

printemps et en automne. Son organisation paraît identique dans tous ses points ; cependant la partie qui touche à l'aubier se change insensiblement en bois, et celle qui touche au liber se change insensiblement en liber. Cette transformation est perceptible à l'œil de l'observateur. Dans un travail plus récent M. de Mirbel semble revenir à l'opinion la plus généralement admise sur la nature du cambium.

En effet, conjointement avec M. Payen (*Compt. rend., Ac. des sc.*, 16 janvier 1843), il a fait voir que le cambium ou la matière globulocellulaire qui précède l'apparition des cellules, offre une composition quaternaire et azotée, analogue à celle des matières animales. C'est le cambium qui selon ces deux savants jouit de la propriété de sécréter ou plutôt qui contient la cellulose, c'est-à-dire cette matière servant de base à tous les organes végétaux et dont la composition chimique est identique avec celle de l'amidon.

Notre opinion est en grande partie conforme à celle de M. de Mirbel, cependant elle en diffère sous certains points. En effet, pour nous le cambium est ce fluide nutritif qui au printemps afflue en abondance dans la couche celluleuse, que nous avons nommée zone génératrice. Ce n'est pas lui qui se transforme d'une part en une couche nouvelle d'aubier et d'autre part en une couche nouvelle de bois. Le cambium est le fluide essentiellement nourricier du végétal, comme le sang pour les animaux. Il contient tous les éléments propres à former les tissus et les différents principes qui doivent entrer dans la constitution du végétal. Mais, de même que le sang ne se transforme directement ni en muscles, ni en tissu cellulaire, ni en graisse, en un mot en aucun des éléments organiques des animaux, mais que seulement il fournit à chacun de ces organes les matériaux propres à leur développement, à leur entretien, de même aussi nous pensons que le cambium, dont on ne peut nier la similitude avec le sang des animaux, fournit à la fois les matériaux nécessaires à la formation du nouveau liber et des nouvelles couches ligneuses. N'oublions pas que ces nouveaux tissus se montrent d'abord sous la forme d'utricules, avant de devenir fibres ou vaisseaux.

En effet, au moment où les phénomènes de la végétation vont se produire, il existe, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, entre le bois et l'écorce, une couche de tissu utriculaire qui les réunit l'un à l'autre. C'est dans la portion la plus intérieure de cette couche celluleuse, dans celle qui touche le corps ligneux, qu'on voit affluer en abondance les sucs nutritifs. Ces sucs, par leur présence même, déterminent la formation d'un grand nombre d'utricules nouvelles, soit par l'apparition de cloisons dans l'intérieur des utricules déjà existantes, soit par celle d'utricules nouvelles entre celles déjà formées. Cette masse utriculaire ne tarde pas à se séparer en deux portions, l'une appliquée contre la surface externe du corps ligneux se transforme petit à petit en bois ; dans l'autre, dans celle qui est rapprochée

de la face interne du liber, s'organisent de nouveaux faisceaux fibreux et libériens ; l'une et l'autre restent séparées par une zone de tissu utriculaire dans laquelle se fait une formation incessante de nouvelles utricules, jusqu'au moment où s'arrêtent les phénomènes de la végétation. Alors le tissu cellulaire, composant la zone génératrice, reste comme moyen d'union entre le bois et l'écorce qui viennent de se former, et c'est en lui que se montrera l'année suivante la succession des phénomènes que nous venons d'exposer et qui donneront encore naissance à de nouvelles formations ligneuses et libériennes.

Ainsi donc, et pour nous résumer, la formation annuelle des nouvelles couches ligneuses et libériennes, est due à la transformation de la couche celluleuse qui unit le bois et l'écorce et qui s'augmente et se reproduit incessamment par l'afflux des sucs nutritifs, d'une part en faisceaux fibreux qui constituent un nouveau feuillet de liber, et d'autre part en faisceaux fibreux et vasculaires, qui forment une nouvelle couche de bois. A notre avis, les fibres ligneuses et celles de l'écorce ne *descendent* pas de la base des bourgeons, elles se forment, elles s'organisent dans la place même où on les observe. C'est le tissu utriculaire qui de proche en proche, et souvent avec une rapidité surprenante, se transforme en vaisseaux, par l'allongement de ses utricules, par la résorption des cloisons qui les séparaient, et par les modifications que les dépôts secondaires viennent apporter dans la nature de leurs parois. En général, c'est l'afflux des liquides séveux qui est la première des causes qui agissent pour opérer la transformation du tissu utriculaire en vaisseaux. Mais plusieurs autres causes peuvent également contribuer à cet important résultat. Ainsi les feuilles, par l'influence immense qu'elles exercent sur tous les phénomènes de la vie végétale, seront dans beaucoup de circonstances le point de départ de causes excitantes qui détermineront la métamorphose des utricules en vaisseaux. C'est alors que les fibres se continueront de leur base jusque dans l'axe végétal. Mais ces fibres ne descendront pas de feuilles, seulement elles se *continueront*, avec celles qui se seront organisées dans leur intérieur.

De même la formation de nouvelles racines, soit dans l'intérieur de la terre, soit dans l'atmosphère, qui y seront des organes puissants d'absorption, ou enfin tout autre phénomène analogue, pourront être des causes excitantes propres à opérer le changement des utricules en fibres, et comme le mouvement nutritif s'exercera ici de bas en haut, la transformation successive pourra s'opérer dans le même sens. Mais je n'admets pas non plus que dans ce cas les fibres *montent* des parties inférieures vers les supérieures. La cause excitante, le point de départ exercent leur action de bas en haut, mais ils agissent sur des organes occupant déjà la place qu'ils devront conserver toujours malgré les transformations qu'ils pourront éprouver.

