

réunis en faisceaux. Telles sont les trois formes principales sous lesquelles se présentent les parties élémentaires qui entrent dans la composition des végétaux, et auxquelles on a donné les noms de *tissu cellulaire*, de *tissu fibreux* ou *ligneux*, et de *tissu vasculaire*. Ces trois tissus, qui au premier abord paraissent fort différents l'un de l'autre, ne sont cependant que des modifications d'un seul et même organe, l'*utricule* ou *vésicule végétale*. C'est elle qui, par les variations qu'elle subit, sans néanmoins changer de nature, est la base, le point de départ de toutes les modifications qu'on observe dans les parties élémentaires dont se composent les végétaux. L'*utricule* est donc pour le règne végétal ce qu'est la forme primitive pour les minéraux. Néanmoins nous allons traiter séparément des trois formes principales du tissu élémentaire, c'est-à-dire du tissu utriculaire, du tissu fibreux et des vaisseaux.

SECTION PREMIÈRE.

DU TISSU UTRICULAIRE.

Le tissu utriculaire est encore désigné sous les noms de *tissu cellulaire*, *tissu vésiculaire*, etc. C'est lui qu'on peut considérer à juste titre comme la base de l'organisation végétale. En effet, non-seulement il entre dans la composition de toutes les parties de la plante, dont quelques-unes même en sont entièrement formées; mais, comme nous le montrerons par la suite, il est l'origine, le point de départ de toutes les autres modifications du tissu élémentaire qui constituent les organes des végétaux.

Examiné avec des moyens amplifiants capables d'en bien faire reconnaître la structure, ce tissu se montre composé d'utricules ou de vésicules d'une extrême ténuité, de forme variable, et soudées intimement les unes avec les autres, de manière à former une masse continue. C'est par suite de cette soudure des utricules entre elles, que pendant longtemps on a considéré le tissu cellulaire comme formant une masse que l'on a comparée tour à tour, soit à une éponge, soit à la mousse qui s'élève à la surface de l'eau de savon agitée ou des liqueurs alcooliques en fermentation. Mais il est reconnu aujourd'hui, et admis par la généralité des phytomistes, que le tissu utriculaire se compose de petits corps vésiculaires à parois extrêmement minces, unis et soudés entre eux, soit immédiatement, soit par l'intermédiaire d'une substance nommée substance *intercellulaire* ou *cystoblastème*, qui les réunit et les soude pour en faire une masse. Cette structure avait déjà été parfaitement indiquée, en 1686, par Malpighi dans son Anatomie des plantes, qui se sert du nom d'*utricules* pour exprimer les parties constituantes du tissu cellulaire. Sprengel, en 1802, MM. Link, Dutrochet, etc., ont mis cette vérité dans tout

son jour. D'abord cette séparation des utricules se fait quelquefois naturellement dans l'intérieur de quelques organes parenchymateux, dont l'accroissement a été très-rapide. Mais on peut l'obtenir très-facilement en faisant bouillir pendant quelques minutes le tissu utriculaire, soit dans de l'acide nitrique, soit tout simplement dans de l'eau pure. On voit alors les diverses parties constituantes du tissu végétal se séparer les unes des autres et se montrer avec leur forme première.

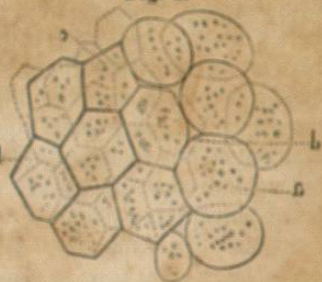
Pour bien faire connaître le tissu utriculaire, nous allons examiner successivement : 1° la forme des utricules; 2° la nature de leurs parois; 3° les moyens de communication des utricules entre elles; 4° les matières qu'elles contiennent; 5° enfin leur mode de développement et de multiplication.

§ I. Forme des utricules.

La forme des utricules est très-variable. Originellement, c'est-à-dire, dans les végétaux ou les organes des végétaux, à la première période de leur développement, elle approche plus ou moins de la globuleuse, surtout quand les utricules restent isolées les unes des autres (Fig. 1). Mais il est rare qu'elle se conserve longtemps dans cet état.

Par suite de leur multiplication et des pressions variées auxquelles les utricules sont soumises, cette forme primitive est singulièrement modifiée. Ainsi elle devient plus ou moins anguleuse ou polyédrique. Dans le plus grand nombre des cas, chaque utricule présente une forme dodécaédrique, de sorte que la coupe d'une masse de tissu utriculaire offre un grand nombre de petites cavités hexaédriques, et par cela même quelque ressemblance avec un gâteau d'abeilles. Rarement cette forme est parfaitement régulière, quoiqu'on l'observe quelquefois, quand la masse de tissu utriculaire a été exposée à des pressions à peu près égales dans tous les sens. Mais le plus ordinairement chaque utricule, bien que conservant sur la coupe transversale la forme hexagonale, est plus ou moins irrégulière, parce qu'une ou plusieurs de ses faces ont pris un développement plus considérable aux dépens des autres. Cette inégalité est quelquefois tellement marquée, qu'il est assez difficile au premier abord de reconnaître la forme hexagonale. Dans ces pressions inégales il n'est pas

Fig. 1.



I. Tissu utriculaire d'une tige d'angelique (*angelica archangelica*, L.). a. Utricules globuleuses. b. Meat intercellulaire. c. Utricule pentagonale. d. Utricule hexagonale.

rare de voir les utricules perdre successivement un de leurs côtés et offrir une coupe pentagonale ou même à quatre côtés seulement.

Fig. II.



Les cellules ont parfois une forme plus ou moins allongée : on peut alors les comparer à de petits prismes à six, à cinq ou à quatre pans (Fig. II), tronqués carrément à leurs deux extrémités.

Enfin, il y a des utricules dont la forme est très-irrégulière et très-anomale. Telles sont celles qu'on observe au-dessous de l'épiderme de la face inférieure d'un assez grand nombre de feuilles. Elles semblent être, par leur forme anomale, le résultat de la soudure de plusieurs cellules entre elles, mais dont les cloisons ont complètement disparu. Ainsi, dans les feuilles du lis blanc (*Lilium candidum*), on voit, quand on enlève l'épiderme de la face inférieure, une couche d'utricules offrant de chaque côté des parties arrondies et saillantes, séparées par des sinus obtus et rentrants. Ces parties saillantes se touchent ordinairement par leurs extrémités avec celles des cellules contiguës, et forment ainsi des espaces arrondis et vides. Dans le nénuphar jaune (*Nuphar lutea*), ainsi que l'a bien observé et figuré M. Ad. Brongniart dans son mémoire sur la structure des feuilles, ces utricules sont rameuses, cylindracées, anastomosées, et forment une sorte de parenchyme à larges mailles, laissant de très-grands espaces vides entre elles. Nous reviendrons sur cette singulière organisation, quand nous traiterons en son lieu de la structure intime des feuilles. Seulement nous ferons remarquer ici, en passant, que ces cellules anomales ne sont probablement qu'une réunion de plusieurs utricules soudées entre elles.

