

bre de partisans, est celle qui attribue les ponctuations ou lignes horizontales à une fibre spirale secondaire décomposée en portions isolées. Cette opinion a été soutenue avec quelques légères variations par MM. Bernardi, Meyen, Link, Slack et Schleiden, etc. Les vaisseaux poreux ou fendus ne seraient qu'une modification, une métamorphose des trachées. Mais cette théorie ne saurait être admise complètement. Les vaisseaux dont nous nous occupons ici ont un mode de formation qui leur est propre, comme toutes les autres modifications du tissu vasculaire. A aucune époque de leur développement ils n'offrent d'autres caractères que ceux qu'ils présentent quand ils sont tout à fait développés. Nous ne pensons pas, en effet, qu'il y ait pour aucune espèce de vaisseaux de véritables métamorphoses, c'est-à-dire des changements successifs de structure qui appartiennent à plusieurs des formes admises dans ces organes. La seule métamorphose réelle que nous admettions, c'est celle des utricules en tubes ou vaisseaux. Les parties de ces utricules sont d'abord simples, mais offrant une structure intime, un arrangement de leurs molécules constituantes qui leur est propre. C'est par suite de cette structure intime, que nous admettons, sans que nos sens puissent la constater par l'observation directe, que les dépôts secondaires se formant à leur face interne prennent des caractères ou une disposition qui n'est pas la même, et changent ces utricules primitives simples, soit en trachées déroulables, soit en vaisseaux réticulés, soit en vaisseaux scalariformes, rayés ou ponctués. Mais dès que le dépôt commence à se former, il prend de suite le caractère qu'il devra conserver toujours; et l'on ne voit pas le même point d'un vaisseau offrir successivement les caractères des diverses formes de ces vaisseaux. Il faut toutefois en excepter les vaisseaux annulaires qui, dans certains cas, paraissent provenir de trachées décomposées.

Néanmoins les différents points superposés d'un même vaisseau peuvent offrir une organisation différente et être successivement vaisseaux rayés, ponctués, scalariformes, réticulés, etc. Par conséquent on doit admettre l'existence des vaisseaux mixtes, anciennement décrits par M. de Mirbel, et qui avaient été rejetés par presque tous les phytomistes. C'est un fait maintenant hors de doute et que moi-même j'ai pu reconnaître un grand nombre de fois. Ces apparences diverses, qu'un même tube peut offrir dans les différents points de sa longueur, ont deux causes principales : 1° la structure intime des utricules, dont la réunion le constitue, qui peut être différente dans chaque utricule superposée; et, 2°, l'influence que les tissus environnants exercent toujours sur la nature des tubes ou vaisseaux avec lesquels ces tissus sont en contact. Nous avons déjà suffisamment mentionné ces deux points.

Il existe donc une extrême analogie entre ces diverses sortes de vaisseaux, qui passent ainsi insensiblement de l'une à l'autre. Aussi

les a-t-on comprises sous la dénomination générale de *fausses trachées*.

Les vaisseaux, en se réunissant entre eux, forment des faisceaux plus ou moins volumineux, que l'on désigne communément sous le nom de *fibres*. Les fibres végétales, comme on le voit, sont donc composées d'éléments creux et non pleins comme la plupart de celles qu'on observe dans les animaux. Ce sont elles qui constituent la trame et en quelque sorte le squelette des organes et surtout des organes foliacés des végétaux.

On appelle, au contraire, *parenchyme*, la partie composée essentiellement de tissu cellulaire, que l'on observe dans les fruits, dans les feuilles, etc. Cette expression s'emploie par opposition au mot *fibres*. Toute partie qui n'est point fibreuse est composée de parenchyme.

C'est en s'unissant de diverses manières que les tissus parenchymateux et fibreux constituent les différents organes végétaux. Dans tous, en effet, nous ne trouvons par l'analyse que ces deux modifications essentielles du tissu fondamental.

Comme nous l'avons déjà dit, il y a cependant des végétaux qui ne sont composés que de tissu utriculaire. Ils manquent de vaisseaux; tels sont, par exemple, les Champignons, les Algues, les Lichens et plusieurs autres familles de plantes cryptogames. C'est d'après ce caractère que M. de Candolle a divisé le règne végétal en deux grands embranchements : 1° les végétaux *vasculaires*, qui sont composés à la fois de tissu cellulaire et de vaisseaux; 2° les végétaux *cellulaires*, dans la structure desquels il n'entre que du tissu utriculaire.

§ 7. De l'origine et de la formation des vaisseaux.

On a beaucoup discuté sur la nature et principalement sur l'origine des vaisseaux des végétaux. Quand on examine une plante à son état naissant, elle n'est encore composée que de tissu cellulaire; plus tard, au contraire, on y trouve des vaisseaux. On a dû naturellement se demander comment ces nouveaux organes s'étaient formés au milieu du tissu cellulaire, où on les observe alors et où ils n'existaient pas auparavant. Cette question de la plus haute importance avait été souvent agitée, sans qu'on eût pu la résoudre directement par l'observation. Ainsi, les uns ont dit que c'était la sève qui, en s'élevant des racines vers les parties supérieures du végétal, se frayait des conduits à travers le tissu cellulaire, et qu'ainsi les vaisseaux n'étaient formés en quelque sorte que par une cause mécanique. Mais, en admettant que cette hypothèse fût vraie, ce que nous sommes loin de croire, elle n'expliquerait pas cette diversité

de forme et de structure qui existe dans les diverses sortes de vaisseaux, et spécialement celles des trachées.

M. Tréviranus est un des premiers phytotomistes qui aient reconnu que les vaisseaux sont toujours composés d'utricules superposées, dont les cloisons horizontales ont disparu.