III. *Accroissement de la tige des Monocotylédones.*

Presque tous les auteurs qui avaient parlé autrefois du mode de formation primitive et du développement de la tige ligneuse des arbres monocotylédones nous paraissent avoir commis une erreur grave. Tous, en effet, affirment qu'un palmier, par exemple, qui se développe par suite de la germination d'une graine, n'a d'abord pas de tige, et que cet organe se forme à la fin de la première année par suite de la soudure de la base du petit nombre de feuilles qui résultent de l'évolution de la gemmule. Duhamel me paraît être le premier qui ait émis cette opinion; les observations que j'ai faites m'ont prouvé qu'elle était erronée. Le palmier qui commence à se développer a bien réellement une tige dès la première année; et cette tige n'est pas formée par la soudure des bases des feuilles qui persisteraient, et qui, réunies et soudées ensemble, constitueraient une sorte d'anneau, auquel s'ajouteraient tous ceux dont le développement successif doit former le stipe. En examinant un jeune palmier pendant la première année de sa végétation, j'ai reconnu qu'il offrait les organes suivants: 1° une tige; 2° des fibres radicales; 3° des feuilles.

La tige se présente sous la forme d'un corps charnu, cylindrique, très-court, arrondi à son extrémité inférieure, qui est nue et tronquée. De son tiers inférieur naissent un assez grand nombre de fibres radicales cylindriques et ramifiées. Dans ses deux tiers supérieurs, elle donne naissance à de larges écailles redressées, terminées en pointe à leur sommet, puis à cinq ou six feuilles longuement pétiolées, ayant leur pétiole élargi et membraneux à sa partie inférieure, qui est semi-amplexicaule. Les écailles extérieures et inférieures dont nous venons de parler sont bien évidemment des feuilles rudimentaires. La partie centrale et terminale de la tige est occupée par une longue gaine coupée obliquement à son sommet, de laquelle sortent deux feuilles. Enfin, dans l'intérieur de cette gaine, et entre les bases des deux feuilles qu'elle entoure, se trouve un bourgeon terminal très-allongé, destiné au développement ascensionnel qui aura lieu l'année suivante.

Il y a donc ici bien évidemment une tige de laquelle naissent les fibres radicales, les écailles, les feuilles et le bourgeon terminal. Cette tige offre la même organisation que celle des autres plantes monocotylédones, seulement elle est beaucoup plus courte. Elle n'est pas soumise à cette élongation ascendante rapide qui détermine le développement de la gemmule ou premier bourgeon de la jeune plante, non-seulement dans les plantes dicotylédones, mais encore dans les plantes monocotylédones à tiges herbacées. Ainsi, sous ce rapport, il n'y a aucune distinction essentielle entre le jeune monocotylédoné destiné plus tard à offrir un stipe ou tige ligneuse et celui qui ne présentera qu'une tige herbacée. C'est donc à tort que les phytoto-

mistes ont dit que la tige des Palmiers et autres Monocotylédones ligneux était formée par les bases des feuilles, qui en se soudant constituaient une sorte d'anneau.

A la fin de la première année, la tige monocotylédone destinée à devenir ligneuse est très-courte et comme charnue. De sa partie inférieure naissent les fibres radicales. Ses parties latérales et extérieures sont recouvertes par le petit nombre de feuilles et d'écailles qui se sont développées. Son sommet est occupé par un bourgeon terminal qui se confond presque complètement avec elle. Celui-ci, l'année suivante, se développe de la même manière, c'est-à-dire excessivement peu en hauteur. Les feuilles de la première année sont rejetées plus en dehors par l'accroissement excentrique de la portion de tige qui les supporte. Il y a donc ici, comme dans toutes les autres tiges, simultanément développement en épaisseur et développement en hauteur.

L'axe du jeune bourgeon, sur lequel les feuilles rudimentaires qui le composent étaient attachées, étant la continuation de la tige de l'année précédente, c'est par le moyen de ces axes successifs, qui sont ainsi sans interruption la suite les uns des autres, qu'a lieu l'accroissement en hauteur. Et comme chacun de ces axes est très-court, environné de tous côtés par un certain nombre de feuilles qui finissent par se détacher, ils forment en quelque sorte autant d'anneaux superposés, de telle manière que la tige semble constituée par une suite de disques empilés les uns sur les autres. Mais, en examinant avec plus d'attention les cicatrices laissées par les feuilles sur la tige au moment où elles sont tombées, on reconnaît qu'elles ne constituent pas des anneaux, mais des lignes spirales et enroulées, disposition qui est celle des feuilles dans les plantes monocotylédones, comme dans les plantes dicotylédones.

Cet accroissement en hauteur est ordinairement très-lent dans la plupart des Monocotylédones, et particulièrement dans la famille des Palmiers. On le conçoit très-bien quand on songe à la brièveté de l'axe ou support des feuilles. Aussi la plupart des Palmiers exigent-ils une longue suite d'années pour que leur stipe acquière une certaine hauteur, et quelques-uns même, comme le *chamærops humilis*, ont-ils une tige qui reste constamment à l'état rudimentaire, excepté dans quelques cas rares où elle acquiert une hauteur plus ou moins considérable.

D'autres fois, au contraire, la tige ligneuse des Monocotylédones s'accroît avec assez de rapidité, comme dans certains *dracæna* par exemple. C'est qu'alors l'axe central du bourgeon offre une élongation plus considérable, et qui le rapproche sous ce rapport de la tige herbacée des autres Monocotylédones.

