels calciques et de silice ; ou bien ces deux substances se forment sur place par transformation chimique de la cellulose. Cette question sera tranchée par la chimie physiologique plutôt que par les méthodes morphologiques (p. 145).

Une question très importante, fort controversée et difficile à résoudre, est le *mode d'accroissement de la membrane cellulaire*. Il faut distinguer ici l'accroissement en surface et l'accroissement en épaisseur. La fine membrane de cellulose, à peine mesurable à son origine, peut acquérir peu à peu une épaisseur très considérable et se composer d'un nombre de plus en plus grand de lamelles, proportionnel à cette épaisseur.

L'opinion la plus vraisemblable est que ces lamelles se déposent une à une contre la première lamelle formée, en procédant du protoplasme cellulaire. Ce processus, on l'appelle *accroissement par apposition*, et on l'oppose à une théorie émise par NÆGELI (V, 19), en vertu de laquelle la membrane s'accroîtrait par *intussusception*, c'est-à-dire par intercalation de nouvelles molécules entre les molécules préexistantes.

Trois circonstances plaident en faveur de la théorie de l'apposition. Les voici : 1° Lorsqu'à la face interne d'une membrane cellulaire se forment des épaissements en forme de crêtes, ils sont déjà indiqués avant leur apparition, en ce sens que dans l'utricule primordiale le protoplasme s'accumule suivant des bandes épaissies correspondant aux crêtes futures, et dans lesquelles s'effectuent les phénomènes de la circulation ; 2° Lorsque par plasmolyse le corps protoplasmique d'une cellule se détache de la membrane cellulaire, il sécrète à sa surface nue une nouvelle membrane de cellulose (KLEBS, IV, 14). Or, si l'on arrête la plasmolyse, le corps de la cellule s'accroît par absorption d'eau, sa nouvelle membrane s'applique ensuite contre l'ancienne et se soude avec elle ; 3° Lors de la division des cellules végétales, on observe très souvent que chacune des deux cellules filles s'entoure d'une nouvelle membrane propre, de sorte qu'à l'intérieur de l'ancienne membrane de la cellule mère se trouvent logées les deux nouvelles membranes des cellules filles.

Mais l'explication de l'accroissement en surface de la membrane cellulaire offre de plus grandes difficultés. Deux processus différents pourraient intervenir, soit isolément, soit simultanément. D'abord, la membrane pour-

rait s'agrandir par extension, à la façon d'une balle élastique que l'on gonfle. Mais elle pourrait aussi s'agrandir par intussusception, par intercalation de nouvelles molécules de cellulose entre les anciennes.

Diverses circonstances tendent à prouver qu'il se produit une extension de la membrane cellulaire. La turgescence de la cellule, dont nous avons parlé précédemment, en est une déjà. En effet, dès qu'une cellule est soumise à la plasmolyse, elle se rétracte d'abord légèrement par suite de l'élimination de l'eau, avant que l'utricule primordiale se détache, ce qui est un indice que la cellule était distendue par une pression interne. Chez beaucoup d'Algues on observe que les premières lamelles de cellulose formées finissent par se rompre par extension et se détachent (*Rivulariées*, *Glæocapsa*, *Schizochlamys gelatinosa*, etc.). Toute extension et tout raccourcissement doit dépendre d'un déplacement des particules les plus petites, qui, dans le premier cas, se disposent plus en surface, et, dans le second, en épaisseur.

Par là, l'accroissement d'une membrane par extension offre maints points de contact avec l'accroissement par intussusception. La différence entre ces deux modes d'accroissement dépend alors de ce que, dans le premier cas, ce sont des molécules préexistantes qui s'apposent, tandis que dans le second cas, ce sont des molécules de nouvelle formation.

Je ne puis pas, comme l'a fait STRASBÜRGER (V, 31), contester absolument l'accroissement par intussusception ; mais je vois plutôt dans ce phénomène, à côté de l'apposition, un second facteur important de la formation de la membrane, et nullement le seul facteur, ainsi que NÆGELI l'admet dogmatiquement dans sa théorie.

