parmi ces plantes sont les ricins, les *Caladium*, les *Wigandia*, les *Ferdinanda*, plusieurs *Solanum*, les Bananiers, etc.]

Dans les ouvrages de botanique descriptive, on emploie des signes abréviatifs pour désigner la durée des végétaux. Ces signes sont ceux par lesquels les astronomes représentent quelques-unes des planètes. Ainsi, les plantes annuelles sont représentées par le signe du Soleil (☉), parce que la révolution de la Terre autour de cet astre dure une année; les plantes bisannuelles, par le signe de Mars (♂), dont la révolution sidérale est d'environ deux ans (686 jours); les plantes vivaces, par le signe de Jupiter (♃), dont la révolution sidérale est de plus de douze ans (4,332 jours); et enfin, les plantes ligneuses par le signe de Saturne (♄), dont la révolution autour du Soleil est de près de trente ans (10,758 jours).

Organisation de la souche. La souche n'est en général que la continuation souterraine de la portion aérienne de l'axophyte; aussi présente-t-elle à peu près la même organisation. Dans les *végétaux dicotylédonés* ligneux, elle est formée également d'une écorce et d'un corps ligneux. La première se compose de feuillets minces et superposés. Le corps ligneux est formé de couches concentriques mais, dans le plus grand nombre de cas, il n'existe pas de canal médullaire. Cependant on l'observe dans quelques souches de plantes dicotylédonées, le marronnier d'Inde par exemple. La structure anatomique de ces couches ligneuses ne diffère pas de celle de la tige. Des tubes fibreux et de fausses trachées les constituent; mais jusqu'à présent on n'y a pas constaté l'existence des véritables trachées.

Le rhizome, ou souche souterraine des plantes monocotylédonées offre également la structure que nous avons décrite pour la tige aérienne; mais on y trouve une zone corticale plus nettement marquée. Les faisceaux vasculaires épars dans la masse de tissu utriculaire présentent la même composition que ceux de la partie aérienne de l'axe; savoir, du tissu fibreux, des fausses trachées, des vaisseaux laticifères et des *trachées* déroulables. L'existence de ces derniers vaisseaux forme le caractère essentiel qui distingue la souche des végétaux monocotylédonés de celle des végétaux dicotylédonés.

CHAPITRE III

ORGANES APPENDICULAIRES DE LA SOUCHE

OU RACINE PROPREMENT DITE

Les organes appendiculaires, qui naissent de la souche ou de ses ramifications, sont ordinairement sous la forme de fibres plus ou moins grêles et déliées, communément cylindriques, simples ou rameuses, qu'on nomme les *fibres radicales*. C'est l'ensemble de toutes

ces fibres qui constitue la *vraie racine*, c'est-à-dire l'organe chargé de puiser dans le sol une partie des éléments nécessaires à la vie et au développement de la plante.

[On pensait généralement autrefois que les racines naissent sans aucun ordre sur la souche. M. Clos, professeur de Botanique à la Faculté des sciences de Toulouse, a montré dans sa thèse pour la licence, soutenue en 1848, qu'il n'en est pas ainsi. Les radicelles sont disposées dans tous les végétaux en séries longitudinales dont le nombre varie, mais est souvent semblable dans une même famille. On reconnaît très-bien cette disposition sur une racine de balsamine, de seneçon, de lupin, et même sur une petite rave, un navet, ou une carotte. Ces séries sont rectilignes ou obliques et le plus souvent au nombre de deux (Fumariacées, Papavéracées, Crucifères, Résédacées, Géraniacées, etc.), ou de quatre (Oxalidées, Hypéricinées, Malvacées, Euphorbiacées, Lythrariacées, Dipsacées, Ombellifères, Convolvulacées, Labiées, etc.). Quelques familles présentent à la fois le type de deux et de quatre rangs. Le type cinq existe dans les Solanées, mais il est très-rare que l'on compte six rangs comme dans quelques Synanthérées. M. Clos a désigné sous le nom de *Rhizotaxie* la disposition des racines sur la souche, par opposition à la *Phyllotaxie* ou disposition des feuilles sur la tige.]