Quelques auteurs ont donné des noms différents au tissu utriculaire, suivant la différence de formes des utricules qui le composent. Mais ces noms nous paraissent tout à fait inutiles, et celui de *parenchyme* suffit pour exprimer un tissu composé d'utricules, par opposition à celui de *fibres* ou tissu fibreux, donné au tissu formé de fibres ou de vaisseaux.

Les utricules sont quelquefois disposées sans ordre; mais le plus souvent cependant, en se superposant régulièrement les unes au-

* Nous indiquerons ici les noms principaux donnés aux modifications du tissu utriculaire :

1° *Mérenchyme* : tissu composé d'utricules sphéroïdales et lâchement unies : Ex. : les fruits pulpeux ;

2° *Prismenchyme* : tissu composé d'utricules prismatiques : Ex. : tissu cellulaire de l'écorce ;

3° *Actinenchyme* : tissu formé d'utricules rameuses lobées et en étoile : Ex. : tissu de certaines feuilles, etc.

II. Tissu utriculaire prismatique de la tige du *Caladium pinnatifidum*. Chaque utricule contient un groupe de petits cristaux.

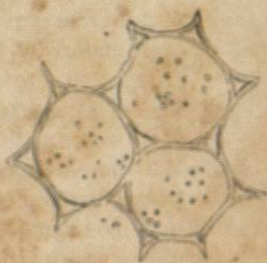
dessus des autres, elles forment des séries longitudinales (Fig. II). Cette disposition s'observe plus spécialement dans les plantes monocotylédones, et particulièrement dans le tissu utriculaire qui forme la masse de la tige, et au milieu duquel sont épars les faisceaux vasculaires.

Assez souvent les utricules de deux ou plusieurs séries contiguës ne se touchant pas par tous les points de leur surface extérieure, laissent là un petit espace vide dont la continuité constitue ce que l'on a nommé *espaces, méats ou conduits intercellulaires* (Fig. III). Quelques auteurs en ont nié l'existence, et en effet ils ne sont pas toujours très-apparens, les parois des cellules contiguës se touchant presque complètement par tous les points, et ne laissant entre elles que des vides presque imperceptibles. Mais ils sont d'autres fois très-visibles. Ainsi, lorsque les utricules ont une forme qui approche plus ou moins de la globuleuse, on comprend qu'elles ne peuvent se toucher que par un certain nombre de points, et que par conséquent elles doivent, par leur réunion, laisser d'assez grands espaces vides. Ces espaces vides ou méats existent également lorsque les utricules ont une forme anguleuse et polyédrique. Leur forme est très-variable. Ils sont quelquefois à trois ou à un plus grand nombre d'angles; d'autres fois au contraire ils sont tout à fait irréguliers. Les méats contiennent souvent de l'air, ce que l'on reconnaît facilement à la manière obscure dont ils se dessinent sur les tranches minces de tissu cellulaire qu'on soumet à l'observation du microscope. Cette opinion est confirmée par les observations de M. Amici, qui remarque que les grands pores ou stomates de l'épiderme, qui ne livrent passage qu'à de l'air, correspondent toujours à l'un de ces espaces ou méats intercellulaires. Selon le même observateur, quand le tissu cellulaire est trop serré pour laisser entre ses utricules des méats, les pores corticaux manquent également.

Mais certains physiologistes, MM. Kieser, de Candolle et quelques autres, font jouer aux petits canaux formés par les espaces intercellulaires un rôle bien plus important dans les phénomènes de la nutrition. Selon eux, en effet, ils seraient les véritables conduits de la sève. Nous reviendrons sur cette opinion quand nous parlerons de la marche de la sève, en traitant de la nutrition.

Il y a encore une autre modification des utricules que nous devons mentionner ici, ce sont celles qui forment les rayons ou prolonge-

Fig. III.



III. Tissu utriculaire de la tige du *Canna indica*, à utricules presque globuleuses, montrant des méats intercellulaires triangulaires très-marqués.

ments médullaires, c'est-à-dire des lignes qui, sur une coupe transversale d'une tige ligneuse de dicotylédon, partent du centre vers la circonférence et font communiquer le tissu cellulaire de la moelle avec celui de l'écorce. Leurs utricules sont allongées dans le sens transversal, et attachées carrément les unes à la suite des autres. Du reste la structure de leurs parois est parfaitement simple. Nous reviendrons avec plus de détails sur ces organes, quand nous traiterons de la structure de la tige.

§ 2. Nature de la membrane qui forme les utricules.

Notre intention n'est pas de discuter ici sur la nature intime de la membrane des utricules, et de dire avec les uns que cette membrane est formée de fibres intimement soudées, et avec les autres qu'elle se compose de molécules disposées en spirale. Nous nous bornerons à exposer ici les notions qui peuvent être vérifiées par le secours de nos sens, et non les idées plus ou moins ingénieuses, mais le plus souvent spéculatives, qui ont été émises par les différents phytotomistes. Cependant, il faut le reconnaître, beaucoup de faits tendent à faire admettre qu'il existe une disposition spirale dans les molécules qui forment la membrane primitive des utricules, c'est ce que nous montrerons tout à l'heure en parlant du *tissu fibroso-utriculaire*.

La membrane primitive qui forme les utricules est ordinairement très-mince, parfaitement incolore et transparente. Quand le tissu utriculaire paraît coloré, cette coloration dépend des matières contenues dans l'intérieur des vésicules; car, nous le répétons, celles-ci ont constamment leurs parois hyalines et incolores. Quand le tissu cellulaire est réuni en masse, chacune des petites lamelles ou cloisons qui sépare deux utricules contiguës, est formée de deux feuillets intimement unis, puisque, comme nous l'avons dit précédemment, le tissu cellulaire se compose de petits corps vésiculaires soudés entre eux.

Fig. IV.



telle sorte que la coupe transversale de l'utricule présente dans l'é-

IV. Utricules à parois très-épaisses, percées de canaux pariétaux, prises dans l'écorce du *Podocarpus dactyloides*.

paisseur de ses parois, une suite de zones intimement unies entre elles. Quelquefois, certains points de la membrane primitive restent à nu au moment où s'épanche la première couche déposée dans son intérieur; il résulte de là que cette couche secondaire présente des vides de forme variée sous l'apparence de points ou de lignes plus claires (Fig. V). Généralement les couches qui se déposent ensuite conservent la même disposition, et ces fentes et ces perforations existant dans toutes les couches secondaires successives, forment des espèces de canaux qui s'étendent jusque dans l'intérieur de la cavité de l'utricule. Ce sont les ouvertures de ces canaux qui ont été décrits comme des pores et des fentes. Mais la membrane primitive n'est jamais perforée*.

Fig. V.