De ce que nous avons dit précédemment, il résulte que si on vient à enlever le bourgeon terminal d'un palmier, non-seulement on arrête

son accroissement en hauteur, mais le plus souvent on le tue, parce qu'on en retranche la seule partie véritablement végétante. C'est ce qui arrive en effet, comme chacun sait, pour ceux de ces palmiers dont on mange le bourgeon terminal sous le nom de *chou-palmiste*. L'arbre périt ordinairement dès qu'on l'en a retranché. Cependant il arrive quelquefois que cette ablation de l'organe végétant d'une tige ligneuse de monocotylédone n'est pas suivie de la mort de l'individu. Dans les *dracæna*, par exemple, l'enlèvement du bourgeon terminal amène ordinairement l'apparition et le développement de quelques bourgeons adventifs, qui finissent par former des branches destinées à remplacer la tige principale qui cesse de croître en hauteur. On sait en effet que les plantes monocotylédones, tout en différant, pour la plupart, des plantes à deux cotylédons, parce qu'elles n'offrent point de bourgeons latéraux à l'aisselle de leurs feuilles, bourgeons destinés à donner naissance à des rameaux, jouissent cependant de la propriété de pouvoir dans certains cas former des bourgeons accidentels ou adventifs, dont le développement produit des ramifications. C'est ainsi que se forment les branches dans les *dracæna*, et probablement dans les autres monocotylédones dont on a retranché la tête; c'est ainsi également que quelques stipes de Monocotylédones sont naturellement rameux, comme ceux du palmier Doum de la Thébaïde (*crucifera thebaica*); de plusieurs espèces d'*yucca* et de *dracæna*, etc.

L'accroissement en diamètre du stipe d'une monocotylédone ne peut avoir lieu que tant que la portion déjà existante ne s'est pas encore complètement solidifiée. De nouvelles fibres vasculaires peuvent se développer au milieu du tissu utriculaire qui constitue la masse de la tige, et se rendre successivement par sa partie centrale dans les feuilles dont se compose le bourgeon terminal. Les fibres plus anciennes, rejetées vers l'extérieur du stipe par ce développement incessant de fibres nouvelles dans le centre, se pressent fortement les unes contre les autres, et finissent par acquérir la solidité du bois, tandis que les intérieures sont encore molles et herbacées. Dès que les fibres extérieures de la tige sont devenues ligneuses, l'accroissement en diamètre est presque complètement arrêté, et la lignification gagne de proche en proche et par un mouvement centripète les fibres les plus intérieures. Il résulte de là qu'une tige de monocotylédone n'a pendant longtemps de fibres lignifiées qu'à sa partie extérieure, où elles forment en se soudant une sorte de cylindre creux, dont l'intérieur est rempli par des fibres encore distinctes et séparées les unes des autres par du tissu utriculaire. Mais par la suite elle finit par former une seule masse ligneuse, dont la partie externe conserve néanmoins toujours une plus grande solidité. C'est ce que montre la tige de la plupart des Palmiers ou autres Monocotylédones ligneuses.

Lorsqu'une tige de Monocotylédone ligneuse cesse de s'accroître

en hauteur à la suite de la résection du bourgeon terminal, et qu'il se développe une ou deux branches par l'apparition et l'évolution de quelques bourgeons adventifs, il se passe un changement très-remarquable dans le mode d'accroissement en épaisseur de la tige. Ce n'est souvent plus par l'intérieur que se fait cette augmentation de volume, mais par la partie extérieure et par un mode qui tient en quelque sorte le milieu entre celui des Monocotylédones et celui des Dicotylédones, quoiqu'il se rapproche beaucoup plus du premier. C'est du moins ce que j'ai observé dans un *dracæna marginata* qui, par suite de la mort du bourgeon terminal et de sa résection, avait poussé deux branches qui bifurquaient l'ancienne tige immédiatement au-dessous du point où elle avait été coupée. Les bourgeons adventifs se développent dans la couche celluleuse et extérieure de la tige, dans celle qui représente l'enveloppe herbacée de l'écorce des arbres dicotylédones. Par suite du mouvement vital suscité dans cette partie par l'évolution des nouveaux bourgeons auxquels elle a donné naissance, la nutrition y devient plus active, les sucs séveux y affluent, et c'est alors dans cette partie que se forment les fibres ou faisceaux vasculaires qui se rendent aux nouveaux bourgeons et aux rameaux qu'ils produisent. Il résulte de là qu'à mesure que ces deux nouveaux rameaux se développaient, la tige ancienne s'accroissait en diamètre, par la formation de nouvelles fibres et de nouvelles utricules à sa partie externe. Car la partie déjà développée au moment où le bourgeon terminal a été enlevé, n'éprouve plus d'augmentation, mais néanmoins continue à rester vivante. C'est dans la couche celluleuse extérieure que l'accroissement a lieu, et par conséquent contrairement à ce qui se passe dans le développement normal du stipe. Néanmoins la partie ainsi nouvellement formée suit dans son accroissement les lois ordinaires aux Monocotylédones, et c'est à la partie la plus intérieure, c'est-à-dire à celle qui est en contact avec la tige ancienne, que s'ajoutent les fibres les plus récemment formées.

Dans ces dernières années, M. de Mirbel a fait sur l'accroissement de la tige des Monocotylédones, des observations fort importantes et qui tendent à éclairer le mode encore si obscur et si contesté de la formation de leurs fibres (V. *Mém. sur quelques végétaux monocotylédones. Compt. rend.*, 12 juin 1843, et *Mém. sur le Dracæna. Compt. rend.*, 7 oct. 1844).

Pour bien se rendre compte de l'origine et de la structure vraie d'un organe, il faut nécessairement remonter à son apparition première et suivre pas à pas la formation successive des diverses parties dont il se compose. C'est ce qu'a fait M. de Mirbel. Voulant connaître l'origine de ces fibres si nombreuses enchevêtrées les unes dans les autres qu'on trouve dans le stipe du dattier (*phanix dactylifera*), il ne s'est pas contenté d'étudier ces fibres toutes venues, il a voulu voir d'où elles viennent, comment elles commencent, comment elles

s'accroissent et arrivent à l'état de fibres ligneuses. Pour atteindre ce but, il a fait une étude approfondie, scrupuleuse du bourgeon qui termine le stipe du dattier à son sommet. Ce travail est trop important pour que nous n'en donnions pas ici une courte analyse.