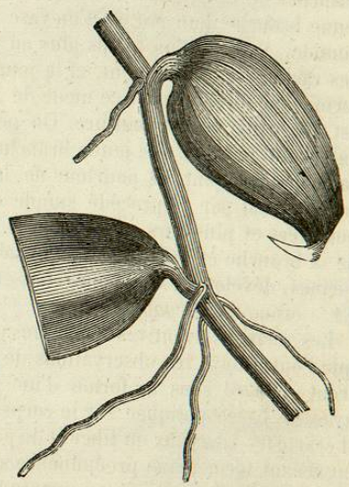

Fig. 61.

Les fibres radicales naissent communément de la partie souterraine de l'axe. Cependant la partie aérienne de cet organe peut également émettre des racines qui dans ce cas sont désignées sous les noms de *racines aériennes* ou *adventives* (*fig.* 61). Cette particularité s'observe surtout dans beaucoup de végétaux des pays tropicaux, où la chaleur et l'humidité, agents si puissants de la végétation, lui impriment une activité si grande. Beaucoup de Palmiers, de figuiers, d'Orchidées, d'Aroïdées, le manglier, le *Clusia rosea*, et en général les végétaux sarmenteux connus sous la dénomination générale de *lianes*, donnent naissance à des *racines aériennes* (*fig.* 61) tantôt libres et flottantes dans l'atmosphère, tantôt descendant jusqu'au sol, dans

Fig. 61. Racines aériennes naissant de la tige de la vanille (*Vanilla planifolia*).

lequel elles s'enfoncent pour y puiser de nouveaux aliments à la végétation. Enfin quelques plantes de nos climats, le maïs ou blé de Turquie par exemple, présentent souvent, dans les années humides et dans les terres très-substantielles, des fibres radicales et aériennes partant des nœuds inférieurs de la tige et descendant ainsi de la partie aérienne pour se fixer dans la terre.

En général, on a remarqué que ces racines adventives naissent plus particulièrement des parties de la tige où les sucs nutritifs éprouvent quelque obstacle à leur libre circulation, et en particulier des nœuds ou des nodosités accidentelles qui existent sur la tige et les branches.

On peut, à volonté, produire ces racines adventives sur les jeunes branches de la plupart des végétaux ligneux. Il suffit d'entourer la jeune branche d'un pot ou d'un vase quelconque contenant de la terre humide. Au bout d'un temps plus ou moins long, suivant les espèces, des racines se développent, et la jeune branche peut être séparée et former un sujet à part : ce mode de multiplication, appelé *marcotte*, est très-usité en horticulture. On peut obtenir le même résultat en enfonçant en terre une jeune branche détachée d'un sujet. Des fibres radicales naissent du pourtour de la section et forment bientôt une racine. C'est par ce procédé simple que l'on *bouture* les saules, les peupliers et plusieurs autres arbres. Enfin une feuille seule, détachée de sa branche et appliquée sur le sol humide, peut aussi pousser des racines, développer des bourgeons et reproduire un nouvel individu. Ex. : orangers, *Bryophyllum*, etc.

Les racines adventives ont toutes un même mode de formation, ainsi que l'ont prouvé les observations de H. Mohl et Unger. Elles se montrent d'abord sous la forme d'un petit mamelon conique et obtus, ayant la base appliquée sur le corps ligneux. Par son accroissement, il écarte les faisceaux du liber et du parenchyme cortical qu'il traverse, en venant former une proéminence sous l'épiderme. Dans cet état, la jeune racine ne contient pas encore de vaisseaux. Un peu plus tard, l'épiderme se déchire dans une direction parallèle à celle du tronc, et la racine se montre à l'extérieur en se dirigeant vers le sol. C'est alors seulement que les racines adventives commencent à montrer des vaisseaux.