Ce point d'organisation des parois des cellules, a été l'objet de bien des discussions de la part des phytotomistes, les uns prétendant qu'elles sont percées de pores ou de fentes, les autres assurant que ces prétendus pores ou fentes ne sont que des amincissements et non des perforations de la membrane des parois. MM. de Mirbel et Amici sont les observateurs qui ont le plus insisté sur la perforation des parois utriculaires. M. Mohl est le premier anatomiste qui nous ait bien fait connaître la nature et le mode de formation de ces points ou lignes transparentes, et aujourd'hui son opinion est à peu près généralement adoptée.

Cependant dans certaines circonstances, il existe bien réellement des fentes et des pores. En effet, par suite des progrès de la végétation, la membrane primitive que nous avons dit être très-mince, se détruit quelquefois et est résorbée dans les points où les couches déposées à son intérieur, offrent les petits canaux dont nous venons de parler précédemment, et alors ceux-ci sont percés.

En traitant bientôt des *vaisseaux ponctués* et *rayés*, nous exposerons avec plus de détails les diverses opinions qui ont été émises sur la nature et le mode de formation de ces ponctuations et de ces raies, qui s'observent en effet également et plus communément dans les vaisseaux.

Ainsi en résumé la membrane qui constitue les utricules peut être : 1^o mince, transparente et dépourvue de ponctuations et de raies transversales; 2^o Elle peut être *épaissie* par des couches concentriques déposées à son intérieur et étroitement unies entre elles; 3^o Elle peut

* Il existe des cellules qui sont réellement perforées. Ce sont celles qu'on observe dans le tissu cellulaire des feuilles et d'autres organes dans certaines mousses des genres *Sphagnum*, *Dicranum* et *Octoblepharum*. Voy. Mohl. Ann. Sc. nat., tom. XIII, p. 86.

V. Utricules prises dans la moelle du sureau (*Sambucus nigra*). a. Utricule ponctuée. b. Utricule rayée.

offrir, soit des punctuations soit des rayures transversales; 4° Enfin, la face interne des utricules peut offrir une ou plusieurs lames ou filaments roulés en hélice. Cette modification constitue ce que l'on a appelé les *cellules fibreuses*, ou le tissu *fibroso-utriculaire*. Nous en traiterons tout à l'heure.

§ 3. Des voies de communication des utricules entre elles.

Les cellules d'une masse tissulaire communiquent entre elles. C'est un fait incontestable, et que prouve la facilité avec laquelle les fluides aqueux s'élèvent dans l'intérieur d'un corps formé de tissu utriculaire. Si on ne peut admettre des pores visibles et appréciables, peut-on se ranger à l'opinion de Sprengel et de Rudolphi, qui ont dit qu'il existait dans le tissu cellulaire des fentes le plus souvent accidentelles, et que c'était par ces solutions de continuité que s'établissaient les communications entre les diverses parties du tissu utriculaire? Ces fentes n'existent pas. J'ai fait un grand nombre d'observations microscopiques sur des plantes très-variées, et jamais ces fentes ne se sont offertes à mes recherches. Je suis loin cependant de prétendre avoir tout vu et vérifié tous les faits. Ceux qui se sont occupés de recherches microscopiques sur les tissus végétaux savent combien il devient souvent difficile d'arriver au même résultat, même en se plaçant dans des circonstances qui paraissent identiques.

La non-existence des voies de communication appréciables à notre vue, même aidée des moyens amplifiants qui sont à notre disposition, a dû faire admettre une opinion qui paraît en effet hors de doute, l'existence de pores intermoléculaires et invisibles. Toutes les membranes organiques en effet sont plus ou moins poreuses; de là leur perméabilité par l'eau, ou les autres fluides aériformes ou liquides. On admet donc généralement aujourd'hui, ainsi que Bernharti l'avait déjà avancé, que c'est au moyen de ces pores intermoléculaires et invisibles que les utricules communiquent entre elles.

Cependant, comme dans beaucoup de circonstances les parois du tissu utriculaire offrent des conduits quelquefois très-nombreux, simplement bouchés à l'extérieur par la membrane primitive de l'utricule, qui est excessivement mince, on comprend que ces petits canaux qui se correspondent toujours exactement d'une cellule à l'autre, puissent aussi être considérés comme des voies de communication qui facilitent le passage des fluides d'une utricule dans une autre. Il y a plus, c'est qu'il finit souvent par arriver que la membrane qui bouche ces petits pertuis, venant à être résorbée, la communication se fait alors directement.

§ 4. Des matières contenues dans les utricules.

Les matières contenues dans les utricules sont assez variées, et souvent même elles diffèrent dans les mêmes parties aux diverses époques de la végétation où on les observe. Ces matières peuvent être des gaz, des liquides ou des solides.

A. Lorsqu'on examine le tissu cellulaire dans une plante ou un organe encore jeune, et qui n'a point encore acquis tous ses développements, non-seulement on trouve communément les parois des utricules un peu plus épaisses, mais encore leur cavité souvent remplie par un liquide aqueux qui n'est que de la sève. Si l'on prend une jeune branche de sureau ou d'une plante herbacée, la moelle qui occupe le centre de cette branche, et qui est uniquement formée de tissu cellulaire, est abreuvée d'un liquide qui remplit en grande partie ses diverses cavités. Petit à petit, et à mesure que les organes foliacés de la tige ou de la branche se développent, ces sucs aqueux disparaissent, les parois des utricules deviennent plus minces, et la moelle finit par former une masse spongieuse, sèche et légère, qui ne contient plus que de l'air dans ses cavités.

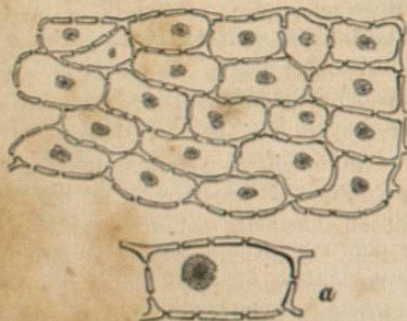
Indépendamment de la sève, on trouve encore quelques autres liquides dans les utricules du tissu cellulaire, observés dans les différentes parties du végétal. C'est ainsi qu'on y observe des huiles volatiles et particulièrement des huiles grasses. Ces dernières matières sont assez communes, par exemple, dans le tissu charnu du fruit de l'olivier, de quelques lauriers et cornouillers, mais spécialement dans les graines du chou, du navet et d'autres Crucifères; de l'aman-dier; du pin; du ricin et autres Euphorbiacées, etc.

Les huiles grasses sont ordinairement sous la forme de petites gouttelettes très-régulièrement sphériques, réfractant la lumière avec une extrême intensité, et tantôt adhérentes aux parois des utricules, tantôt nageant dans le liquide qu'elles contiennent. Quelques auteurs ont dit que chacune de ces gouttelettes était enveloppée d'une membrane extrêmement mince, formant une véritable vésicule. Mais l'existence de cette membrane est difficile à constater.