Le second mémoire que M. de Mirbel a lu (3 décembre 1832 et 7 janvier 1833) à l'Académie des sciences, a jeté un jour tout nouveau sur cet important problème. Partant toujours de ce principe, qui entre ses mains a déjà été si fécond en résultats nouveaux, que, pour bien connaître un organe, il faut le suivre dans toutes les phases de son développement; M. de Mirbel, en étudiant la structure des organes reproducteurs du *Marchantia polymorpha*, est arrivé à l'un de ces grands résultats qui marquent une époque nouvelle dans une science. La face inférieure de cette expansion foliacée en forme de chapeau découpé, où sont placés les organes reproducteurs femelles, présente à l'époque de sa maturité des lames contournées en hélice ou tire-bouchon, qui servent à lancer comme autant de ressorts les propagules dont leurs parois sont recouvertes. Ces organes ont été nommés *élatères*, et il est impossible de n'y pas reconnaître la même structure que dans les vaisseaux trachées; cette analogie a été admise par plusieurs phytotomistes. Or, en examinant ces organes au moment où on commence à les apercevoir, le célèbre physiologiste dont nous analysons le travail a reconnu qu'ils consistaient d'abord chacun en une simple utricule. Ce fait est tellement important, que nous laisserons M. de Mirbel parler lui-même :

« Quand le pistil eut atteint le degré de développement que j'ai indiqué précédemment, les utricules intérieures se détachèrent les unes des autres, tandis que celles de la superficie restèrent étroitement unies, et constituèrent un sac ballonné bien clos, dans lequel les utricules intérieures se trouvèrent emprisonnées. Celles-ci n'eurent pas toutes le même sort; il y en eut qui se développèrent en longs tubes grêles, pointus aux deux bouts, et qui, si je ne me trompe, adhéraient par l'un de ces bouts à la face interne du sac, et d'autres, en beaucoup plus grand nombre, qui, de polyèdres qu'elles étaient d'abord, passèrent à la forme sphérique en arrondissant insensiblement leurs angles. Sur chaque utricule allongée en tube était faiblement collée une double série de ces utricules arrondies: les unes et les autres étaient encore remplies de sphéroïdes vertes.

« En avançant en âge, les utricules composant le sac et les utricules allongées en tubes éprouvèrent des modifications sur lesquelles je dois attirer toute l'attention des physiologistes. Trois ou quatre anneaux, placés parallèlement l'un au-dessus de l'autre, parurent en léger relief sur chaque utricule du sac. Ils faisaient corps avec la membrane utriculaire, et toutefois ils s'en distinguaient par leur

opacité. Sans la présence de cette membrane, je les aurais confondus avec les tubes à jour auxquels on a donné le nom de vaisseaux annulaires.

« Les utricules allongées en tubes ne différaient d'abord des autres utricules que par la forme; elles avaient donc une paroi membraneuse, mince, unie, diaphane, entière, incolore; mais elles ne tardèrent pas à s'épaissir, à perdre leur transparence, et elles se marquèrent tour à tour, dans toute leur longueur, de deux *stries parallèles* très-rapprochées et tracées en hélice. Puis elles grandirent, et leurs stries devinrent des fentes, qui découpèrent d'un bout à l'autre la paroi de chacune en deux filets, et les circonvolutions des filets s'écartèrent, imitant les circonvolutions du tire-bourre. Enfin, les deux filets se colorèrent en jaune de rouille, et la métamorphose fut si complète, que si je n'avais pas suivi les modifications pas à pas, je me garderais bien de dire aujourd'hui que ces deux filets furent primitivement une simple utricule; mais le fait est constant, et j'ai la conviction que quiconque recommencerait la série de mes observations, avec la forte volonté de ne rien laisser échapper de ce qu'il est possible de voir, arriverait au même résultat que moi.

« Chaque paire de filets roulée en hélice est désignée sous le nom d'*élatère* par les botanistes. L'identité organique est notoire entre les *élatères* du *Marchantia polymorpha* et les tubes découpés en hélice, que Grew a nommés *aer vessels*, et Malpighi *trachées*.

Plus loin l'auteur arrive à un résultat tout à fait semblable, en examinant la structure progressive de cette lame intérieure de tissu cellulaire qui revêt la face interne des anthères dans les végétaux phanérogames. A l'époque où les loges de l'anthère s'ouvrent pour laisser échapper le pollen, les utricules de cette lame celluleuse se présentent sous des formes très-variées, mais plus souvent découpées en lanières étroites et enroulées en hélice.

« A l'origine des utricules (j'entends à l'âge le plus jeune où il me fut possible de les observer) je trouvai qu'elles étaient membraneuses et closes. Cet état de choses dura presque jusqu'au moment de la déhiscence de l'anthère et de la maturité du pollen. Ce fut alors seulement qu'un changement extraordinaire se manifesta dans une ou plusieurs couches d'utricules placées immédiatement au-dessous de la lame utriculaire superficielle. Ses utricules s'agrandirent dans tous les sens, et leurs parois se divisèrent en lanières ou en filets, dont la position rappelait très-bien la forme primitive des utricules. La métamorphose ne se faisait pas par transitions appréciables; elle était si brusque, que je ne pus jamais surprendre la nature à l'œuvre. Quoi qu'il en soit, j'obtins la preuve la plus positive que les utricules à claire-voie étaient de simples transformations des utricules closes, et non des formations nouvelles.

« Ainsi, dans les anthères, les utricules percées de trous comme

les tubes poreux, fendues comme les fausses trachées, partagées en anneaux comme les tubes annulaires, découpées en hélice comme les trachées, ont été originairement des utricules membraneuses et closes, et ne sont après leur métamorphose que les analogues des tubes poreux, des fausses trachées, des tubes annulaires ou des trachées, lors même qu'elles ne s'allongent pas. En effet, la forme tubuleuse n'est qu'un caractère accidentel; n'avons-nous pas vu dans le *Marchantia* les utricules s'allonger en tubes pour former des racines ou des élatères, et les élatères devenir de tout point semblables aux trachées? »

M. de Mirbel a, par d'autres observations (*Comptes rendus de l'Institut*, 28 août 1837), confirmé cette transformation des utricules en vaisseaux qu'il avait déjà vue il y a plusieurs années. Ces nouvelles observations ont été faites sur des racines. Il a vu les utricules de la partie centrale former des séries longitudinales et s'accroître en longueur et en largeur. Dans leur intérieur se développait une sorte de mucilage organisé ou de tissu cellulaire mucilagineux, sur lequel nous reviendrons plus tard, quand nous traiterons spécialement de l'accroissement des végétaux. Pendant un certain temps, ces grandes utricules ne changèrent pas sensiblement d'aspect, puis tout à coup leur partie supérieure et leur partie inférieure disparurent sans qu'il en restât de traces. Les cavités des grandes utricules, séparées jusqu'alors par des diaphragmes, communiquèrent entre elles. Il en résulta un grand tube continu, dont la paroi s'élargit et s'ouvrit de fentes transversales parallèles, disposées en rangées longitudinales. Voilà donc un tube de la nature de ceux qu'on a nommés rayés ou fausses trachées, qui provient de la transformation d'utricules.