Les fibres qui constituent la racine peuvent offrir des caractères variés. Tantôt elles sont grêles, menues, capillaires, simples ou rameuses, comme dans beaucoup de Graminées, le blé, les paturins, les bromes, etc. ; elles constituent la *racine capillaire* (*radix capillaris*). Tantôt elles sont plus ou moins épaisses, cylindriques, simples ou rameuses ; une racine composée de fibres de cette nature s'appelle *racine fibreuse* (*radix fibrosa*) (*fig.* 62). Elle est très-commune dans les plantes monocotylédonées, l'asperge, les iris, le poireau, les Palmiers, et en général dans tous les oignons ou bulbes, etc. Enfin, les

racines sont dites *tubériformes* ou *fasciculées* (*R. tuberiformis, fasciculata*) (*fig.* 63), quand les fibres qui les composent sont épaisses, charnues, et renflées en forme de tubercules ; par exemple celle des dahlias (*fig.* 63), des pivoines, des asphodèles. Il ne faut pas, comme nous l'avons déjà dit précédemment, confondre les racines tubériformes avec les véritables *tubercules*. Ceux-ci sont des souches souterraines, renflées, portant, sur différents points de leur surface, des bourgeons susceptibles de se développer en branches, et appartiennent à l'axophyte. La racine *tubériforme*, au contraire, se compose de fibres renflées, *organes appendiculaires* sans bourgeons, et par conséquent incapables de donner naissance à des tiges. On sait, en effet, qu'une fibre tubériforme de dahlia (nommée improprement *tubercule*) ne peut produire un nouvel individu qu'autant qu'elle adhère à une portion de la souche ou de la partie souterraine de l'axophyte, qui porte un bourgeon.

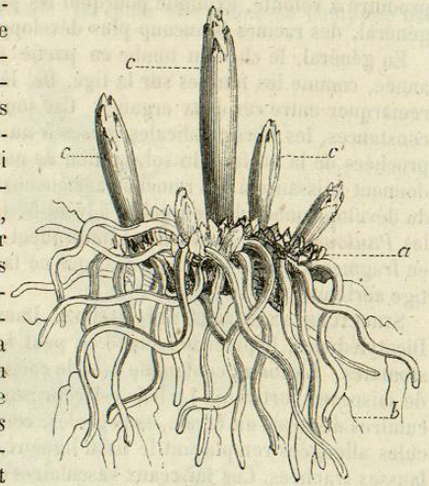

Fig. 62.

Ainsi, en résumé : 1° la racine est l'ensemble des fibres qui naissent de la partie souterraine de l'axophyte ; 2° elle peut être *capillaire*, *fibreuse* ou *tubériforme*, suivant la nature de ces fibres; 3° elle est *souterraine*, *aquatique* ou *aérienne*, suivant que ces fibres naissent des parties de l'axophyte situées dans la terre, dans l'eau ou dans l'air.

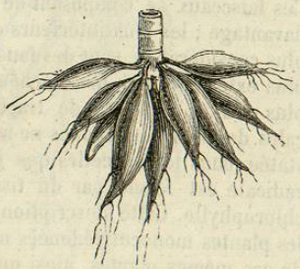
Fig. 63.

On a donné le nom de *chevelu* à l'ensemble des fibres grêles et menues qui constituent à proprement parler la racine. Le chevelu est en général d'autant plus abondant et plus développé, que le végétal vit dans un terrain plus meuble. Lorsque par hasard l'extrémité

Fig. 62. Racine fibreuse de l'asperge (*Asparagus officinalis*) : *c*, souche horizontale donnant naissance aux fibres radicales *b*, et aux jeunes tiges ou *turions c, c'*.
Fig. 63. Racine tubériforme et fasciculée du dahlia.

d'une racine rencontre un filet d'eau, elle s'allonge, se développe en fibrilles capillaires et ramifiées, et constitue ce que les jardiniers désignent sous le nom de *queue de renard*. Ce phénomène, que l'on peut produire à volonté, explique pourquoi les plantes aquatiques ont, en général, des racines beaucoup plus développées que les autres.