B. La présence de l'air et des autres gaz qui peuvent se développer par suite de la nutrition est facile à vérifier par les observations microscopiques les plus faciles et les plus vulgaires. Un fragment même très-mince de tissu utriculaire, placé sur le porte-objet du microscope, montre ordinairement un très-grand nombre de petites bulles opaques, correspondant chacune à la cavité d'une des utricules. Ces petites bulles sont formées par l'air ou les autres gaz renfermés dans ces cavités minimes, et qui se voient comme autant de petits points opaques. C'est même par cette opacité qu'on peut reconnaître que l'air est contenu dans les organes élémentaires et creux des tissus végétaux.

C. Parmi les matières solides contenues dans les utricules, nous trouvons : 1° le *nucleus* ou noyau ; 2° la *chlorophylle* ou matière colorante verte des feuilles ; 3° la *fécule* ; 4° les *raphides* et d'autres *cristaux* ; 5° les *biforines* ; 6° les granules de *matière azotée*.

Fig. VI.



1° Le *nucleus* ou *noyau*. On trouve fréquemment, dans l'intérieur des utricules, un corps de forme lenticulaire ou irrégulièrement globuleux, appliqué contre un point de leurs parois, et qu'on a nommé *nucleus* ou noyau (Fig. VI). Ce corps, auquel quelques phytomistes font jouer un rôle extrêmement important dans la multiplication des utricules, a été nommé, pour cette raison, *cytoblaste* par M. Schleiden. Selon cet ingénieux observateur, le cytoblaste se compose d'un certain nombre de corpuscules extrêmement petits, de forme indéterminée, qu'on a nommés *nucléoles*. Pour M. Schleiden ces *nucléoles* seraient des cellules rudimentaires.

Le *nucleus* existe surtout dans les cellules jeunes ; il s'atrophie et se résorbe quelquefois complètement par les progrès de la végétation, aussi manque-t-il dans un grand nombre d'utricules. M. Unger (*Ann. sc. nat.*, XVII, p. 232) assure au contraire qu'il n'existe pas dans les utricules très-jeunes, ce n'est qu'un peu plus tard qu'il commence à se montrer.

On voit parfaitement cet organe dans les plantes de la famille des Orchidées, où il a été signalé pour la première fois par notre illustre ami M. Rob. Brown. Dans les feuilles de l'*orontium Japonicum*, il suffit d'enlever l'épiderme, chaque cellule sous-jacente présente un *nucleus* bien manifeste. C'est celui que nous figurons ici. Dans le tissu cellulaire des feuilles des *commelina*, le *nucleus* est très-apparent, surtout quand on a placé une petite quantité de teinture d'iode. Il prend une couleur brune très-manifeste, et l'on distingue avec la plus grande facilité qu'il se compose de globules irrégulièrement arrondis, transparents. Ces corpuscules sont-ils pleins ou creux, en un mot, sont-ce des globules ou des utricules ?

M. Dujardin (*Observat. au microscope*, p. 202) a émis une opinion fort différente de celle de M. Schleiden, sur l'origine et les fonctions du *nucleus*, opinion en rapport avec celle de M. Unger. Pour lui ce corps résulte de la condensation de cette matière mucilagineuse qui

VI. Tissu utriculaire ponctué de la feuille de l'*Orontium Japonicum*, dont chaque utricule contient un noyau ou *nucleus*.
a. L'une de ces utricules plus grossie pour faire voir la forme lenticulaire du *nucleus*.

tapisse l'intérieur des utricules. Cette matière, entraînée par le courant du liquide qui exécute un mouvement de giration dans ces cellules, se condense en un corps irrégulièrement ovoïde qui finit par s'appliquer contre un point de la paroi de l'utricule et y reste adhérent. Le *nucleus* n'aurait donc pas les fonctions importantes que quelques phytomistes lui attribuent. Pour mon compte j'ai examiné avec beaucoup de soin du tissu cellulaire à noyaux de plusieurs végétaux, dans toutes ses périodes de développement, et je n'ai jamais pu voir dans le *nucleus* aucun changement qui annonçât que ce petit corps fût le siège de la formation des utricules nouvelles.

2° *Matière colorante verte* ou *Chlorophylle*.—Ainsi que nous le savons déjà, le tissu cellulaire est parfaitement incolore, et les colorations qu'il présente assez souvent sont dues à des matières que les utricules contiennent dans leur intérieur. Ces matières sont ou solides ou liquides. La couleur verte est la plus généralement répandue dans les végétaux, et l'on a désigné, sous le nom de *chlorophylle*, la matière qui la produit. Si on examine, par exemple, le tissu cellulaire qui forme le parenchyme des feuilles, on aperçoit dans ses cavités des granules verts plus ou moins abondants, qui sont la cause de la coloration du tissu.

Les opinions les plus divergentes ont été émises sur ces corpuscules ordinairement de forme globuleuse. L'opinion de Turpin, qui consistait à les considérer comme formés d'une vésicule incolore contenant des granules plus petits et de couleur verte, avait été assez généralement admise dans ces dernières années. M. Mohl, par son beau travail sur la chlorophylle (*Ann. sc. nat.*, IX, p. 150), nous a dévoilé la véritable structure de ces granules. Nous l'exposerons ici brièvement :

La chlorophylle, ou matière colorante verte des feuilles, peut se présenter sous deux états : 1° en masse gélatineuse informe ; 2° en grains ou globules. Nous examinerons d'abord cette dernière forme, qui est la plus fréquente.

Tantôt les granules sont libres et nagent dans le suc nutritif incolore qui remplit la cellule ; tantôt ils sont adhérents à sa paroi interne, mais sans régularité ; quelquefois, enfin, ils sont réunis en masse au centre de l'utricule.

Si l'on soumet ces globules à l'action de l'iode, on voit qu'ils se composent d'une masse de matière verte, contenant quelquefois un, quelquefois deux ou quatre grands granules de fécule. La matière gélatineuse verte se colore en jaune ou en brun par l'iode, et les granules d'amidon prennent la couleur bleue, qui les caractérise, et qui apparaît plus ou moins facilement, et avec une pureté de teinte en rapport avec la minceur de la pâte gélatineuse qui les enveloppe.

La chlorophylle informe se compose d'une masse gélatineuse dans laquelle sont épars des granules d'amidon.

En étudiant le mode de formation de la chlorophylle, on a re-

connu que tantôt c'était la matière verte qui se formait la première, et tantôt, au contraire, que c'était l'amidon. Dans les feuilles, c'est en général l'amidon qui se montre d'abord. En effet, dans les feuilles excessivement jeunes, les grains de chlorophylle, malgré leur couleur verte, prennent par l'iode une teinte bleue presque pure, ce qui annonce que la couche gélatineuse qui enveloppe le grain ou les grains d'amidon est fort mince. Dans les mêmes feuilles parfaitement développées, la teinte bleue apparaît plus obscurément, parce que la couche gélatineuse a pris plus d'épaisseur. Ainsi les grains d'amidon se forment dans les organes, avant même qu'ils soient soumis à l'action de la lumière. Les mêmes grains, sous l'influence du fluide lumineux, se recouvrent d'une couche de matière verte ou de chlorophylle, dont la formation est par conséquent postérieure à celle de l'amidon.