D'après ces belles observations et celles d'un grand nombre d'autres phytomistes, il est impossible de révoquer en doute la transformation d'utricules d'abord parfaitement closes en utricules et en tubes plus ou moins allongés, percés en apparence de fentes ou découpés en lanières étroites, enroulées en manière de tire-bourre. Tous les vaisseaux ou tubes qu'on trouve dans les plantes ont eu ainsi pour point de départ, pour origine commune, une série d'utricules. Ces utricules, ainsi que nous l'avons vu pour celles qui donnent naissance aux élatères du *Marchantia*, ne diffèrent en rien de toutes les autres au milieu desquelles elles se trouvent placées, et cependant quel changement n'éprouvent-elles pas? Nous devons donc admettre que toutes les utricules ne jouissent pas absolument des mêmes propriétés; il en est quelques-unes qui, sans qu'on puisse à l'avance le reconnaître par aucun caractère extérieur, ont la faculté de pouvoir se modifier sous l'influence de certaines causes, et même de changer entièrement de nature. Ainsi la cellule qui jouit de la propriété de pouvoir devenir un tube fendu ou une trachée n'offre rien à l'extérieur qui la distingue des autres. Cette utricule, une fois qu'elle a

éprouvé les modifications nouvelles dont elle est susceptible, s'accroît avec ses nouveaux caractères, comme toutes les autres parties de la plante, par suite de l'assimilation des matériaux que lui fournit la nutrition.

Ainsi en résumé on doit admettre que les vaisseaux ont eu pour origine une série d'utricules superposées, qui petit à petit par suite d'un dépôt secondaire qui s'est fait à leur intérieur, ont pris les caractères propres aux vaisseaux qu'elles doivent constituer et dont les diaphragmes ont successivement été résorbés.

§ 8. Du mode d'union des utricules et des vaisseaux.

Jusqu'à présent nous avons en quelque sorte séparé, isolé chacun des éléments anatomiques dont se compose le végétal pour mieux en étudier la structure et le mode de formation. Mais ces organismes divers sont unis entre eux et forment des masses tissulaires continues dans la plante en état de vie. Comment se fait cette union? Les utricules, les vaisseaux sont-ils simplement soudés entre eux par leur surface externe, ou bien existe-t-il une matière particulière interposée entre eux, et qui servirait à les souder et à les unir? C'est là une question qui a beaucoup préoccupé les physiologistes dans ces derniers temps. Les uns ont nié l'existence de cette matière intercellulaire; les autres au contraire en ont apporté des preuves. M. H. Mohl, dans un travail spécial sur ce sujet, est un de ceux qui ont le mieux défendu cette dernière opinion.

L'existence d'une matière intercellulaire amorphe interposée entre les éléments organiques des végétaux est incontestable dans certaines circonstances. Ainsi, dans beaucoup de plantes cellulaires, dans les frondes des *Fucus*, par exemple, les utricules qui les composent sont écartées les unes des autres à des distances souvent assez grandes, et leurs intervalles sont remplis par une matière amorphe, une sorte de gelée condensée qui est souvent plus abondante que la matière organisée.

Mais dans les végétaux plus élevés dans l'échelle organique, dans ceux qui sont à la fois pourvus d'utricules et de vaisseaux, cette matière intercellulaire existe-t-elle encore? c'est ce qu'il est plus difficile de prouver. Cependant on ne peut se refuser à admettre que, dans beaucoup de circonstances, il se fait, par la surface externe des utricules et des vaisseaux, un épanchement de matière organique qui s'interpose entre eux et peut être dans quelques cas reconnu. Mais, nous le répétons, cette matière n'est pas toujours discernable. Cependant beaucoup d'anatomistes admettent que la séparation des éléments anatomiques, que l'on obtient quand on fait bouillir un fragment de tissu végétal dans de l'acide nitrique, par exemple, est due à l'action que cet acide exerce sur la matière intercellulaire, qui en se dissolvant isole et sépare les utricules et les vaisseaux.

De l'Épiderme.

L'épiderme est une membrane transparente, incolore, qui recouvre toutes les parties du végétal exposées directement à l'action de l'air et des agents atmosphériques. Il est percé de petites ouvertures organisées qu'on désigne sous les noms de *pores corticaux* ou de *stomates*, et c'est sur lui que naissent les poils dont sont quelquefois recouverts les organes des plantes.

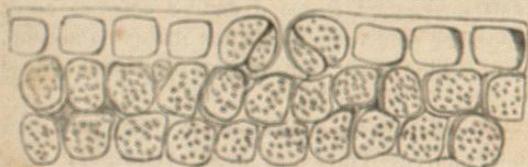
Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'origine et la structure intime de cet organe, et deux opinions bien distinctes partagent encore aujourd'hui les phytologistes. Les uns, à la tête desquels se place Malpighi, pensent que l'épiderme est formé par les utricules les plus extérieures du tissu cellulaire, épaissies et endurcies par l'action des agents atmosphériques. Les autres soutiennent avec Grew qu'il constitue une membrane tout à fait distincte du tissu sur lequel elle est appliquée.

La première de ces opinions a été appuyée par Krocher dans une dissertation spéciale publiée à Halle en 1801, et plus tard par MM. Bawer, Rudolphi, Bernhardt, Link, Moldenhawer; M. de Mirbel l'a de nouveau reproduite avec beaucoup de détails et en l'appuyant sur de nouvelles observations.

L'autre, au contraire, est défendue par de Saussure, Hedwig, MM. Treviranus, Amici, Adolphe Brongniart, H. Mohl et plusieurs autres.

Décrivons d'abord l'épiderme tel qu'il se présente ordinairement, après quoi il nous sera plus aisé d'apprécier les opinions qui ont été émises sur sa nature.

Fig. XXIX.