En général, le chevelu tombe en partie et se renouvelle chaque année, comme les feuilles sur la tige. De là l'analogie qu'on a cru remarquer entre ces deux organes. Car souvent, dans certaines circonstances, les fibres radicales, mises à nu accidentellement ou rapprochées de la surface du sol, au lieu de pousser de nouveau chevelu, donnent naissance à des rameaux aériens chargés de feuilles, provenant du développement de bourgeons adventifs. Certains végétaux ligneux, les *Paulownia*, les *Maclura*, se multiplient par leurs racines coupées en fragments plus ou moins longs, qui ne tardent pas à produire une tige aérienne.

STRUCTURE ANATOMIQUE DES RACINES. Dans les fibres radicales des Dicotylédonés, l'épiderme, quand on peut le discerner, n'offre pas de stomates. L'écorce, confondue avec le corps ligneux, ne présente pas de faisceaux corticaux. Le bois est représenté par des faisceaux vasculaires disposés en cercle, très-grêles, composés de quelques utricules allongées remplaçant le tissu ligneux, et d'un petit nombre de fausses trachées. Ces faisceaux vasculaires convergent vers la pointe de la racine et s'arrêtent avant la terminaison de celle-ci. L'extrémité est uniquement formée de tissu utriculaire.

Les fibres radicales des plantes monocotylédonées offrent à leur centre une zone circulaire de faisceaux vasculaires en nombre variable. Ces faisceaux se composent de vaisseaux spiraux, un, deux, trois ou davantage ; les plus intérieurs de ces vaisseaux, dont le diamètre est plus considérable, sont des fausses trachées ; le plus extérieur ou les plus extérieurs ont des trachées véritables, d'un diamètre beaucoup plus petit. L'existence de trachées déroulables dans les fibres radicales des Monocotylédonés ne saurait être mise en doute. Je l'ai constatée dans toutes celles que j'ai étudiées. Tout le reste de la fibre radicale est formé par du tissu utriculaire, sans granulations de chlorophylle. Cette description montre que les fibres radicales dans les plantes monocotylédonées ne sont pas organisées comme les tiges de ces mêmes plantes, ainsi qu'on le dit communément ; leurs faisceaux vasculaires, au lieu d'être épars dans toute l'épaisseur de l'organe, sont réunis en une zone circulaire et fort petite vers la partie centrale.

Les racines aériennes qui se développent sur la tige ont la même organisation intérieure que les fibres souterraines, et absorbent comme elles l'eau en nature, comme le prouvent les expériences de M. Duchartre.

[Suivant Schacht, toutes les racines sont munies de la *coiffe*

qu'on observe si facilement dans les racines des *Lemna*. Son développement n'est pas le même, mais sa structure ne varie pas. La coiffe est unie à l'axe de la racine par un chapelet de cellules contenant quelquefois de la fécule. La coiffe elle-même se compose de

Fig. 63 *bis*.

couches de cellules ; pendant que les extérieures meurent, les internes se produisent : c'est ce qu'on observe très-bien sur les racines adventives du *Pandanus odoratissimus*, lorsqu'elles sortent du tronc de l'arbre. Quand la racine sèche et se contracte, la coiffe recouvre la pointe comme un large chapeau. La coiffe est très-développée dans

Fig. 63 *bis*. *Jussiæa repens* L. (Onagraires) : *a*, racines flottantes simples ; *b*. racines flottantes pectinées ; *v*, racines aérifères faisant fonction de vessies natatoires.