Le bourgeon terminal du dattier ou le *phyllophore* ainsi que quelques auteurs l'appellent, au lieu de s'allonger en cône comme cela a si souvent lieu dans les végétaux dicotylédons et beaucoup de monocotylédons, affecte à son sommet la forme d'un hémisphère fortement déprimé à son centre. Il est recouvert de feuilles nombreuses pressées les unes contre les autres et régulièrement disposées en spirale, d'autant plus jeunes et par conséquent moins développées qu'on les observe plus vers le centre de la dépression. Si l'on fend ce bourgeon suivant sa longueur, on voit dans son intérieur, un peu au-dessous du centre déprimé, un tissu transparent composé d'utricules extrêmement jeunes abreuvées d'une grande quantité de sucs nutritifs. Ce tissu est dans un état continu d'accroissement et de rénovation : c'est lui en effet qui, par sa partie supérieure, donne incessamment naissance aux nouvelles feuilles qui, petit à petit, sont rejetées vers la périphérie du phyllophore.

« Une innombrable quantité de filets presque invisibles à l'œil, tant ils sont grêles et transparents, dit M. de Mirbel, partent de tout le pourtour interne du stipe et s'élèvent vers la partie haute et centrale du phyllophore dont ils suivent intérieurement les contours superficiels. Tous vont s'allongeant et se rapprochant par leur extrémité supérieure, de la base des jeunes feuilles avec lesquelles, plus tôt ou plus tard, ils se mettent en communication directe. Quelquefois, dans le tissu qui limite le fond de la dépression, j'ai surpris ces filets au moment où ils s'acheminent vers les faibles linéaments de feuilles dont la présence ne se révèle encore qu'à l'anatomiste aidé des plus puissants microscopes. J'ai distingué alors dans la masse cellulaire située immédiatement au-dessous de la dépression, deux fentes parallèles et horizontales qui divisent le tissu en deux couches, dont l'une est superposée à l'autre. Chaque couche est une feuille naissante : la supérieure est la plus vieille, aussi se développe-t-elle la première, puis en vient une deuxième et souvent une troisième. Tandis que ces feuilles s'accroissent et se fortifient, d'autres commencent à poindre. Ce que je vais dire touchant le développement de la première s'applique à toutes les autres. La couche cellulaire qui la constitue à sa naissance se soulève en forme d'ampoule, et bientôt au moyen d'une déchirure circulaire, se sépare du tissu sous-jacent dans la majeure partie de son contour. L'isthme, si je puis ainsi dire, par lequel elle reste unie au phyllophore, est le pétiole naissant et c'est le point vers lequel s'est dirigé le premier filet et se dirigeront tous les autres à mesure que la feuille s'accroîtra

Maintenant elle se dresse et ressemble à un cuilleron; bientôt elle s'allongera et affectera la forme d'un capuchon pointu, à bord garni d'un gros bourrelet irrégulier, et sa partie postérieure offrira dans toute la longueur de sa région dorsale un épaississement notable dû au développement progressif du pétiole. Les deux joues du capuchon sont formées par le double rang de folioles de la feuille; le bourrelet qui unit ces folioles par leur sommet, ne tarde pas à être résorbé, et comme elles ne sont que juxtaposées bord à bord, elles s'isolent bientôt les unes des autres. »

Il résulte de ces observations faites sur la partie terminale de l'axe qui donne successivement naissance aux feuilles, et que pour cette raison on nomme le phyllophore, que les fibres naissent du pourtour du stipe et que leur formation marche vers la base des feuilles. Dans leur partie inférieure, c'est-à-dire vers leur point d'origine, leur organisation est plus complète que vers la base de la feuille où elles sont encore transparentes, celluluses et à peine ébauchées. Quand on remonte ainsi vers le moment de leur première apparition, on voit évidemment qu'elles ne tirent pas leur origine des feuilles dont elles sont encore séparées par un intervalle sensible. Et d'ailleurs à l'époque où les fibres commencent à être perceptibles dans le phyllophore, les feuilles nouvelles, sous l'apparence d'un bourrelet ou d'un simple mamelon, ne sont composées que de tissu utriculaire, comment alors pourraient-elles par leur base donner naissance à des faisceaux vasculaires, puisqu'elles n'en contiennent pas encore?

On peut facilement vérifier cette observation sur les plantes les plus communes et en particulier sur les bulbes, au premier moment de leur végétation. Le plateau, qui est une véritable tige, très-déprimée et dans laquelle les entre-nœuds sont excessivement rapprochés, se termine à son sommet par un mamelon de forme variée. C'est de ce mamelon que naîtront successivement les jeunes feuilles. Elles apparaissent d'abord sous la forme de plis qui, fréquemment, embrassent toute la circonférence de la tige et représentent la gaine qui termine ordinairement les feuilles inférieurement. A cette période, les feuilles rudimentaires, comme le mamelon, ne sont encore composées que de tissu utriculaire. Mais petit à petit on voit des lignes transparentes se manifester dans la masse du mamelon. Les utricules s'ajustent en séries; elles s'allongent et bientôt elles se convertissent en véritables vaisseaux. Mais ces faisceaux vasculaires n'atteignent pas primitivement jusqu'à base des feuilles. Elles en sont séparées par un espace plus ou moins grand. Ce n'est qu'un peu plus tard que des vaisseaux se forment aussi dans les jeunes feuilles et bientôt la communication s'établit entre le système vasculaire des feuilles et celui de l'axe qui les supporte.

Si au contraire on n'examine ces feuilles que quand elles ont pris un certain accroissement, les faisceaux vasculaires se continuent

avec elles, et c'est alors qu'on peut croire qu'ils en ont tiré leur origine. Mais on remarquera que ces faisceaux sont moins gros et d'une composition plus simple à la base de la feuille que dans leur partie inférieure, ce qui annonce que leur partie supérieure est de formation plus récente que l'inférieure.