L'épiderme est une membrane celluleuse composée ordinairement d'une (Fig. XXIX), plus rarement de deux, de trois ou de quatre couches de cellules intimement unies entre elles. La forme de ces utricules est variable, suivant les différentes espèces où on l'observe; généralement, cependant, elle est déprimée et comme tabulaire, c'est-à-dire en forme de table. Très-souvent, par leur forme et leur grandeur, les utricules qui composent l'épiderme sont tout à fait différentes de celles du tissu sous-jacent. Ainsi, dans l'œillet, M. Amici a reconnu que les utricules de l'épiderme ont une forme quadrilatère, tandis que la couche placée immédiatement au-dessous consiste en de pe-

XXIX. Épiderme de l'*Iris germanica* coupé perpendiculaire, composé d'une seule rangée d'utricules, et montrant un stomate coupé perpendiculairement.

tits tubes ou utricules allongées et perpendiculaires. Les parois des utricules cuticulaires sont transparentes, incolores, et acquièrent ordinairement une épaisseur et une consistance notables. Ces utricules ne contiennent en général aucuns corpuscules de chlorophylle; cependant on en rencontre parfois dans quelques-unes, mais généralement en petit nombre. Dans quelques circonstances, ces utricules contiennent un liquide coloré, qui alors donne une coloration particulière aux parties qu'il recouvre. Ainsi, dans le *dracena terminalis*, ce liquide est purpurin et les feuilles ont une couleur pourpre assez intense.

Les parties des végétaux qui sont complètement plongées dans l'eau et les racines sont privées d'épiderme, ou du moins cette membrane, si on veut l'y admettre, n'est pas distincte du tissu sous-jacent. Dans les feuilles qui nagent à la surface de l'eau, la face supérieure qui vit dans l'atmosphère est couverte d'épiderme; l'inférieure en est dépourvue.

Bénédict de Saussure avait annoncé en 1762 avoir détaché de la surface des feuilles de plusieurs végétaux une membrane incolore résistante, n'offrant aucune trace d'organisation, et qu'il considérait comme le véritable épiderme. Hedwig, en 1793, était arrivé au même résultat. M. Adolphe Brongniart a publié (*Ann. sc. nat.*, février 1834) des observations curieuses qui mettent l'existence de cette membrane hors de doute. En

effet, par le moyen d'une macération plus ou moins prolongée, il est parvenu à isoler, des feuilles d'un grand nombre de végétaux, et entre autres du chou, de l'œillet, de l'agapanthus, du lis, de l'iris, etc., une membrane mince, non celluleuse, quelquefois seulement comme granuleuse, offrant des fentes en forme de boutonnières qui correspondent aux stomates; et des lignes réticulées et transparentes, en rapport avec les lignes de jonction des utricules que recouvrait la membrane (Fig. XXX). De ces observations et de celles du professeur Henslow, de Cambridge, qui sont tout à fait analogues, M. Brongniart arrive à cette conclusion que l'épiderme se compose de deux parties différentes :

Fig. XXX.



XXX. Cuticule enlevée par macération de l'épiderme des feuilles du chou (*Brassica oleracea*).

1° d'une membrane ou pellicule extérieure simple, continue, sans texture appréciable ou d'une apparence granuleuse, percée d'ouvertures allongées en forme de boutonnières, qui correspondent au milieu des stomates, et qu'on nomme la *cuticule*; 2° d'une, ou plus rarement de plusieurs couches d'utricules de formes variées, toujours différentes de celles du tissu cellulaire sous-jacent, intimement unies entre elles et pleines d'un liquide incolore ou coloré.

L'existence de cette membrane extérieure ne saurait être révoquée en doute, et en effet elle est aujourd'hui admise par la généralité des physiologistes. M. Hugo Mohl a publié un mémoire rempli de faits sur ce sujet (*Ann. sc. nat.*, XIX, p. 201). On peut reconnaître la présence de la *cuticule* par un procédé chimique très-simple. Si on traite par l'iode une coupe transversale d'épiderme, en général les cellules épidermiques restent incolores^a, tandis que la cuticule prend une teinte jaune foncée ou même brune. Si l'on place dans l'acide sulfurique l'épiderme traité par l'iode, la membrane cellulaire reste incolore, se dissout et prend dans un grand nombre de cas une belle couleur indigo, tandis que la cuticule teinte en jaune n'est point attaquée par l'acide. Quelques auteurs voient dans la cuticule une membrane bien distincte; d'autres, au contraire, M. Treviranus, par exemple, la considèrent comme un dépôt sécrété par la surface extérieure des utricules épidermiques.

La cuticule n'offre pas une organisation appréciable. M. Brongniart y a quelquefois reconnu l'existence de granulations. Ces granulations sont disposées en séries parallèles et spirales; d'autres fois elles se changent en lignes saillantes, ainsi que M. H. Mohl l'a constaté. Elle existe non-seulement sur la surface des parties recouvertes d'épiderme; mais on la retrouve également sur celles qui en sont dépourvues, comme les feuilles et les tiges des plantes submergées, les stigmates. Lorsqu'il existe des poils à la surface de l'épiderme, la cuticule s'étend sur chacun d'eux en leur formant une sorte de fourreau ou de gaine qui reste adhérente à la cuticule (Fig. XXX), quand on enlève celle-ci par le moyen de la macération.

Lorsqu'on étudie le mode de formation de l'épiderme sur certains végétaux d'un ordre très-simple, comme l'a fait M. de Mirbel pour le *Marchantia polymorpha*, par exemple, on voit que dans ces végétaux il ne constitue pas, à proprement parler, une membrane distincte, mais qu'il n'est rien autre chose que la couche la plus superficielle du tissu utriculaire qui forme la masse de la plante. Mais on arrive à une conséquence tout opposée, quand on suit le mode de formation de cet organe sur les plantes phanérogames. On reconnaît alors que l'épiderme a une origine toute spéciale, et qu'à toutes les époques, il forme une membrane bien distincte du tissu cellulaire qu'elle recouvre.

^a Il y a quelques exceptions à ce fait : l'épiderme des feuilles du *Cycas revoluta*, de l'*Hakea pachyphylla*, de l'*Elymus arenarius* prend une teinte jaune.

Les utricules qui constituent l'épiderme sont soudées entre elles avec beaucoup de force; c'est ainsi qu'on peut en enlever des plaques ou lambeaux plus ou moins étendus, sans qu'il se rompe. Quelquefois la paroi extérieure est sensiblement plus épaisse que les autres, ce qui, avec la cuticule qui est appliquée par-dessus, et qui est toujours intimement unie avec elle, augmente la force de résistance de l'épiderme. D'un autre côté, l'épiderme est peu adhérent par sa face interne avec le tissu qu'il recouvre; il existe toujours, entre lui et ce tissu, de nombreux espaces intercellulaires qui communiquent avec l'extérieur par le moyen des stomates.