les Conifères ; l'extrémité d'une racine de sapin coupée longitudinalement présente de dedans en dehors : 1° la moelle ; 2° l'axe végétatif, et autour de son extrémité et au devant d'elle la coiffe, qui se distingue par sa couleur brune. Cette coiffe, suivant Ch. Martins, se voit aussi très-bien sur les jeunes racines aérifères du *Jussiæa repens*, où elle se fait remarquer par sa couleur rouge. On distingue deux parties dans l'écorce des racines : l'extérieure, qui ne persiste pas longtemps ; elle est munie de poils et absorbe l'eau contenue dans le sol. Sur les racines aériennes des Orchidées elle prend le nom de *velamen radicum*. L'épiderme de cette écorce est très-mince et dépourvu de stomates. Les poils radiculaires sont toujours simples, très-rarement ramifiés : ex. *Opuntia Fícus indica*, *Calendula micrantha*, *Brassica Rapa*. Nombreux dans les Cactées, les Euphorbiacées, les pins, les *Hydrocharis*, ils manquent complétement dans le sapin, *Monotropa hypopitys* et *Cicuta virosa*. La couche interne de l'écorce se comporte comme dans la tige.]

[Dans les Dicotylédonés la racine se distingue de la tige par les caractères suivants : La moelle est presque toujours moins grosse, et dans les petites racines il est facile d'en méconnaître la présence. Cependant elle manque complétement dans le *Cicuta virosa*. Les faisceaux ligneux ne forment pas des anneaux aussi vite que dans les troncs. Le bois et l'écorce de la racine ont des cellules deux ou trois fois plus grandes que celle de la tige, et à âge égal moins de rayons médullaires ; mais ceux-ci sont en général plus larges. Dans les Conifères, les cellules de la racine ont 2 à 4 rangs de ponctuations ; dans la tige, la chlorophylle manque, excepté dans les racines aériennes. La fécule et le sucre y sont souvent abondants, mais ne se rencontrent pas simultanément dans la même racine. L'axe et le cambium sont riches en substance azotée. Les cellules contiennent souvent des cristaux.]

Usages et fonctions des racines. La fonction principale des racines consiste à puiser dans le sein de la terre, et en général dans le milieu où elles sont plongées, l'eau mélangée de diverses substances qui doivent servir à la nutrition de la plante. De plus, la racine sert pour la plupart des végétaux à les fixer au sol. Très-souvent, même par le peu d'étendue qu'elle présente et l'aridité du milieu où elle enfonce ses fibres (par exemple pour les plantes qui croissent sur les rochers ou dans le sable aride), la racine semble remplir uniquement cette dernière fonction. Mais, ainsi que nous venons de le dire, l'usage principal des racines, c'est l'absorption et l'introduction dans la plante de l'eau qui doit concourir à la formation des sucs nutritifs. Jusqu'en ces derniers temps, on avait cru que c'était uniquement par les extrémités des fibres radicales que cette absorption avait lieu. C'est, en effet, la partie essentiellement vivante, celle qui seule s'allonge pour augmenter la longueur de la racine. Mais les expériences de Ohlert (*Linnæa*, 1837, p. 609), confirmées par celles de Link (*Ann. sc. nat.*, 3e série, XIV, p. 10), tendent à modifier l'opinion généralement adoptée. Selon ces savants, ce ne sont pas les extrémités, uniquement formées de tissu utriculaire, qui absorbent, c'est toute la surface des fibres radiculaires dont le centre est occupé par des faisceaux de vaisseaux. Des plantes dont les extrémités des fibres radiculaires étaient exposées à l'air ont continué à croître avec vigueur. L'absorption s'exerçait donc par un autre point que par ces extrémités. Quoi qu'il en soit, ce sont les racines qui absorbent dans le sein de la terre les liquides qui servent à la nutrition du végétal.