En fendant longitudinalement une tige de dattier vers sa partie moyenne, on voit au centre, suivant M. de Mirbel, parmi beaucoup d'autres fibres, un faisceau qui se compose de filets ascendants plus ou moins ondulés, entourés d'autres filets plus ou moins éloignés et suivant tous la même direction. Parmi eux, quelques-uns se distinguent par la direction qu'ils prennent. M. de Mirbel les désigne sous le nom de filets *précurseurs*, parce que ce sont eux qui, les premiers, vont joindre les feuilles. Leur nombre égale celui des feuilles de chaque pas de l'hélice. Ils se séparent du faisceau central en ligne oblique et ascendante se dirigeant, en croisant les autres, vers la base d'une des feuilles du stipe. A une certaine distance du faisceau central, les précurseurs reçoivent d'autres vaisseaux, qui se recourbent brusquement, les entourent et se dirigent avec eux vers la base du pétiole. En suivant dans leur partie inférieure les faisceaux vasculaires que nous venons d'amener jusqu'à la base des feuilles, nous verrons qu'ils parcourent le faisceau central pendant un certain espace dans une direction perpendiculaire. Puis après on les voit s'en éloigner pour se porter vers la périphérie du stipe, en passant du côté opposé à celui qu'occupe sur la tige la feuille vers laquelle leur partie supérieure s'est dirigée. Cette observation, que M. de Mirbel a faite sur le dattier et plusieurs autres monocotylédones, est contraire à l'opinion de M. Mohl, qui fait descendre les fibres en formant un arc allongé dont les deux extrémités sont dirigées du même côté.

Mais le stipe, ainsi que nous l'avons vu précédemment, n'offre pas une organisation spéciale qui le distingue essentiellement de la tige herbacée des autres plantes monocotylédones. Il n'a de différent que son mode d'accroissement et que la lenteur avec laquelle il s'est développé, par suite du défaut d'élongation de la tigelle embryonnaire qui lui a donné naissance. Encore trouvons-nous, parmi les Monocotylédones herbacés, des tiges qui, par leur mode de formation, sont tout à fait analogues, identiques même avec celle des palmiers. Ainsi, qu'est-ce que la tige souterraine, vulgairement nommée racine dans la plupart des espèces du genre *iris*? C'est un corps charnu, offrant quelques fibres longitudinales intérieurement, et présentant à sa surface externe des cicatrices ou des écailles. Or, si nous en suivons le développement, nous verrons qu'elle doit sa formation à une tigelle très-courte, épaisse, de laquelle naissent des feuilles et des écailles. Ces feuilles, après s'être développées, se sont successivement flétries, sont tombées, mais en laissant sur la tige restée souterraine les cicatrices amplexicaules qu'on y

aperçoit. C'est la même organisation intérieure, le même mode de développement. Seulement, dans les *iris*, la tige est rampante, et, comme toutes les tiges rampantes, elle émet des racines par sa face inférieure; et de plus, restant sous la terre, elle conserve ses caractères de tige herbacée. Une espèce d'ail (*allium senescens*) nous offre, au lieu d'un bulbe, comme dans les autres espèces du même genre, un organe entièrement semblable à celui que nous avons observé dans les *iris*, c'est-à-dire une souche plus ou moins rameuse. Or, de cette souche de l'*allium senescens* et des *iris* aux bulbes solides ou écailleux des Liliacées, la transition me paraît insensible. Un bulbe, en effet, n'est qu'un organe composé d'écailles variables dans leur forme et leur disposition, mais toujours assises sur un plateau charnu et recouvrant un bourgeon central et terminal; toujours ces écailles ne sont que des feuilles, ou dont la base seule s'est développée, ou dont la base seule a résisté, tandis que la partie supérieure s'est détruite. Le plateau ou disque charnu sur lequel naissent les écailles dont la réunion constitue le bulbe est véritablement une tige, mais très-courte, très-déprimée, en un mot entièrement semblable à celle que nous avons signalée dans le jeune palmier. Quelques auteurs lui ont donné les noms latins de *cormus* et de *lecus*. Ainsi le bulbe se compose de trois parties: 1° d'une tige très-courte, épaisse, charnue; 2° de feuilles et d'écailles réunies en un bourgeon; 3° de fibres radicales naissant circulairement de la partie inférieure de la tige. Or, ce sont justement les mêmes parties que nous avons déjà précédemment observées dans le jeune palmier, à la fin de la première année de son existence, et ces parties y avaient tout à fait la même disposition. Il y a donc une analogie, une identité parfaite entre un bulbe et un jeune palmier. Seulement, dans le premier, la tige reste à l'état rudimentaire, et prend peu ou point d'accroissement en longueur, tandis que dans le palmier chaque année voit augmenter la hauteur de la tige. Dans l'*allium senescens*, au contraire, la tige ou le plateau s'accroît en longueur, comme la tige souterraine des *iris* et le stipe des palmiers.

De ce rapport intime existant entre le bulbe et le stipe, on peut tirer cette conséquence, non pas que le stipe soit un bulbe, mais au contraire que le bulbe offre la même disposition de parties que les autres tiges monocotylédones. Il n'est pas seulement un bourgeon surmontant une racine, mais un assemblage des trois organes essentiels de la nutrition: la racine, la tige et les feuilles.

Quoique en général il n'existe pas de bourgeons à l'aisselle des feuilles dans les Monocotylédones, ainsi que nous l'avons dit précédemment, cependant il arrive assez souvent que dans les bulbes il s'en développe quelques-uns. Ce sont ces bourgeons qui finissent par former les *caïeux*, l'un des moyens de multiplication des plantes bulbifères. Ces caïeux ou jeunes bulbes commencent toujours à se dé-

velopper à l'aisselle d'une feuille ou d'une écaille, et tiennent par conséquent au plateau charnu et à la tige, dont ils finissent par former un rameau qui reste court et peu développé, excepté dans *Allium senescens*, et quelques autres Liliacées où ces jeunes branches acquièrent une certaine longueur.