Les parois des cellules de l'épiderme sont en général simples. Quelquefois, cependant, elles offrent des couches de dépôt plus ou moins manifestes, qui leur donnent une épaisseur sensible. Ces dépôts sont plus fréquents sur la face interne de la paroi extérieure; les parois latérales montrent quelquefois des ponctuations, et par conséquent des conduits pariétaux.

La surface extérieure de l'épiderme est ordinairement plane et continue. Plus rarement, elle a des élévations et des saillies, ainsi qu'on le remarque assez souvent sur certaines corolles, et particulièrement celles dont l'aspect est comme velouté.

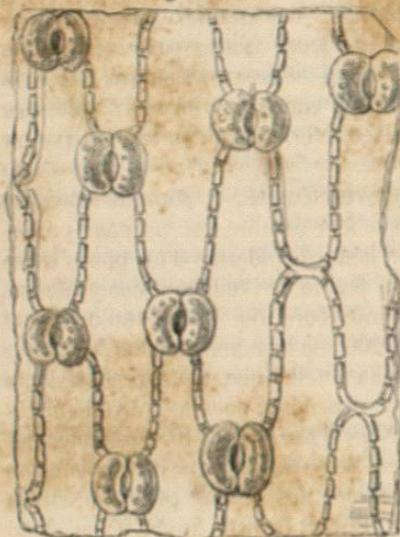
Examiné par sa face inférieure, l'épiderme montre un grand nombre de lignes formant un réseau irrégulier ou des mailles presque égales. Ce sont les utricules composant l'épiderme qui apparaissent ainsi, ces lignes n'étant que les parois qui les circonscrivent. Quelques auteurs, comme Hedwig, MM. Kieser et Amici, les ont à tort regardés comme des vaisseaux qu'ils ont nommés *vaisseaux cuticulaires*.

L'épiderme est fort remarquable par la quantité de silice qu'il contient. Cette matière incruste les parois des utricules épidermiques et surtout de la cuticule. Elle existe aussi dans les poils qui naissent de l'épiderme, et même dans les tissus qui composent les organes, quoique dans une proportion excessivement petite. Dans l'épiderme des Graminées et surtout dans celui de certaines espèces de prêles (*Equisetum hyemale*, par exemple), la silice est excessivement abondante. Dans cette dernière plante, elle donne aux petites aspérités de l'épiderme une consistance tellement dure, qu'on peut s'en servir pour polir des corps très-durs comme des métaux, par exemple. M. Payen, dans son mémoire sur les concrétions végétales, a donné le procédé très-simple à l'aide duquel on peut isoler la silice de l'épiderme. Il suffit d'incinérer une tranche mince de tissu épidermique sur une lame de platine, et de dissoudre les sels calcaires ou potassiques par l'acide chlorhydrique affaibli, et il reste alors le squelette siliceux.

Des Stomates. L'épiderme, ainsi que nous l'avons dit précédemment, offre un grand nombre de petites ouvertures nommées *poros*

corticaux, glandes corticales, glandes épidermoïdales, et enfin stomates, déjà observées par Malpighi et Grew * (Fig. XXXI). Ce

Fig. XXXI.



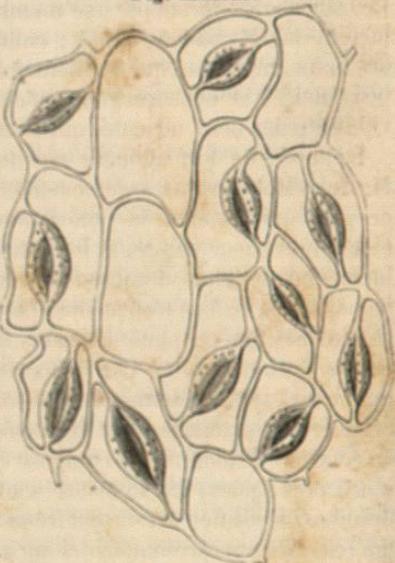
sont de petites bouches placées dans l'épaisseur de l'épiderme, s'ouvrant à l'extérieur par une fente ou ouverture ovale allongée, bordée d'une sorte de bourrelet formé par un nombre variable de cellules de l'épiderme, mais plus communément par deux qui ont la forme de croissants, dont les extrémités qui se touchent sont obtuses. Ce bourrelet, qui manque très-rarement, joue l'office d'une sorte de sphincter qui resserre ou dilate l'ouverture suivant diverses circonstances. Ainsi, selon M. Amici, l'humidité ou l'eau ferme les pores, tandis que la sécheresse et l'action des rayons solaires les tiennent ouverts et leurs bords écartés. Les mouvements de dilatation et de resserrement s'exécutent non-seulement sur la plante vivante, mais également sur des fragments d'épiderme détachés du végétal. Par leur fond, ces pores ou petites pochettes correspondent toujours à des espaces vides, remplis d'air, et qui résultent de l'arrangement et de l'écartement des cellules ou des tubes entre eux. Ces espaces intercellulaires communiquent presque toujours les uns avec les autres, et servent ainsi de moyen de diffusion aux fluides aëriiformes qui se trouvent dans l'intérieur des végétaux (Fig. XXXII). Quelques par-

* Gleichen, t. 2, f. 5, donne une excellente figure des stomates de l'épiderme dans le *Polypodium commune*; mais il les prend pour les étamines ou organes mâles de cette plante.

XXXI. Epiderme de *Iris germanica*. Les stomates sont disposés d'une manière régulière, au point de contact de l'extrémité de deux utricules.

XXXII. Epiderme du *Polygonum tinctorium*. Les stomates sont épars, sans ordre.

Fig. XXXII.



ties cependant paraissent dépourvues de stomates; tels sont les racines, les pétioles non foliacés, les pétales en général, l'épiderme des vieilles tiges, celui des fruits charnus, des graines, etc. Certaines feuilles n'en présentent qu'à l'une de leurs faces; par exemple, le poirier, l'olivier, le syringa, etc., qui en sont dépourvus à la face supérieure; le plus grand nombre, au contraire, en ont à toutes les deux; mais c'est surtout à leur face inférieure qu'on les observe en plus grande abondance.

Les stomates sont d'une excessive ténuité, et souvent tellement rapprochés les uns des autres, que leur nombre est vraiment prodigieux. Ainsi on a calculé qu'une lame d'épiderme d'un pouce carré prise sur la face supérieure de la feuille de l'œillet en contenait environ 38,500; sur la face inférieure du lilas, 160,000; le gui, au contraire, n'en offre que 200 sur la même étendue, etc.