[Duhamel avait établi que les racines croissent par leur extrémité. Ohlert a également confirmé cette opinion en la modifiant ; il a montré que les racines ne croissent pas précisément par leur extrémité, mais dans la partie située immédiatement au-dessus. Pour le prouver, Ohlert fait germer des pois, des lupins ou des haricots au haut d'un tube de plomb fendu dans toute sa longueur. Quand les racines sont descendues dans le tube, il marque avec de la couleur rouge 20 points espacés de 2 millimètres entre eux, depuis l'extrémité radiculaire qui porte le n° 20 jusqu'à 0^m, 04 au-dessus. Au bout de 24 heures on constate que le point 20 est toujours à la pointe ; les points de 1 à 18 sont également toujours à 2 millimètres l'un de l'autre, mais les points 18 à 20 se sont écartés notablement l'un de l'autre. L'accroissement se fait donc dans la partie située en deçà de la pointe sous la coiffe, et non la pointe elle-même.

Dans certaines espèces aquatiques du genre *Jussiæa* les racines se transforment en vessies natatoires qui soutiennent la plante à la surface de l'eau. Sur le *Jussiæa repens*, Ch. Martins[1] distingue quatre espèces de racines (voy. *fig.* 63 *bis*, p. 101) : 1° les racines simples filiformes, flottant dans l'eau ; 2° les racines pectinées, également flottantes ; 3° les racines rameuses qui plongent dans la vase ; 4° les racines transformées en vessies natatoires ovoïdes ou cylindriques par le développement d'un tissu lacunaire rempli d'air. Dans la plupart des végétaux aquatiques ce ne sont pas les racines, mais les feuilles qui remplissent le rôle de vessies natatoires. Ex. : *Utricularia vulgaris*, *Trapa natans*, *Pontederia crassipes*, *Aldrovandia vesiculosa*, etc., etc.]

ORGANES APPENDICULAIRES DE LA TIGE

Sur la tige, ou partie aérienne de l'axophyte, se montrent des appendices en forme d'expansions membraneuses, communément vertes : ce sont les *feuilles*. Avant leur épanouissement, les feuilles sont d'abord

1 Sur les racines aérifères ou vessies natatoires des espèces aquatiques du genre *Jussiæa* (*Mém. de l'Académie de Montpellier*, t. VI, p. 352, et *Bull. Soc. botanique*, t. XIII, p. 169).

renfermées dans des organes particuliers, formés d'écailles imbriquées en tous sens et qu'on appelle des *bourgeons*. Nous allons d'abord faire connaître ces organes.

CHAPITRE IV

BOURGEONS

Sous le nom général de *bourgeons* nous comprenons : 1° les *bourgeons* proprements dit ; 2° le *turion ;* 3° le *bulbe* ; 4° les *bulbilles*.

I. Bourgeons proprement dits. — Ce sont des corps ordinairement ovoïdes ou allongés, souvent pointus au sommet, formés extérieurement d'écailles étroitement imbriquées les unes sur les autres (*fig.* 64), et contenant à l'intérieur, tout à fait à l'état rudimentaire, une jeune branche chargée de toutes les feuilles qu'elle doit un jour porter. La jeune branche, lorsqu'elle se développe, est communément désignée sous le nom de *scion*. Les bourgeons naissent sur la tige et ses ramifications. Dans la plupart des cas, c'est à l'aisselle des feuilles qu'on les observe. En effet, à mesure que celles-ci se développent, on voit apparaître dans leur aisselle, c'est-à-dire dans l'angle formé par leur insertion sur la tige, de petits corps ovoïdes, d'abord uniquement formés par une masse de tissu utriculaire. Dans ce premier état, on les désigne sous le nom d'*yeux*. Petit à petit, leur volume augmente ; des écailles, d'abord peu distinctes, s'ébauchent à leur surface ; et quand, à la fin de l'été, les feuilles viennent à tomber, les yeux se sont successivement transformés en *boutons* ou en *bourgeons*, qui restent seuls sur le végétal, pour donner naissance, au printemps suivant, à toutes les jeunes pousses qui constituent la végétation nouvelle de chaque année. Aussi plusieurs auteurs ont-ils assimilé les bourgeons à l'embryon, qui, par son développement, est destiné à donner naissance à un nouvel individu. Mais le bourgeon en diffère essentiellement, en ce qu'il ne peut se développer et produire une nouvelle branche que s'il adhère à une tige vivante. Aussi a-t-on quelquefois appelé les bourgeons, des *embryons fixes*.