Si, au lieu du tissu cellulaire d'une feuille, on observe celui d'un pétale ou de tout autre organe diversement coloré, on voit que la coloration est en général due à une autre cause. En effet, il est fort rare de trouver des granules d'une autre couleur que la verte. Les teintes variées des pétales, par exemple, sont dues à un liquide coloré répandu dans le tissu cellulaire placé sous l'épiderme. C'est ce que l'on peut reconnaître en soumettant au microscope un fragment de pétale de rose, de camellia, etc. On voit leur tissu rempli par un liquide coloré, qui lui donne la nuance qu'il présente. Quand les feuilles sont colorées, par exemple celles du *dracena terminalis*, qui sont d'une couleur pourpre très-intense, cette coloration est également due à un liquide épanché dans le tissu placé sous l'épiderme, et le parenchyme intérieur de la feuille contient des granules verts de chlorophylle.

On ne doit donc pas, selon nous, adopter l'expression de *chromule* substituée par De Candolle à celle de *chlorophylle*. En effet, comme nous venons de le dire, la matière colorante n'est pas de même nature dans tous les organes colorés, ainsi que l'ont avancé beaucoup de phytomistes. Tantôt elle est due à des granules enveloppées d'une pâte de couleur verte, tantôt à un liquide qui lui-même est coloré. Mais, nous le répétons, les parois des utricules sont ordinairement incolores. Quand les organes sont colorés par un liquide, les utricules contiennent souvent des granules de fécule, qui, plongés dans le liquide, ont pu quelquefois tromper les observateurs et être pris pour des globules colorés. Retirés du liquide, ces corpuscules sont incolores, et l'iode leur communique de suite une belle teinte violette.

Quant à la coloration blanche que présentent quelquefois les pétales ou les autres parties des plantes, elle dépend non pas de granules de cette couleur, mais de l'air contenu dans leurs utricules, qui sont tout à fait dépourvues de matière colorante. C'est ce qui résulte d'expériences tentées à ce sujet par M. Dutrochet, qui a vu que des pétales blancs,

placés sur l'eau et soumis à l'action de la machine pneumatique, perdaient leur couleur blanche opaque et devenaient transparents et incolores, parce que l'eau pénétrant dans leur tissu y remplaçait l'air.

Il ne faut pas confondre la coloration des liquides dont nous venons de parler avec celle de quelques sucs propres qu'on rencontre dans un assez grand nombre de végétaux. Ces sucs *laiteux* doivent ordinairement leur coloration blanche, jaunée ou rougeâtre, à des corpuscules excessivement fins qui nagent dans un liquide incolore, et dont la grosseur et les formes sont variables. C'est à l'aide de ces corpuscules suspendus et nageant dans le liquide, par lui-même incolore, que l'on a pu suivre le mouvement et la direction de ces fluides; dans les vaisseaux ou les cellules qui les contiennent.

Devons-nous dire ici, en passant, qu'un très-habile et très-ingénieux expérimentateur, M. Dutrochet (*Mémoire sur l'anatomie de la sensitivité*), a voulu faire jouer un rôle fort important aux corpuscules qui existent dans l'intérieur du tissu utriculaire, et quelquefois sur les parois des vaisseaux? Les ayant essayés, pour en connaître la nature, par les réactifs chimiques, il a vu que la matière qu'ils contenaient était concrescible par le moyen de l'acide nitrique, et qu'ensuite les alcalis la ramenaient à son état primitif. Or, c'est absolument de cette manière que la substance cérébrale des animaux se comporte avec les mêmes réactifs. Il arrive donc à cette conséquence, que cette matière verdâtre est un véritable système nerveux, ou plutôt en représente les éléments épars; il les nomme *corpuscules nerveux*. Cette considération, dit-il, appuyée sur l'analogie de la nature chimique des corpuscules globuleux, est encore fortifiée par l'observation de la structure intime du système nerveux de certains animaux. Ainsi, dans les Mollusques gastéropodes, la substance médullaire du cerveau est composée de cellules globuleuses agglomérées, sur les parois desquelles il existe une grande quantité de corpuscules globuleux ou ovoïdes, qui ne sont que de très-petites cellules remplies de substance médullaire nerveuse. La similitude de cette organisation avec celle que nous venons d'indiquer dans les végétaux est parfaite, selon M. Dutrochet, et force à convenir que les végétaux sont pourvus d'un système nerveux.

Nous nous sommes contenté d'exposer ici les opinions ingénieuses émises par ce célèbre physiologiste: nous les examinerons plus en détail en parlant de la motilité des végétaux, après avoir étudié les fonctions des feuilles.

3° *Fécule* ou *Amidon*. La fécule existe dans un grand nombre de parties des végétaux, dans des tubercules souterrains, des tiges, des feuilles, des fruits, des graines, etc. Elle se montre sous la forme de granules parfaitement incolores et transparents, d'une forme et d'une grosseur très-variables, libres à la face interne des utricules. C'est

par leur incoloreté et leur volume ordinairement plus considérable, que les granules de fécule se distinguent des autres corpuscules contenus dans le tissu utriculaire (Fig. VII). Si l'on prend, par exemple, une tranche très-mince d'un tubercule de pomme de terre, et qu'on l'examine au microscope, on voit les cellules du tissu qui forme la masse charnue du tubercule, remplies de corpuscules in-

Fig. VII.



colores d'un volume extrêmement variable, puisque les uns ont jusqu'à un dixième de millimètre, tandis que les autres ont à peine un centième ou un deux-centième de millimètre. Parmi ces granules, les uns ont une forme globuleuse (b), les autres sont ovoïdes (a), allongés ou même anguleux, mais à angles mousses.

La structure de la fécule n'a été parfaitement connue que depuis un petit nombre d'années. Parmi les travaux qui ont le mieux éclairé cette question, on doit citer en première ligne ceux de M. Payen, en France, et de M. Fritsch, en Allemagne. On avait cru que la fécule se composait d'une vésicule insoluble dans l'eau, remplie d'une matière gommeuse solidifiée, pouvant se dissoudre dans ce liquide. Mais aujourd'hui, il est constaté que chaque grain de fécule est un corps solide, le plus souvent sans nulle trace de cavité, composé de couches concentriques juxtaposées, ayant une même nature chimique, mais une cohésion plus faible dans les couches les plus intérieures.