Quoique la structure des stomates telle que nous venons de la décrire soit généralement admise, cependant quelques phytotomistes du premier ordre, MM. Link et Nees d'Esenbeck, par exemple, ont émis une autre opinion sur ce point. Selon ces savants, les stomates ne sont pas perforés; ce sont seulement des petites poches creusées dans l'épaisseur de l'épiderme. M. Robert Brown (*Suppl. Prod. Nov. Holland.*) partage cette opinion, et considère les stomates comme les glandes de l'épiderme. Ces organes ne sont pas perforés, dit-il. Leur disque est fermé par une membrane tantôt plus mince, et translucide, tantôt opaque, tantôt, enfin, très-colorée. Malgré l'autorité des noms imposants qui soutiennent cette opinion, elle nous paraît peu fondée, et nous croyons qu'en effet il existe véritablement un vide entre les deux utricules qui forment le bourrelet du stoma.

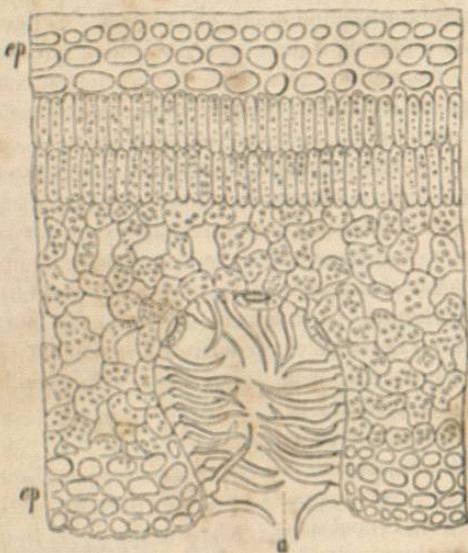
Le mode de formation de ces organes, tel qu'il a été décrit par M. Hugo Mohl, est un argument bien puissant en faveur de l'opinion de ceux qui croient à la perforation des stomates. En effet, d'après cette observation habile, la formation de la fente est due au dédoublement d'une cloison qui se montrerait dans l'intérieur de l'utricule, laquelle plus tard se trouve ainsi partagée en deux lèvres.

Leur position ou plutôt leur arrangement à la surface des feuilles, est toujours déterminé par la forme et l'arrangement des utricules qui composent l'épiderme. Toutes les fois que ces utricules sont irrégulières, les stomates sont dispersés sans ordre (Fig. XXXII). Quand au contraire l'épiderme se compose d'utricules disposées en séries et à peu près égales, les stomates sont arrangés régulièrement. Cette dernière disposition est surtout fréquente dans les plantes monocotylédones. Nous en présentons ici un exemple pris dans les feuilles de l'iris. Voir Fig. XXXI.

Il y a des plantes dans lesquelles les stomates se rapprochent les uns contre les autres dans certains points où ils forment des agglomérations plus ou moins volumineuses, tandis que les autres

points de la surface de l'épiderme en sont dépourvus. C'est ce qu'on observe très-bien dans les plantes des familles des Saxifragées, des Protéacées et de quelques autres.

Fig. XXXIII.



Les feuilles du laurier rose (*Nerium oleander*) offrent une particularité remarquable. A leur face inférieure existe un grand nombre de petites poches ou cavités à ouverture étroite, garnies intérieurement de longs poils. C'est dans le fond de ces cavités que les stomates existent (Fig. XXXIII). Ils sont réunis en grand nombre dans une même cavité et sont extrêmement petits.

Les utricules qui constituent les stomates sont généralement plus petites que celles de l'épiderme. Quelque-

fois les stomates sont parfaitement de niveau avec la surface de l'épiderme. Cependant il arrive aussi que ces organes peuvent être plus saillants que le reste de la surface de la cuticule, et forment alors des espèces de petits tubercules ou de rugosités, comme on le voit dans quelques plantes de la famille des Protéacées. Une disposition inverse de la précédente se montre aussi dans certaines plantes de la même famille : les stomates sont placés au fond de petits enfoncements circulaires dont les bords sont quelquefois relevés en saillie à la surface de l'épiderme.

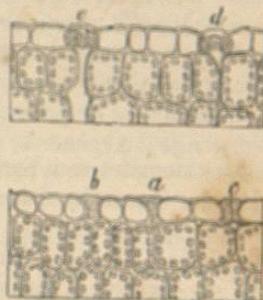
M. Hugo Mohl a publié (*Linnaea*, 1838, p. 544, et *Ann. sc. nat.*, 13, p. 222) des observations qui modifient celles de M. de Mirbel et complètent l'histoire du développement des stomates. C'est sur les feuilles de la jacinthe que ces recherches ont été faites. Dans la partie inférieure de la feuille encore renfermée dans le bulbe, on observe, dit M. Mohl, entre les cellules épidermoïdes, des cellules plus petites, quadrangulaires, et dont le diamètre transversal est un peu plus long que le longitudinal. Ces cellules, de même que celles de l'épiderme, sont incolores. Tantôt elles ne contiennent rien, tantôt elles

XXXIII. Coupe perpendiculaire de la feuille du laurier rose (*Nerium oleander*) a. Cavité située à la face inférieure, garnie de poils, et contenant les stomates dans son fond. ep. Épiderme composé de trois à quatre couches d'utricules.

renferment une masse légèrement grenue. Plus haut, vers le sommet de la feuille, on rencontre cette substance grenue réunie en une masse globuleuse, qui fréquemment cependant n'est point nettement limitée. En même temps il se forme une cloison au milieu de la cellule et dans la direction longitudinale de la feuille. Dans l'origine cette cloison n'est que légèrement indiquée, mais bientôt les lignes qui la limitent sont aussi nettement dessinées que celles qui marquent les parois latérales des cellules. Maintenant cette cloison commence à se dédoubler, par là s'établit la première trace d'un stomate, et la cellule originairement simple, se divise et forme les deux cellules du pore. Par suite du développement, les cellules qui entourent le pore s'agrandissent et la fente intermédiaire grandit dans une proportion encore plus forte. La masse mucoso-granuleuse est encore accumulée à la paroi interne de ces cellules et se trouve en communication avec les autres parois des cellules, au moyen de processus filiformes. Enfin dans le stomate parfaitement développé, la masse contenue dans les cellules qui bordent le pore se trouve également distribuée dans l'intérieur, et il s'y est formé des grains de chlorophylle.