Une foule de circonstances de l'accroissement cellulaire s'expliquent aisément, comme le dit NÆGELI (V, 17 et 19) par la théorie de l'intussusception, tandis qu'il est très difficile de les expliquer par la théorie de l'apposition.

Il est très rare d'observer des déchirures par extension des membranes cellulaires. Et cependant presque toutes les cellules s'accroissent dans le cours de leur existence à tel point que la limite d'extensibilité de leur membrane, qui ne peut être très grande, serait bientôt dépassée. Maintes cellules végétales finissent par atteindre une longueur 100 fois et même 2,000 fois (*Chara*) plus grande que leur taille primitive.

Maintes cellules montrent une forme très irrégulière, qui s'expliquerait très difficilement, si la membrane cellulaire ne s'accroissait en surface que par extension interne, à la façon d'une balle de caoutchouc. *Caulerpa*, *Acetabularia*, etc., quoique ne représentant qu'une seule cellule, se composent, comme une plante pluricellulaire, de racines, d'une tige et de feuilles, et la formation de chacune de ces parties est soumise à une loi d'accroissement

qui lui est propre. Une foule de cellules végétales ne s'accroissent qu'en des points déterminés, soit à leur extrémité, soit à leur base, ou bien émettent des prolongements latéraux. D'autres éprouvent pendant leur accroissement des torsions compliquées, comme les entrecœuds des Characées.

Enfin, NÆGELI invoque en faveur de l'accroissement par intussusception ce fait que beaucoup de membranes se développent notablement en surface et en épaisseur, après que, par suite de la division du corps protoplasmique, elles se sont séparées de ce dernier et que des membranes spéciales se sont développées autour des cellules filles. « *Glæocapsa* et *Glæocystis* apparaissent d'abord comme de simples cellules pourvues d'une épaisse membrane gélatineuse. La cellule se divise en deux et chacune des deux cellules filles forme, à son tour, une membrane vésiculeuse semblable. Ce processus d'emboîtement continue de la sorte. » Or la membrane gélatineuse externe doit naturellement continuer à s'accroître. Son volume atteint peu à peu, chez une espèce, dans le cours des stades successifs du développement, d'après les calculs de NÆGELI, en moyenne 830-2,442-5,615-10,209 micromillimètres cubes. Chez une autre espèce, l'épaisseur de la première membrane gélatineuse formée passe, dans le cours du développement de 10 à 60 micromillimètres, c'est-à-dire qu'elle devient six fois plus grande. « Chez *Apiocystis*, les colonies piriformes, qui sont formées de cellules réunies par une gelée très molle, sont entourées par une membrane très dense. Cette membrane augmente, avec l'âge, non seulement en diamètre, mais aussi en épaisseur. Tandis que dans les jeunes colonies son épaisseur n'est que de 3 micromillimètres, dans les grandes colonies elle atteint jusqu'à 45 micromillimètres ; la surface est d'environ 27,000 micromillimètres carrés, ici elle mesure environ 1,500,000 micromillimètres carrés. L'épaisseur de la membrane augmente donc dans la proportion de 1 à 15 ; sa surface, dans la proportion de 1 à 56, et son volume, dans la proportion de 1 à 833. Or il ne peut être question d'une apposition à la face interne de cette membrane, car sa face interne, lisse, n'est nullement en contact avec les petites cellules sphériques de la colonie, ou bien elle n'est en contact avec elles qu'en un très petit nombre de points. »

Dans tous les cas que je viens de signaler, je dois me rallier à l'opinion de NÆGELI : nous nous heurtons là à des invraisemblances, si nous voulons expliquer l'accroissement en surface de la membrane cellulaire en admettant uniquement l'apposition de nouvelles couches, tandis que « tous les faits que nous venons de mentionner (changement de formes et de direction, accroissement inégal des parties, torsion) s'expliquent de la façon la plus simple et la plus facile par l'intussusception. Tout cela se ramène à ce que

les nouvelles molécules s'intercalent entre les molécules préexistantes en des points déterminés, en nombre déterminé et suivant des directions déterminées. »