La forme et les dimensions de ces grains sont très-variables dans les divers végétaux, mais assez constantes pour pouvoir distinguer les féculs qu'on extrait de chacun d'eux. A la surface de la plupart de ces grains, on aperçoit quelquefois deux ou même trois petites cicatrices ponctiformes nommées *hiles*, ou mieux *ostioles*. L'ostiole est l'ouverture d'un petit canal en forme d'entonnoir qui pénètre jusque vers le centre du globule. Elle est souvent environnée de lignes circulaires et concentriques. Quelquefois de ce point partent en divergeant et sous forme d'étoile, des fentes qui pénètrent plus ou moins profondément la substance du grain de fécule (Fig. VII, b), en laissant quelquefois apercevoir les couches concentriques qui le composent. Le grain de fécule, quand il est très-jeune, commence par être une vésicule percée d'un trou. C'est par cette ouverture que pénètre par un mouvement d'intussusception la matière qui vient successivement se déposer par couches. A chaque dépôt la vésicule primitive se dilate par une sorte de phénomène d'endosmose, jusqu'à ce qu'elle ait acquis trop de solidité pour céder à ce mouvement d'expansion et c'est alors que son accroissement s'arrête. L'ostiole n'est donc pas

VII. Graines de fécule a. b. De la pomme de terre. c. Du blé.

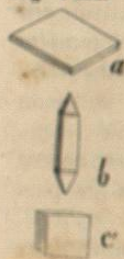
un point par lequel le grain de fécule est attaché aux parois de l'utricule, mais c'est la cicatrice du canal par lequel la fécule à l'état de dissolution a pénétré dans la vésicule.

Par une température de $+70^{\circ}$ à 80° , une partie de fécule délayée dans quinze parties d'eau forme l'empois. Dans cette matière, les grains d'amidon se sont gonflés dans une énorme proportion (d'un à trente, par exemple); ramollis ils adhèrent entre eux par leurs parties les moins résistantes et forment une masse de consistance gélatineuse. A une chaleur de 150° la fécule semble se dissoudre dans l'eau; mais par le refroidissement, il se dépose une grande quantité de petits granules arrondis de deux millièmes de millimètre de diamètre, qui se redissolvent dans l'eau à 70° , et mieux à 100° . Ces granules ont été parfaitement observés par M. Jacquelin.

La formule de la composition chimique de l'amidon est $C^{24}H^{40}O^{16}$, plus une petite quantité de matière azotée de nature albumineuse.

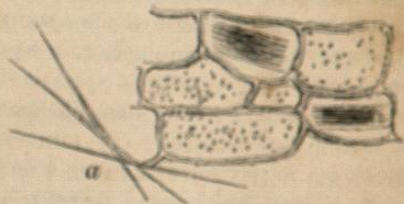
4° *Cristaux*. On trouve, dans le tissu utriculaire des végétaux, des cristaux de différents sels, et souvent avec des formes parfaitement régulières et déterminées. Tantôt ces cristaux sont isolés, tantôt ils sont réunis en masses plus ou moins volumineuses, mamelonnées ou hérissées de pointes (Fig. VIII). Ils se montrent sous la forme de rhomboïdres (a), de cubes (c), d'octaèdres ou de prismes (b) diversement terminés; ils sont composés, soit de carbonate, soit d'oxalate de chaux. Quelquefois les cellules qui les contiennent ne diffèrent pas sensiblement des autres parties de la masse tissulaire, d'autres fois elles sont manifestement plus grandes.

Fig. VIII.



Il est une forme particulière de ces cristaux qui est très-commune dans les végétaux, soit monocotylédonés, soit dicotylédonés; ce sont ceux qu'on désigne avec De Candolle, sous le nom de *raphides* (Fig. IX). Ils sont allongés sous la forme d'aiguilles, ou de longs prismes excessivement grêles, terminés à leurs deux extrémités par des sommets pyramidaux très-fins. Leur extrême ténuité s'oppose ordinairement à ce qu'on puisse déterminer rigoureusement leur forme. Kieser est le premier (*Organis. des plant.*, p. 94 et 112) qui ait reconnu que ce

Fig. IX.



VIII. Cristaux contenus dans les utricules. a. Table rhomboédrique. b. Prisme à quatre pans terminé par des pyramides à quatre faces. c. Cube.

IX. Raphides ou cristaux en aiguilles contenus dans le tissu utriculaire des feuilles du *Pothos crassifolia*. a. Raphides isolées et plus grossies.

sont de véritables cristaux. Ils sont réunis en nombre extrêmement considérable dans une même utricule (Fig. IX), rapprochés, serrés les uns contre les autres et parallèles entre eux.

Les cellules qui contiennent les cristaux, sont en général dépourvues de chlorophylle. On doit à M. Payen des observations très-intéressantes sur ce sujet (V. son cinquième mémoire sur les développements des végétaux). Il a reconnu que les cristaux contenus dans le tissu utriculaire des végétaux, n'y sont pas répandus au hasard, mais qu'ils se déposent toujours dans les cellules d'un tissu organique qui détermine et limite leur agglomération.

Fig. X.



En effet, on peut, par l'emploi des acides étendus, de l'acide chlorhydrique, par exemple, dissoudre complètement la concrétion saline, et l'on aperçoit la masse tissulaire qui lui servait de base et l'enveloppait complètement. Le noyau organique naît d'une des parois de l'utricule par un pédicule plus ou moins allongé (Fig. X). Il se compose ainsi que le pédicule de cellules très-irrégulières, et son tissu est identique avec celui des cellules elles-mêmes.

M. Payen a reconnu l'existence de ce tissu servant de noyau et d'enveloppe, non-seulement pour les concrétions pédiculées de carbonate de chaux, si communes dans les feuilles des figuiers et de presque tous les végétaux de la famille des Urticées, mais dans toutes les autres cristallisations d'oxalate de chaux qu'on observe dans les végétaux d'une foule d'autres familles (Polygonées, Aurantiacées, Juglandées (Fig. X), etc.). Les Raphides elles-mêmes sont enveloppées d'une pellicule commune qui recouvre la masse de toutes celles qui sont réunies dans une même cellule. Il y a plus, par des procédés extrêmement délicats, notre habile chimiste a reconnu que chaque raphide était recouverte d'une enveloppe spéciale d'une excessive ténuité.

5° M. Turpin a trouvé dans quelques plantes du genre *caladium* de la famille des Aroïdées, une forme particulière de la cellule commune qui recouvre les raphides. Elle est allongée, comme prismatique, amincie à ses deux extrémités qui se terminent chacune par une ouverture. Cette utricule enveloppante est elle-même contenue dans une utricule plus grande et close. M. Turpin a nommé *biforines* ces utricules remplies de raphides, et percées d'une ouverture à chaque extrémité. Quand on plonge une de ces biforines dans l'eau, on voit bientôt sortir de ses ouvertures et par saccades ou décharges

X. Cristaux agglomérés des fécules du noyer (*Juglans regia*). Ces cristaux d'oxalate de chaux sont réunis dans un amas de tissu utriculaire irrégulier, qui naît par un pédicule dans une grande utricule placée sous l'épiderme.

intermittentes une partie des raphides qu'elle renferme. Après leur expulsion complète, l'utricule perforée s'affaisse sur elle-même et prend la forme d'un boyau ou d'un cordon flexueux.