Ce mode de formation des stomates paraît à peu près général. Nous figurons ici l'épiderme du *Nuphar lutea* sur lequel on peut parfaitement en suivre le développement, ainsi que l'a montré M. Trécul dans son travail sur l'anatomie et le développement de cette plante (Fig. XXXIV).

Fig. XXXIV.



On doit à M. de Mirbel des détails très-curieux sur l'origine et le mode de formation des stomates dans les plantes cryptogames, consignés dans son mémoire sur l'anatomie du *marchantia*. Sur un point de l'épiderme, il se montre une petite dépression placée au milieu d'une rangée circulaire de cellules disposées en anneau : cette fossette est due à l'écartement et à l'extension spontanée des cellules. Quand la fossette a atteint une certaine dimension, son fond se perce ou se fend en étoile, et bientôt le stomate se montre avec tous ses caractères. Ce mode de développement dans les plantes cryptogames s'éloigne sensiblement de celui qu'on observe dans les phanérogames.

Quel est l'usage de ces stomates? Sont-ils, dit M. Amici, destinés à l'absorption de l'humidité? Non; nous avons déjà vu qu'ils correspondent à des vides intérieurs privés de suc, que l'eau les fait fermer,

XXXIV. Épiderme de la face supérieure des feuilles du *Nuphar lutea*, montrant les degrés de formation des stomates. a. b. Utricules devant se transformer en stomates. Elles sont remplies d'une matière granuleuse. c. La cloison commence à se montrer. d. e. La cloison se dédoubler pour former l'ouverture du stomate.

que la lumière et la sécheresse les font ouvrir; en outre, ils manquent dans toutes les racines, ainsi que dans les plantes qui vivent constamment sous l'eau; ils ne servent donc pas à l'absorption de l'eau. Servent-ils à l'évaporation? Pas davantage. Si nous laissons sécher une plante détachée de sa racine, quoique les pores se ferment au bout de quelque temps, l'évaporation n'en continue pas moins, tant qu'il reste des fluides dans son intérieur; on a observé en outre que les corolles et les fruits, qui n'ont pas de pores corticaux, produisent cependant une évaporation abondante. Ils ne peuvent être mis, ainsi que M. Link l'avait pensé, au nombre des organes excrétoires, puisqu'ils correspondent toujours à des espaces vides.

La véritable fonction des pores corticaux consiste probablement à donner passage à l'air. Mais il n'est pas facile de déterminer avec certitude s'ils servent à l'inspiration plutôt qu'à l'expiration, ou à ces deux fonctions également. Si nous considérons que, pendant la nuit, lorsque les grands pores de l'épiderme sont fermés, les feuilles absorbent le gaz acide carbonique dissous dans la rosée, lequel pénètre indubitablement dans les cellules en traversant leur membrane, et si nous réfléchissons en outre que ces feuilles décomposent le gaz acide carbonique lorsque les pores sont ouverts, c'est-à-dire pendant le jour, nous pouvons conjecturer qu'ils sont uniquement destinés à l'exhalation de l'oxygène. Cet usage devient encore plus probable, si nous ajoutons que les corolles, qui d'après les observations de M. de Candolle manquent de pores, sont également privées de la propriété de dégager de l'oxygène.

Des Lenticelles.

La surface de l'épiderme présente quelquefois certains organes qui s'offrent sous la forme de petites taches allongées dans le sens longitudinal sur les jeunes branches, et dans le sens transversal sur les branches plus anciennes, que Guettard a le premier désigné sous le nom de *glandes lenticulaires*, et que M. de Candolle a plus récemment nommés *lenticelles*. On n'en a encore trouvé aucune trace ni dans les plantes monocotylédones, ni dans les acotylédones. Elles manquent également dans la plupart des herbes dicotylédones. Elles sont très-apparences sur l'épiderme du bouleau, et surtout du fusain galeux (*Evonymus verrucosus L.*) où elles sont très-proéminentes et très-rapprochées.

M. de Candolle avait admis que les lenticelles étaient des espèces de bourgeons latents d'où sortaient les racines adventives, naturelles ou accidentelles. Mais cette opinion est peu fondée, ainsi que l'ont prouvé les recherches de MM. Mohl et Unger sur ce sujet.

Les lenticelles, comme l'a fait voir M. Mohl (*An. sc. nat.*, X, p. 33), se remarquent particulièrement, avec les caractères qui les distinguent, sur les rameaux d'une année, tant que l'épiderme a con-

servé son intégrité. Plus tard il se déchire, et les lenticelles se changent alors fréquemment en verrues plus ou moins saillantes offrant quelquefois deux lèvres longitudinales. Les lenticelles sont placées sur la partie extérieure du parenchyme cortical, dont le développement constitue le liège, et que M. Mohl nomme *périderme*. Elles n'ont aucune communication avec la partie intérieure de l'écorce, ni avec le corps ligneux. Leur structure est entièrement cellulaire. Ce sont des cellules vertes, incolores ou diversement colorées, placées entre l'épiderme et le parenchyme vert, avec lequel elles se confondent insensiblement. A l'extérieur, comme elles ont été exposées au contact de l'air par suite de la rupture de l'épiderme, elles se sont desséchées et constituent une masse brune de matière subéreuse. Les cellules qui composent la lenticelle, généralement plus petites que celles du parenchyme cortical, forment des séries perpendiculaires à l'axe du rameau.

M. Unger (*An. sc. nat.*, X, p. 46) a émis une opinion encore plus précise sur l'origine des lenticelles. Pour cet observateur ingénieux, comme pour M. Mohl, les lenticelles procèdent toujours de la couche celluleuse placée immédiatement sous l'épiderme, qui se montre à l'extérieur par la fente d'un stomate qui s'est déchiré, et a en quelque sorte changé de forme et de nature. Selon M. Unger, les utricules qui le composent et qui se séparent si facilement les unes des autres, ont une certaine analogie avec les propagules ou organes reproducteurs de quelques plantes cryptogames.

Pour terminer tout ce qui a rapport à l'examen de l'anatomie des différentes parties constituantes et élémentaires de l'organisation végétale, nous devons nous occuper des glandes et des poils considérés dans leur structure anatomique.

Des glandes et des poils.