Dans cette manière d'envisager le stipe, on peut très-bien expliquer pourquoi cet organe se ramifie si rarement. En effet, on sait qu'un rameau n'est jamais que le résultat de l'élongation d'un bourgeon placé en général à l'aisselle d'une feuille : or, dans les Monocotylédones, ces bourgeons axillaires avortent presque constamment, ou restent à l'état rudimentaire, comme dans la plupart des Graminées par exemple : il en est de même dans les Palmiers ; leurs bourgeons axillaires restent en général stationnaires, et alors le stipe est parfaitement simple ; mais, dans certaines circonstances, quelques-uns de ces bourgeons, recevant plus de nourriture que les autres, se développent, et le stipe présente alors des ramifications, mais généralement en petit nombre : c'est ce qu'on observe, par exemple, dans certaines espèces d'yucca, de *Dracæna*, et dans le palmier *Doum* de la Thébaïde, etc.

§ II. *Accroissement des organes appendiculaires.*

Nous venons d'exposer avec quelques détails l'accroissement de l'organe central végétal ou de l'axophyte, il nous reste à faire connaître la manière dont se forment et s'accroissent les organes latéraux qui en émanent. Nous étudierons successivement les organes appendiculaires de la souche ; c'est-à-dire les fibres radicales, puis ceux de la tige ou les feuilles.

1° *Accroissement des fibres radicales.*

Nous distinguerons ici avec soin les *fibres radicales* proprement dites, et les *fibres* qui en naissent, et dont la réunion constitue spécialement le chevelu. Les fibres radicales ont en général une structure qui rappelle, mais avec des modifications plus ou moins remarquables, celle des tiges dont elles émanent. Elles s'accroissent en deux sens, en épaisseur et en longueur.

1° L'accroissement en épaisseur a lieu par la multiplication des tissus déjà existants dans la racine, et particulièrement du tissu cellulaire qui en forme la masse, soit dans les racines des Monocotylédones, soit dans celles des Dicotylédones. Dans la racine du dattier, ainsi que le dit M. de Mirbel (*Nouv. note sur le cambium*, p. 20), les utricules doivent être considérées comme formant en commun, depuis le centre jusqu'à la circonférence, une multitude de

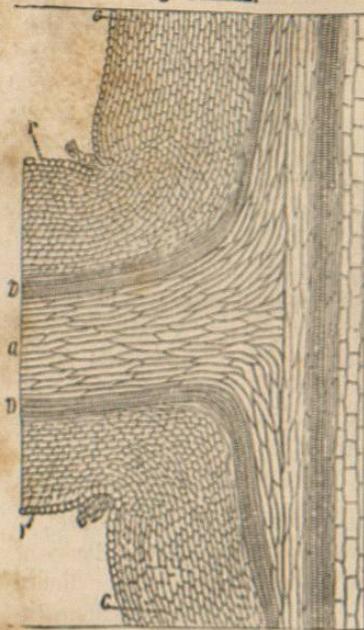
cercles, ou plutôt de couches concentriques plus ou moins régulières. Chaque couche, par l'addition d'utricules dont le nombre et la puissance amplifiante sont à la fois en rapport avec la position qu'elle occupe et l'accroissement général de la racine, s'élargit et s'éloigne du centre, de telle sorte qu'elle ne cesse pas un moment d'être en contact avec les autres couches. Toutes ensemble donc se portent en avant, et ce mouvement centrifuge est assez ferme pour que dans maintes circonstances les couches mortes ou vives de la région périphérique, ne pouvant se distendre, se rompent. Jusque-là exclusivement tout s'exécute sous l'influence des forces vitales ; là seulement on reconnaît, à n'en pouvoir douter, l'œuvre d'une force mécanique. Il est bien entendu qu'à mesure que le corps de la racine empiète sur l'espace environnant, de nouvelles utricules naissent au centre et y remplissent la place abandonnée par les anciennes.

2° L'élongation de la racine se fait à peu près uniquement par son extrémité qu'on a appelée la spongiole. On se rappelle que quand on fend suivant sa longueur l'extrémité d'une jeune racine, on voit les faisceaux vasculaires qui la parcourent converger tous vers un point central, et s'arrêter à une certaine hauteur de l'extrémité même. Cette extrémité elle-même est uniquement formée par du tissu utriculaire, et constitue la spongiole. C'est dans le point situé entre la terminaison des faisceaux vasculaires et la base de la spongiole qui est appliquée contre elle que se fait l'accroissement. Là, en effet, il se forme incessamment de nouvelles utricules qui, du côté supérieur, s'ajoutent à celles qui ont formé les vaisseaux, pour en continuer la longueur ; et du côté inférieur, augmentent la masse du tissu utriculaire de la spongiole. Il résulte nécessairement de cette production incessante de tissu nouveau, qu'à mesure que les faisceaux vasculaires s'allongent, l'extrémité libre de la spongiole est poussée en avant, et que par conséquent la racine s'allonge. En même temps les utricules les plus superficielles de l'extrémité de la racine se détruisent insensiblement, et sont successivement remplacées par celles qui étaient placées immédiatement au-dessous d'elles.

Nous avons précédemment parlé des racines adventives et de leur organisation. Comment ces racines se forment-elles ? Qu'elles se développent sur la partie aérienne de l'axe ou sur celle qui est enfouie sous la terre, elles offrent un même mode de développement. Elles se montrent d'abord sous la forme d'une petite masse celluleuse, ordinairement hémisphérique. Son côté plane est appliqué contre les faisceaux ligneux ; son côté convexe regarde la périphérie de la tige, c'est elle qui est destinée à devenir l'extrémité ou la pointe de la racine. A mesure que ce mamelon s'allonge dans le sens transversal, sa partie centrale se transforme en un faisceau de tissu cellulaire allongé, qui vient s'appliquer sur le faisceau vasculaire de la tige (Voy.