L'existence et la formation de différents sels dans l'intérieur du tissu des végétaux n'a rien qui puisse nous surprendre. On sait que par les progrès de la végétation, il se forme des acides dans les organes végétaux. Or, ces acides se trouvent mis en contact avec les bases que les racines ont puisé dans le sein de la terre, soit à l'état de dissolution, soit simplement suspendues dans l'eau, et ont ainsi formé des sels insolubles (carbonate et oxalate de chaux) qui ont cristallisé.

Maintenant quelle est l'origine du noyau organique qui sert de base aux concrétions cristallines? Est-ce un appareil spécial uniquement destiné à servir à la formation des cristaux? Cette opinion paraît être celle de M. Payen. Je hasarderai ici une explication qui me paraît réunir en sa faveur quelque probabilité. L'enveloppe membraneuse qui recouvre chaque cristal en particulier, loin d'avoir précédé ce dernier qui se serait formé dans son intérieur, ne serait-elle que secondaire? Une fois formé, chaque cristal plongé dans le liquide nutritif se recouvre petit à petit d'un dépôt de matière organique qui forme une couche mince s'appliquant exactement sur sa surface. Il me paraît bien difficile d'expliquer autrement la formation de ces utricules si minces et si déliées, qui recouvrent chacune de ces raphides ordinairement réunies en si grand nombre dans une vésicule.

6° Enfin, on trouve encore dans l'intérieur des utricules du tissu cellulaire des granules de matière organique azotée, fort petits, de forme irrégulière, inégaux, parfaitement incolores et transparents, qui se colorent en jaune brunâtre par l'iode. C'est par ce dernier caractère qu'on peut les distinguer facilement de la fécule. Généralement ils sont appliqués contre les parois des utricules. On en voit également qui sont suspendus et nageants dans le liquide remplissant ces dernières.

§ 5. Des Lacunes.

Avant de passer au développement du tissu cellulaire, nous devons dire quelques mots des *Lacunes*. On appelle ainsi des cavités accidentelles, qui se forment au milieu des organes composés de tissu cellulaire. Ces lacunes sont ordinairement le résultat de la déchirure et de la destruction partielle de ce tissu. Ainsi, on les trouve abondamment dans les tiges et les feuilles d'un grand nombre de végétaux qui vivent au voisinage des eaux, comme les carex, les juncs, les scirpes, les souchets, etc. La cavité qu'on observe dans l'intérieur de la tige de Graminées, des Ombellifères, et d'un grand nombre d'autres plantes herbacées, dont la croissance a été très-

rapide, est une véritable lacune. La moelle du noyer (Fig. XI) présente aussi un grand nombre de chambres superposées, séparées par des cloisons minces, auxquelles on doit également donner ce nom. Toutes les parties dans lesquelles on les observe ont d'abord été pleines et continues; c'est par suite de leur développement que ces cavités se sont formées à leur intérieur, soit par la déchirure et l'écartement, soit par la destruction partielle du tissu cellulaire. La cavité des lacunes n'est pas tapissée par une membrane propre, mais par une sorte de membrane accidentelle, résultant de la condensation du tissu cellulaire, aux dépens duquel elle a été formée. Leur forme est très-variable. Le plus souvent elle est tout à fait irrégulière. D'autres fois au contraire, quoique plus rarement, elle offre une régularité remarquable. Les lacunes généralement contiennent de l'air, quelquefois des sucs résineux.

Fig. XI.



§ 6. Du mode de formation et de développement du tissu utriculaire.

C'est un phénomène fort digne de remarque et hors de toute contestation, que l'accroissement de la masse du tissu cellulaire par la multiplication des utricules qui le composent. Cette dernière cause est de toute évidence; sans contredit, c'est celle qui contribue le plus puissamment à cette augmentation de volume. Mais on doit reconnaître aussi qu'indépendamment de cette cause il en existe encore une autre; c'est l'expansion en tous sens des jeunes utricules, depuis le moment où elles commencent à se montrer jusqu'à celui de leur complet développement. Très-souvent les jeunes utricules, au moment où elles apparaissent, ont un volume cinq ou six fois moindre que celui qu'elles auront quand elles seront complètement développées. Il résulte de là, qu'un même organe peut acquérir un volume cinq ou six fois plus considérable, sans que le nombre de ses utricules ait augmenté.

Comment se fait cette multiplication des utricules? Diverses opinions ont été émises sur ce sujet; et si aucune d'elles ne peut expliquer tous les faits, c'est que la multiplication du tissu utriculaire, comme nous le montrerons bientôt, se fait de plusieurs manières tout à fait différentes.

Selon MM. Treviranus et Turpin, ce seraient les granules contenus dans les utricules du tissu cellulaire qui sont les éléments de leur

XI. Lacunes ou cavités accidentelles dans le tissu cellulaire de la moelle dans la tige du noyer (*Juglans regia*).

multiplication. Ces granules sont ceux que nous avons fait connaître précédemment sous le nom de *chlorophylle*. M. Turpin, dans un mémoire publié dans le tome xii des *Mémoires du Muséum*, a de nouveau appelé l'attention sur ces corpuscules, et leur a donné le nom général de *globuline*. Chaque grain de globuline, selon M. Turpin, est une petite vésicule à parois diaphanes, contenant d'autres vésicules plus petites, que le même botaniste appelle *globulins*. Ce sont ces vésicules secondaires ou globulins, toujours selon M. Turpin, qui, en prenant de l'expansion, se gonflent, déchirent la membrane ou vésicule-mère qui les contenait, pour former chacun autant de nouvelles utricules. Plus tard, chacune de ces nouvelles cellules contenant de la globuline éprouve les mêmes changements, de telle sorte que, par suite de cet emboîtement presque indéfini, le développement du tissu cellulaire n'a en quelque sorte pas de limites précises.

Cette théorie n'est plus soutenable aujourd'hui, depuis que M. Mohl nous a fait connaître la structure de la chlorophylle. Il n'y a pas dans cette matière une suite de vésicules emboîtées les unes dans les autres, dont le développement successif produirait l'augmentation de la masse tissulaire. Si, ce qui est vrai, il se forme dans certaines circonstances de nouvelles utricules dans l'intérieur d'utricules déjà anciennes, cette production n'est certes pas le résultat de la transformation des granules de chlorophylle en utricules nouvelles. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

D'autres physiologistes admettent que c'est dans l'épaisseur même des parois des utricules que se développent celles qui viennent en augmenter le nombre. Aussi, selon eux, cet accroissement n'a-t-il lieu que tant que ces parois conservent une certaine épaisseur. On sait en effet que quand le tissu cellulaire est desséché, il n'est plus susceptible d'accroissement.

Le professeur Kieser voit la source de cette multiplication des vésicules dans ces globules si petits, que l'on trouve épars et nageant dans les fluides nutritifs des végétaux, et qui, après s'être fixés dans une place, s'y développent et forment de nouvelles cellules. Ces corps contiennent, comme nous l'avons déjà dit, beaucoup de matière azotée.