Le processus de l'intussusception ne peut même être complètement contesté là où des sels calciques ou siliciques se déposent dans la membrane, car cela n'a lieu généralement qu'après coup et souvent exclusivement dans les couches superficielles. Il ne serait prouvé que des molécules de cellulose ne peuvent être intercalées par intussusception que s'il était démontré que la cellulose, en fait, ne peut se former que par transformation directe de couches de protoplasme. Or cela n'est rien moins que démontré et l'anatomie végétale ne pourra probablement pas l'établir par l'observation microscopique seule, mais bien en s'aidant des progrès futurs de la microchimie (p. 145). Ce que nous avons dit montre que, dans certaines conditions de la formation de la cellulose, il n'existe pas d'opposition tranchée entre l'apposition et l'intussusception, contrairement à ce que l'on a souvent soutenu.

Les formations cuticulaires sont des différenciations membraniformes qui, au lieu de revêtir la cellule de toutes parts, n'en revêtent que la surface dirigée vers l'extérieur. Dans le règne animal, les cellules qui tapissent la surface du corps ou la face interne du canal digestif sont fréquemment pourvues d'une *cuticule*, qui protège le protoplasme sous-jacent contre les influences nuisibles du milieu ambiant. La cuticule est habituellement formée de minces lamelles et traversée, en outre, par de fins pores parallèles les uns aux autres, dans lesquels s'engagent de très fins filaments du protoplasme sous-jacent. Comme formations cuticulaires d'espèce spéciale et montrant en même temps une stratification nette, nous devons citer les membres externes des cônes et des bâtonnets de la rétine.

Les formations cuticulaires des cellules disposées en une membrane se fusionnent très fréquemment et constituent alors une cuticule étendue (Fig. 73), qui chez les Vers et les Arthropodes notamment sert d'organe de protection à toute la surface du corps. Ces cuticules consistent généralement en une substance qui n'est soluble que dans l'acide sulfurique bouillant, la *chitine*. Dans leur structure intime elles montrent de grandes analogies avec les membranes cellulosiques. C'est ainsi notamment qu'elles sont stratifiées et s'accroissent par apposition de nouvelles lamelles contre la face interne de la première lamelle formée.

Parfois les vieilles cuticules chitineuses se rompent et sont éliminées, après qu'il s'est formé au-dessous d'elles une jeune cuticule de remplacement, plus molle : ce phénomène constitue la mue. Les cuticules chitineuses peuvent être consolidées par des sels calciques, qui s'y déposent par intussusception.

Enfin, il se forme des *substances intercellulaires*, lorsque de nombreuses cellules excrètent des substances fixes sur toute leur surface et que ces produits, au lieu de rester séparés comme les membranes cellulaires, se fusionnent en une masse commune, dans laquelle il n'est plus possible de distinguer ce qui dérive de chacune des cellules qui lui ont donné naissance (Fig. 74). Les tissus qui possèdent des substances intercellulaires ne sont donc plus décomposables en cellules distinctes, comme l'est un fragment de tissu végétal. Dans la substance fondamentale continue, qui peut con-

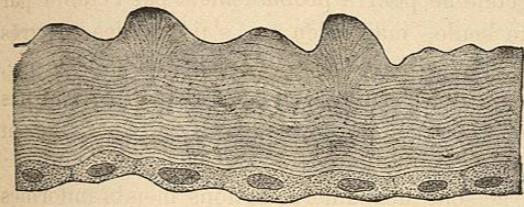


FIG. 73. — Epithélium avec cuticule, du *Cimex coronatus*. D'après R. HEATWIG, fig. 24 f. c, cuticule, e, épithélium.