Les écailles qui constituent la partie la plus extérieure des bourgeons sont destinées à protéger la jeune branche contre le froid et l'humidité. On les observe plus particulièrement dans les bourgeons des arbres croissant dans les régions froides ou simplement tempérées, tandis qu'elles sont plus rares dans les arbres des pays chauds, où la végétation n'a pas à craindre les rigueurs de l'hiver. Très-souvent, dans les premiers de ces arbres, ces écailles sont recouvertes extérieurement d'une matière résineuse, sorte de vernis qui les rend impénétrables à l'eau, et garnies à leur face interne d'un duvet abondant qui les protége contre le froid.

Ces écailles sont ordinairement des organes arrêtés dans leur développement. Tantôt ce sont des feuilles, tantôt des stipules, ou même a base persistante des feuilles précédentes. Quoique au premier abord elles n'offrent pas une disposition régulière, cependant, en les examinant avec soin, on reconnaît aisément qu'elles présentent l'arrangement général des feuilles, c'est-à-dire qu'elles sont alternes, opposées ou verticillées, suivant la disposition des feuilles.

Les bourgeons ainsi revêtus d'écailles sont des bourgeons *écailleux*. Il y a aussi des bourgeons *nus*. Ce sont ceux dont toutes les parties se développent en feuilles ; ceux des *Daphne* et de beaucoup de plantes herbacées.

Quand on fend longitudinalement un bourgeon (*fig.* 64), on voit que la partie centrale de la jeune branche, celle qui représente la moelle, se continue sans interruption avec la moelle de la branche sur laquelle le bourgeon est développé.

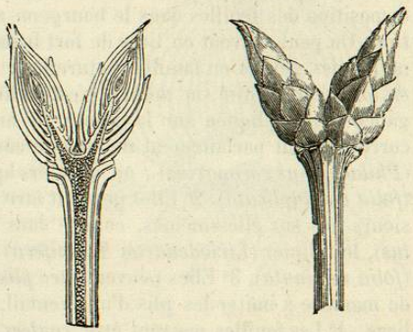

Fig. 64.

[Il est rare que l'écaille des bourgeons, dit Schacht, présente des faisceaux vasculaires bien développés. Cette circonstance nous explique pourquoi ils se développent moins que les feuilles. L'extrémité de l'écaille meurt, et ses cellules remplies d'air, et par conséquent mauvaises conductrices de la chaleur, protégent efficacement le contenu du bourgeon contre les froids de l'hiver. Lorsque la végétation recommence au printemps, ces écailles poussent pendant quelque temps : c'est ce qu'on appelle le gonflement des bourgeons. Les écailles intérieures croissent plus que les extérieures, mais lorsque le rameau paraît, elles se dessèchent et tombent. On le voit très-bien dans les Abiétinées, et aussi dans le chêne et le hêtre. Dans les Abiétinées, les écailles intérieures se détachent, les autres restent le long de la branche et forment de petites saillies visibles même sur les branches dont les feuilles sont tombées. Dans les arbres à feuilles caduques les écailles des bourgeons se détachent, mais les cicatrices forment des anneaux placés les uns au-dessus des autres, qui disparaissent seulement lorsque la première enveloppe verte est rejetée par la formation subéreuse. L'anatomie des écailles du bourgeon est fort simple ;

Fig. 64. Bourgeons du lilas.