Le beau travail que M. le professeur de Mirbel a publié, en 1832, sur l'organisation du *marchantia*, nous a montré un mode spécial de formation des utricules nouvelles, particulier à cette plante, et qu'on observe encore dans quelques autres végétaux d'un ordre inférieur. M. de Mirbel a pris le *marchantia* strictement *ab ovo*, c'est-à-dire qu'il a suivi sa formation organique, depuis la graine ou semineule, jusqu'à son entier développement. Or, ces semineules de *marchantia* sont aussi simples que possible; ce sont autant d'utricules membraneuses transparentes, remplies de globules jaunes. En les

soumettant à la germination sur des lames de verre humides ou dans du sable très-fin, elles se gonflent, deviennent sphériques, et leurs globules prennent une teinte verte; peu à peu chaque utricule s'allonge dans un point de sa périphérie en un tube clos à son extrémité. Ce tube se renfle bientôt en une nouvelle utricule, émettant un autre tube, et ainsi de suite. Dans ces utricules nouvelles, et souvent dans les tubes, on voit des granules verts. Il suit de là que chaque jeune individu représente une sorte de chapelet, ou de cordon noueux, souvent ramifié. Le nombre des utricules allant ainsi en croissant, il en résulte d'abord une masse amorphe, mais qui petit à petit prend l'apparence foliacée, que la plante adulte doit conserver. De cette observation nouvelle l'auteur déduit cette conclusion: Que ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire du *Marchantia* se produit, mais par la force génératrice d'une première utricule qui en engendre d'autres douées de la même propriété.

M. de Mirbel a émis dans ces derniers temps une théorie ingénieuse sur la formation du tissu utriculaire en général, et bien qu'elle ait été combattue par plusieurs physiologistes du plus grand mérite, elle sera connue ici avec quelques détails. (*V. Nouv. Notes sur le cambium, Mém. de l'Inst., t. XVIII.*) Le cambium est le fluide nutritif du végétal, en même temps que l'origine de tous les organes qui le composent. Il se montre ordinairement sous l'apparence d'un liquide incolore, assez semblable à une solution de gomme arabique. Non-seulement il sert à la nutrition des organes déjà existants, mais par les dépôts qu'il forme, soit dans l'intérieur des utricules et des vaisseaux, soit dans les méats intercellulaires, soit enfin dans les espaces accidentels qui résultent du décollement des utricules, il devient l'origine des formations nouvelles qui augmentent la masse des tissus. C'est surtout dans la racine du dattier que M. de Mirbel a cru surprendre la transformation directe du cambium en tissu cellulaire. Cette transformation est en quelque sorte insensible; nous signalerons les états intermédiaires par lesquels le cambium passe, selon M. de Mirbel, pour s'organiser de l'état liquide à l'état de tissu utriculaire.

1° Dans les points où abonde le cambium et où doivent se former de nouvelles utricules, on voit petit à petit apparaître des mamelons arrondis et gélatineux: c'est le premier degré d'organisation du fluide nutritif, c'est le *cambium globuleux* de M. de Mirbel;

2° Bientôt chacun de ces mamelons, d'abord parfaitement transparent, présente une petite tache légèrement opaque, qui, petit à petit, s'étend et s'agrandit: c'est qu'une cavité s'est formée dans l'intérieur de chacun des mamelons, et l'on a le *cambium celluloglobuleux*, ou le second degré de transformation du fluide nutritif.

3° En peu de temps, la cavité intérieure de chaque mamelon s'agrandit en refoulant ses parois vers l'extérieur, qui deviennent d'autant plus minces, que la première s'accroît davantage, et le tissu cellulaire se montre alors avec des parois dont la face interne est couverte de papilles disposées régulièrement en séries rectilignes: c'est le tissu *cellulaire papilleux* de M. de Mirbel;

4° Enfin, par suite des progrès de la végétation, les parois cellulaires deviennent plus minces, les papilles disparaissent, et l'on a le tissu utriculaire à son état complet de développement*.

Dans cette théorie de M. de Mirbel, le tissu utriculaire forme une masse continue. Les parois qui séparent les utricules sont simples; ce n'est qu'accidentellement qu'elles se séparent en deux feuillets,

* M. Hartig (*Ann. Sc. Nat.*, juin 1844, p. 352) a émis sur la constitution primitive des cellules une opinion que nous allons brièvement exposer. Selon lui, les parois d'une cellule se composent de trois formations différentes: 1° d'une couche *extérieure*, qui là ou deux cellules se touchent appartient aux deux en commun; 2° d'une membrane *interne* qui circonscrit la cavité de la cellule, et 3° d'une substance intermédiaire étendue entre les deux précédentes. Ces trois parties peuvent être confondues et non distinctes dans les cellules à parois très-minces; mais elles sont visibles dans celles dont l'épaisseur est notable. On peut d'ailleurs, par l'emploi de quelques réactifs chimiques, en rendre l'existence évidente, ces trois parties ne se comportant pas de la même manière sous l'influence de certains agents.

M. Hartig nomme *Ptychode* la membrane interne; *Eustathe* la membrane externe et *Astathé* la couche de matière interposée entre la membrane interne et la membrane externe. L'eustathe représente donc la membrane primaire et l'astathé les dépôts secondaires.

Selon lui la Ptychode est la première partie de la cellule qui se forme. Contrairement à l'opinion généralement admise c'est à l'extérieur de la Ptychode que viennent s'ajouter les masses de nouvelle formation.

Voici les idées de l'auteur sur les développements successifs de la cellule:

La cellule naît dans l'intérieur d'une cellule mère. Sa vie offre à périodes: celle de la multiplication, celle de la consolidation, celle de l'aubier, celle de la lignification.

Dans la première période de nouvelles cellules naissent dans l'intérieur de celles déjà formées, et cette multiplication se prolonge pendant un temps plus ou moins long.

Les cellules dont la faculté génératrice s'est éteinte passent seules à la deuxième période, celle de la consolidation.

D'abord les membranes primitives ou internes, les ptychodes, sont immédiatement appliquées les unes contre les autres. Cette union a lieu par places déterminées, de forme variable, disposés en une ligne spirale plus ou moins interrompue, suivant toute la paroi de la cellule. Bientôt commence l'activité des cellules vers l'extérieur. Ce sont d'abord des gaz qui sont sécrétés. Peu après dans ces vides s'amasse une humidité qui recouvre leurs parois, déloge les gaz produits, les refoule vers les méats intercellulaires. Cette humidité se durcit à la circonférence de la cellule, en une substance facilement altérable, se gonflant dans l'eau, qui est l'*Astathé*.

Ordinairement peu de temps après l'apparition des premières couches d'astathé, et avant qu'elles soient à l'état parfait, on voit se produire à la limite du dépôt d'astathé de deux cellules voisines, un ciment intermédiaire commun, ayant une nature et une manière d'agir différentes, et que l'on a pris jusqu'ici pour la membrane cellulaire primitive: c'est l'*Eustathe*, ainsi nommée à cause de son inaltérabilité dans l'eau par opposition à l'altérabilité si grande de l'*Astathé*.