Fig. CXLII, a). C'est à l'extérieur de ce tissu allongé que se montrent

Fig. CXLII.



un peu plus tard les vaisseaux qui existeront dans la racine. Les vaisseaux, quand on examine une racine déjà développée, se prolongent sans interruption sur les faisceaux vasculaires de la tige, avec lesquels ils finissent par se confondre. Mais il est très-difficile de reconnaître si le mouvement de formation de ces vaisseaux a commencé dans la racine, pour remonter en quelque sorte vers la tige, ou si au contraire ce mouvement a eu son point de départ dans la tige, et s'est ensuite propagé vers la racine nouvelle. M. de Mirbel paraît avoir observé ce premier mode dans la racine du dattier. Mais dans plusieurs circonstances on peut reconnaître que le mouvement

de formation est en quelque sorte descendu de la tige dans la racine*. Quoi qu'il en soit, il y a donc continuité parfaite quand la

* Le *nuphar lutea* présente une particularité remarquable dans le mode de formation de ses racines adventives, ainsi qu'on le reconnaîtra facilement d'après la note ci-jointe qui nous a été communiquée par M. Trécul.

« Les racines adventives, dans le *nuphar lutea*, commencent à se développer dans le bourgeon même; on les aperçoit déjà au-dessous de feuilles d'un millimètre de longueur. Elles ne constituent alors que de petites proéminences jaunes qui n'offrent pas encore d'organisation bien distincte, et qui émanent de la partie latérale d'un jeune faisceau. En s'allongeant, ces petites proéminences refoulent devant elles le parenchyme qui s'oppose à leur passage. C'est du prolongement de chacun de ces petits faisceaux que résultera le cylindre central de la racine. Parvenue sous le tissu qui contient la chlorophylle, l'extrémité s'épaissit et l'on y voit apparaître successivement plusieurs rangées concentriques de cellules. A cette époque seulement l'organe mérite de prendre le nom de racine. Ces séries de cellules ne sont autre chose que la spongiolle rudimentaire. Celle-ci, d'abord confondue avec le sommet du faisceau, s'en distingue peu à peu, sa base s'en écarte; elle apparaît sous la forme d'un segment de sphère appliqué par le milieu de sa surface plane sur le sommet du faisceau. L'espace compris entre les autres points de la spongiolle et le faisceau, est occupé par un tissu cellulaire qui formera le tissu lacuneux périphérique de la racine, mais qui, en ce moment, n'offre pas encore de lacunes. Ces lacunes ne tardent pas à être produites par la disposition en séries longitudinales qu'affectent bientôt les utricules de ce tissu. C'est seulement à cette époque que les vaisseaux qui ont suivi dans leur évolu-

CXLII. Origine d'une racine adventive dans le *Pothos violacea*. a. Partie centrale de la racine composée de tissu utriculaire allongé. vv. Vaisseaux spiraux disposés en faisceaux autour de la partie centrale. rr. Le corps de la racine. e, e. Couche celluleuse extérieure de la tige de laquelle est née la racine.

racine est bien développée à l'extérieur de la tige, entre ses faisceaux vasculaires et ceux de la tige.

Mais il n'en est pas de même pour les fibrilles qui naissent des racines elles-mêmes dont elles sont de simples ramifications.

M. Trécul a reconnu (*Mém. sur l'anatom. du Nuphar lutea*) que ces fibrilles, à toutes les époques de leur évolution, sont toujours fort distinctes des racines sur lesquelles elles apparaissent. A leur première apparition ces organes délicats constituent chacun un petit mamelon celluleux, situé au côté externe d'un faisceau de vaisseau (Voy. Fig. CXLIII, a). Ce petit mamelon en s'allongeant déchire le tissu parenchymateux, au milieu duquel il se trouve, et le refoule sur ses côtés. Bientôt des vaisseaux se manifestent dans son intérieur. Tantôt ils se distribuent en faisceaux autour d'un cylindre

Fig. CXLIII.

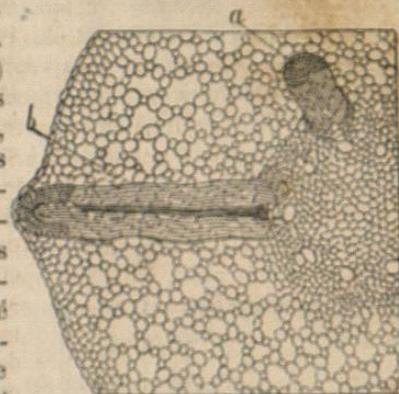
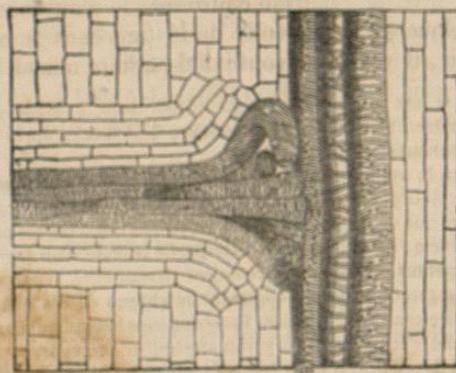


Fig. CXLIV.



celluleux axillaire (*symbrium nasturtium*), tantôt ils se groupent en un seul faisceau au centre de la radicule (*Nuphar lutea*, *allium porrum*, etc.). Mais ce qui est extrêmement remarquable, et ce qui distingue éminemment ces fibrilles des racines, c'est que ces vaisseaux vien-

nent appliquer seulement leur extrémité externe renflée (Fig. CXLIV)

tion la même marche que le cylindre central, arrivent à la base de la petite racine, dont l'ensemble présente à peu près l'aspect d'un hémisphère. Tout, dans le faisceau primitif, la structure, le développement, la direction ascendante, tout, dis-je, lui communique le caractère d'une ramification des fibres qui lui ont donné naissance. Le caractère d'une ramification est bien plus manifeste encore dans les premières racines qui se développent après la germination.