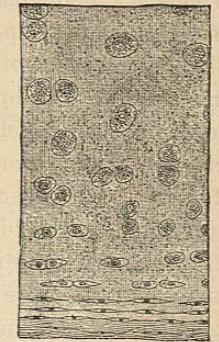


FIG. 74. — Cartilage. D'après GEGENBAUR. c, lamelle péricondrale, b, transition au cartilage typique a.

sister en des substances chimiques très diverses (mucine, chondrine, gélatine, osséine, élastine, tunicine, chitine, etc.), et qui, en outre, est tantôt homogène, tantôt fibrillaire, sont creusées de petites cavités, dans lesquelles sont logés les corps protoplasmiques des cellules. VIRCHOW (I, 33) a désigné sous le nom de *territoire cellulaire* le district de substance intercellulaire qui entoure une de ces cavités et qui se trouve généralement soumis à l'influence du corps protoplasmique logé dans cette cavité. Dans la nature cependant les territoires cellulaires voisins ne sont pas délimités.

Il faut encore ranger les *fibrilles musculaires* et les *fibrilles nerveuses* parmi les produits de la cellule que l'on peut, d'après leur situation, considérer tantôt comme étant plutôt des produits externes et tantôt comme étant des produits internes. Ces éléments, formés eux-mêmes de substances protéiniques, sont par leur nature chimique très voisins du protoplasme. Toutefois ils appartiennent aux formations que nous venons de décrire, parce qu'ils sont nettement distincts du protoplasme et qu'ils constituent des éléments propres capables d'exercer une fonction spécifique dans la vie des cellules. En raison de leur texture intime, nous nous occuperons des fibrilles musculaires et nerveuses dans le second livre de cet ouvrage, qui comprendra l'étude des tissus.

BIBLIOGRAPHIE V

- 1 BACMANN. Ueber den von O. Löw und Th. Bokorny erbrachten Nachweis von der chemischen Ursache des Lebens. *Pflüger's Archiv*. Bd. XXIX, 1882.
- 2 BUNGE. *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie*. Leipzig, 1889.
- 3 ENGELMANN. Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen. *Botan. Zeitung*, 1881.
- 4 HAECKEL. *Die Radiolarien*, 1862.
HAECKEL. *Generelle morphologie*.
- 5 HESS. *Untersuchungen zur Phagocytenlehre*. *Virchow's Archiv*. Bd. 109.
- 6 LANGHANS. *Beobachtungen über Resorption der Extravasate und Pigmentbildung in denselben*. *Virchow's Archiv*, 1870. Bd. 49.
- 7 LÖW et BOKORNY. *Die chemische Ursache des Lebens*. München, 1881.
- 8 MARCHAND. Ueber Die Bildungsweise der Riesenzellen um Fremdkörper. *Virchow's Archiv*, 1883. Bd. 93.
- 9 ARTHUR MEYER. Ueber Die Structur der Stärkekörner. *Botan. Zeitung*, 1881.
- 10 ARTHUR MEYER. Ueber Krystalloide der Trophoplasten und über die Chromoplasten der Angiospermen. *Botan. Zeitung*, 1883.
- 11 ARTHUR MEYER. Das Chlorophyllkorn in chemischer, morphologischer und biologischer Beziehung. Leipzig, 1883.
- 12 METSCHNIKOFF. *Untersuchungen über die intracellulare Verdauung bei wirbellosen Thieren*. *Arbeiten des zoologischen Instituts in Wien*. Bd. V. Heft 2.
- 13 METSCHNIKOFF. Ueber die Beziehung der Phagocyten zu Milzbrandbacillen. *Archiv für Pathologie, Anatomie u. Physiologie*. Bd. 96 et 97. 1884.
- 14 METSCHNIKOFF. Ueber den Kampf der Zellen gegen Erysipelkokken. Ein Beitrag zur Phagocytenlehre. *Archiv f. Patholog. Anatomie u. Physiologie*. Bd. 107.
- 15 METSCHNIKOFF. Ueber den Phagocytenkampf bei Rückfalltyphus. *Virchow's Archiv*. Bd. 109.
- 16 NÄGELI. 1) *Primordialschlauch*. 2) *Diosmose der Pflanzenzelle*. *Pflanzenphysiologische Untersuchungen*, 1855.
- 17 NÄGELI. *Die Stärkekörner*. *Pflanzenphysiologische Untersuchungen*. 2 Heft, 1858.
- 18 — *Theorie der Gährung*, 1879.
- 19 NÄGELI. Ueber den inneren Bau der vegetabilischen Zellenmembran. *Sitzungsber. der bairischen Akademie*. Bd. I et II, 1864.
- 20 NÄGELI. *Das Wachsthum der Stärkekörner durch Intussusception*. *Botan. Zeitung*, 1881.
- 21 NÄGELI. *Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- u. Stickstoffverbindungen*. *Untersuch. über niedere Pilze aus dem pflanzenphysiolog. Institut in München*, 1882.
- 22a W. PFEFFER. Ueber intramoleculare Athmung. *Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen*. Bd. I.
- 22b W. PFEFFER. Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. *Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen*. Bd. II.
- 23 W. PFEFFER. *Pflanzenphysiologie*, 1881.
- 24 W. PFEFFER. 1) Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. 2) Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen nebst Bemerkungen über den Aggregatzustand des Protoplasmas u. über osmotische Vorgänge. *Abhandl. der Mathemat. physik. Classe d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaft*. Bd. XVI, 1890.
- 25 PELÜGER. Ueber die physiolog. Verbrennung in den lebendigen Organismen. *Archiv f. Physiologie*. Bd. X, 1875.
- 26 PELÜGER. Ueber Wärme und Oxydation der lebendigen Materie. *Pflüger's Archiv*. Bd. XVIII, 1878.
- 27 W. SCHIMPER. *Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner*. *Botan. Zeitung*, 1881.