Les GLANDES (Fig. XXXV) sont des organes de formes variées qu'on observe sur presque toutes les parties des plantes, et qui sont souvent destinés à séparer de la masse générale des humeurs un fluide quelconque. Elles paraissent formées, ainsi qu'il résulte des recherches de M. de Mirbel, soit uniquement de tissu cellulaire, soit de tissu cellulaire très-fin dans lequel se ramifient un grand nombre de vaisseaux. Dans le premier cas elles seraient destinées à sécréter un liquide excrémentiel, qui suinte à l'extérieur et recouvre leur surface; dans le second, le fluide qu'elles sécrètent est reporté dans le tissu général, où il paraît servir à la nutrition.

Fig. XXXV.



Les organes qu'on a désignés sous le nom de *glandes*, ne sont fré-

XXXV. Glande capitulée, sur la tige du *Plumbago zeylanica*.

quemment que des transformations, des arrêts de développement d'autres organes, de folioles, de stipules, d'étamines, etc. Aussi, dans la plupart des cas, leurs fonctions n'ont-elles rien de commun avec celles des organes glandulaires des animaux, c'est-à-dire qu'elles ne sont le siège d'aucune sécrétion. Dans les végétaux, la simplicité de l'organisation n'exclut pas la diversité des fonctions. Ainsi, chez eux, un très-grand nombre de sécrétions n'ont-elles d'autre siège que certaines utricules, qui, sans offrir rien de particulier dans leur structure, jouissent cependant de la propriété d'extraire, de la masse des liquides contenus dans le végétal, des fluides spéciaux, comme des matières résineuses, des huiles grasses, volatiles, etc. Il est donc, comme on voit, extrêmement difficile de caractériser nettement, et par des caractères anatomiques, les organes qui dans les végétaux doivent porter le nom de glandes. En effet, tantôt ce sont de simples utricules, soit isolées, soit rapprochées en petit nombre, telles sont les glandes qui sécrètent les huiles volatiles dans les oranges et les millepertuis, etc.; tantôt ce sont des amas de tissu utriculaire contenant quelquefois des vaisseaux, formant des corps bien distincts, de formes très-variées, comme les glandes qu'on observe sur les pétioles des cerisiers, des pruniers, des passiflores, etc.

Ne pourrait-on pas, à l'exemple de M. Unger (*Ann. sc. nat.*, X, p. 52), donner le nom de *verruës* à tous les petits corps tuberculeux, si variés dans leur forme, qu'on trouve sur la surface d'un grand nombre de végétaux et qui ne paraissent accomplir aucune fonction sécrétoire; tels sont, par exemple, ceux des feuilles de l'*aloe verrucosa*. Les verrues sont dues constamment à un excès de développement du tissu de l'épiderme.

Il arrive fréquemment qu'au centre de la petite masse de tissu cellulaire qui constitue une glande, il se forme, par suite de l'accumulation du fluide sécrété, une cavité accidentelle, une lacune ou réservoir dans lequel ce fluide s'amasse. La glande observée dans cet état paraît donc creuse, mais originairement elle était pleine: c'est ce qu'on observe sur la fraxinelle, par exemple, sur l'*hypericum balearicum*, où les glandes finissent par prendre la forme de petites ampoules.

Il résulte des considérations qui précèdent, qu'on a dû désigner sous le nom de glandes un grand nombre de corps différents par leur origine, leur structure et leurs formes. C'est un point de l'organographie végétale qui appelle l'attention des observateurs. En attendant, voici les modifications principales des organes glandulaires dans les végétaux.

1° On nomme glandes *vésiculaires* de petits réservoirs remplis d'huile essentielle, logés dans l'enveloppe herbacée des végétaux. Elles sont très-apparences dans les feuilles du millepertuis, du myrte et de l'oranger, et se présentent sous l'aspect de petits points trans-

parents lorsqu'on place ces feuilles entre l'œil et la lumière. Ces prétendues glandes ne sont peut-être que des réservoirs où s'amasse le suc propre.

2° Glandes *globulaires*. Leur forme est sphérique; elles n'adhèrent à l'épiderme que par un point. On les observe surtout dans les *Labiées*. Elles contiennent de l'huile volatile.

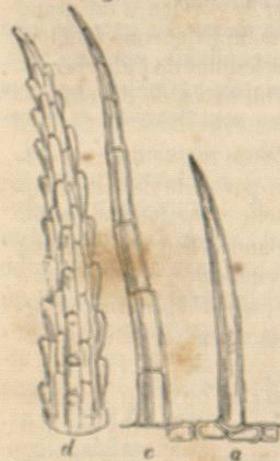
3° Glandes *utriculaires* ou en ampoules. Elles sont remplies d'un fluide aqueux, incolore, comme dans la *glaciale* (*mesembryanthemum cristallinum*), où ces glandes, placées sur toutes les parties herbacées de cette plante, lui forment comme une couche inégale et glacée.

4° Glandes *papillaires*. Elles forment des espèces de mamelons ou de papilles, qu'on a comparées à celles de la langue. On les trouve dans plusieurs *Labiées*, par exemple dans la sariette (*satureia hortensis*).

Enfin il y en a de lenticulaires, de concaves, de sessiles, d'autres qui sont portées sur des poils. La tribu des Drupacées dans la famille des Rosacées, la famille des Passiflores et beaucoup de Légumineuses, de Malvacées, offrent sur leur pétiole ou le limbe de leurs feuilles des glandes d'une forme très-variée, et qui souvent fournissent de bons caractères pour distinguer les espèces.

Les Poils sont des organes filamenteux, plus ou moins déliés, qui existent sur presque toutes les parties des végétaux. Il est peu de plantes qui en soient dépourvues (Fig. XXXVI). On les observe principalement sur celles qui vivent dans les lieux secs et arides. Dans ce cas, ils ont été regardés par quelques botanistes comme servant à multiplier et à augmenter l'étendue de la surface absorbante des végétaux. Aussi n'en voit-on pas dans les plantes très-succulentes comme dans les plantes grasses, ou celles qui vivent habituellement dans l'eau. C'est particulièrement sur les feuilles, et à leur face inférieure plus encore qu'à la supérieure qu'on les observe. Ils naissent principalement sur les nervures et leurs ramifications, et comme, en général, leur nombre reste le même à mesure que la feuille se développe et s'agrandit, les feuilles adultes semblent fréquemment moins velues que lorsqu'elles sont plus jeunes.

Fig. XXXVI.



XXXVI. a. Poil simple formé d'une seule utricule. c. Poil simple, formé de plusieurs utricules superposées. d. Poil simple à parois celluluses sur la tige du *Begonia heracleifolia*.