CXLIII. Origine des fibrilles naissant des fibres radicales dans le *nuphar lutea*: coupe transversale: a. L'une de ces fibrilles se détachant en forme de mamelon d'un faisceau vasculaire de la racine. b. La même au moment où elle va sortir à l'extérieur.

CXLIV. Coupe longitudinale de la même plus avancée; on voit que les vaisseaux qui se sont développés au centre de la fibrille radicale ne s'unissent en aucune manière avec ceux de la racine, contre lesquels leur extrémité est simplement appliquée.

sur les vaisseaux les plus externes de la racine, au lieu de se mêler au faisceau radicaire, comme les vaisseaux de la racine se confondent avec ceux de la tige, et ils en restent complètement distincts. Un tissu parenchymateux périphérique revêt la zone vasculaire. Enfin une petite spongiole, composée de plusieurs séries concentriques de cellules ordinairement plus petites que les autres, termine la fibrille. Celle-ci parvenue sous l'épiderme de la racine, la perce et commence dès lors à exercer sa faculté d'absorber les liquides.

Il résulte de cette différence bien tranchée que les fibrilles du chevelu forment bien un organe tout à fait distinct des racines, et qu'à la rigueur ce sont elles seulement qui devraient être considérées comme les organes appendiculaires de la souche. En effet, les fibres radicales ayant leurs vaisseaux continus avec ceux de souche, pourraient n'en être aussi regardées que comme de simples ramifications, tandis que les fibrilles constituent un organe bien distinct.

2° *Accroissement des organes foliacés.*

Les feuilles, comme tous les autres organes appendiculaires, apparaissent sous la forme d'un simple repli qui se manifeste à la surface extérieure de l'organe axile ou du bourgeon sur lequel elles se développent. Petit à petit ce repli qui embrasse une portion ou la totalité de la circonférence de l'axe, selon que la feuille elle-même se détachera d'un point de la circonférence de la tige, ou sera amplicaula, devient de plus en plus proéminent, et prend bientôt la forme d'un petit écusson à bords arrondis. Dans le principe, ce rudiment de feuille n'est, comme l'axe qui le supporte, qu'une masse de tissu utriculaire, uniforme; petit à petit apparaissent certaines lignes plus transparentes: c'est le rudiment des nervures, qui se composent alors de tissu cellulaire allongé. Ce n'est qu'un peu plus tard que les vaisseaux s'y manifestent.

Les diverses parties de la feuille, la gaine, le pétiole et le limbe se développent successivement, mais pas toujours dans le même ordre. Ainsi quelquefois c'est la partie vaginale qui se montre la première sous la forme d'un anneau, ce n'est qu'un peu après que le limbe apparaît, comme une simple proéminence, qui insensiblement s'allonge en languette. C'est ce qu'on observe, par exemple, dans un grand nombre de plantes monocotylédonnées. D'autres fois, au contraire, on voit apparaître d'abord le limbe, puis la gaine; ce n'est qu'un peu plus tard que le pétiole s'interpose en quelque sorte entre le limbe et sa gaine, pour les écarter insensiblement l'un de l'autre. Enfin, dans quelques végétaux, dans le *nuphar lutea* par exemple, comme l'a montré M. Trécul dans son mémoire sur l'anatomie de cette plante, c'est le pétiole qui se manifeste le premier, le limbe se développe petit à petit sur ses parties latérales. De ces

observations il résulte qu'il n'y a rien de fixe dans l'ordre suivant lequel se développent les diverses parties de la feuille.

En général, c'est par la partie inférieure surtout que la feuille s'accroît; cependant il est facile de remarquer que tant que la feuille est jeune, l'accroissement se fait à la fois dans tous les points, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal. Communément le développement s'arrête d'abord vers la partie supérieure de la feuille qui cesse de croître, tandis que l'inférieure s'allonge encore et s'élargit.

CHAPITRE XVIII.

THÉORIE DE QUELQUES PROCÉDÉS POUR LA MULTIPLICATION ARTIFICIELLE DES VÉGÉTAUX, EXPLIQUÉE PAR LES LOIS DE LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

Le moyen de multiplication le plus naturel et le plus facile dans les végétaux, est sans contredit celui qui a lieu par les graines et par suite de leur développement; c'est celui par lequel les végétaux dispersés sur la surface du globe se renouvellent naturellement; mais il en est encore d'autres que l'art de la culture met fréquemment à contribution pour perpétuer et multiplier certaines races ou variétés d'arbres, que l'on ne pourrait reproduire par le moyen des graines. Ces procédés sont la marcotte, la bouture et la greffe. Nous allons, en peu de mots, exposer la théorie de ces trois opérations, considérées d'une manière générale, et quant à leur rapport avec la physique végétale.

1° Le **MARCOTTAGE** est une opération par laquelle on entoure de terre la base d'une jeune branche encore adhérente au sujet, afin d'y faciliter l'évolution des racines adventives avant de la détacher du sujet. Tantôt cette opération se pratique sur les branches inférieures d'un jeune arbuste: alors on les incline et on les couche légèrement: tantôt c'est sur les branches supérieures, que l'on fait passer à travers un pot ou une cage de verre remplis de terre de bruyère.

Pour faciliter le marcottage, on pratique ordinairement à la base de la jeune branche une incision ou une forte ligature, afin de déterminer la stase des sucs nourriciers et, par suite, la formation des racines adventives. On emploie le marcottage pour multiplier un grand nombre de végétaux, tels que les œillets, les *hortensia*, les bruyères, les groseillers, etc.;

2° La **BOUTURE** diffère de la marcotte en ce que l'on sépare la jeune branche du sujet avant de la fixer en terre. Il y a des arbres chez lesquels les boutures reprennent avec une grande facilité. En général, ceux dont le bois est blanc et léger se prêtent plus facilement à cette