- 28 W. SCHIMPER. Ueber die Entwicklung der Chlorophyllkörner und Farbkörper. *Botan. Zeitung*, 1883.
- 29 FR. SCHMITZ. *Die Chromatophoren der Algen*. Vergleichende Untersuch. über Bau und Entwicklung der Chlorophyllkörper und der analogen Farbstoffkörper der Algen. Bonn, 1882.
- 30 SCHÜTZENBERGER. *Die Gährungserscheinungen*, 1876.
- 31 STRASBURGER. Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena, 1882.
- 32 STRASBURGER. Ueber das Wachsthum vegetabilischer Zellhäute. *Histogische Beiträge* Heft 2, 1889.
- 33 STRASBURGER. *Das botanische Practicum*.
- 34 A. WEISS. Ueber spontane Bewegungen und Formänderungen von Farbstoffkörpern. *Sitzungsber. d. kgl. Akademie d. Wissench. Wien*. Bd. XC, 1884.
- 35 HUGO DE VRIES. *Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen*. *Pringsh. Jahrb. f. wissenschaft. Botanik*. Bd. 16, 1885.
- 36 HUGO DE VRIES. *Untersuch. über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung*, 1877.
- 37 WENT. *Die Vermehrung der normalen Vacuolen durch Theilung*. *Jahrb. f. wissenschaft. Botanik*. Bd. 19, 1888.
- 38 JUL. WORTMANN. Ueber die Beziehungen der intramolecularen u. normalen Athmung der Pflanzen. *Arbeiten des botanischen Instituts zu Würzburg*. Bd. II, 1879.
- 39 WIESNER. *Die Elementarstructur u. das Wachsthum der lebenden Substanz*, 1892.
- 40 RICHARD HERTWIG. *Die Radiolarien*.
- 41 EHRLICH. Ueber die Methylenblaureaction der lebenden Nervensubstanz. *Biologisches Centralblatt*. Bd. VI, 1887.
- 42 R. HEIDENHAIN. *Physiologie der Absonderungsvorgänge*. *Handbuch der Physiologie*. Bd. V.
- 43 MAX SCHULTZE. Ein reizbarer Objecttisch u. seine Verwendung bei Untersuchungen des Blutes. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. 1.
- 44 OSCAR SCHULTZE. *Die vitale Methylenblaureaction der Zellgranula*. *Anat. Anzeiger*, 1887, p. 684.
- 45 CAMILLO SCHNEIDER. *Histologie von Hydra fusca mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems der Hydropolyphen*. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXV.
- 46 HUGO DE VRIES. *Intracellulare Pangenesis*. Jena, 1889.