l'albumine, la caséine et la glutine ils présentent une analogie frappante avec les substances ternaires neutres. Ainsi, la fibrine est insoluble comme la cellulose ; l'albumine se coagule à chaud comme l'amidon ; la caséine est soluble comme la dextrine. Les matières azotées ont absolument la même composition chimique ; elles sont neutres et peuvent se former avec une extrême simplicité, puisqu'il suffit, pour les représenter, d'unir le carbone et l'ammonium aux éléments de l'eau. Quarante-huit molécules de carbone, six d'ammonium et quinze d'eau peuvent constituer la fibrine, l'albumine et la caséine. Ainsi, dans les deux cas, deux corps réduits par la plante, le carbone et l'ammonium, réunis aux éléments de l'eau, suffisent pour donner naissance à ces principes azotés qui, du végétal où ils se forment de toutes pièces, doivent passer dans l'animal, sans éprouver aucune altération.

En résumé, dit M. Dumas (*Essai de statique chim.*, p. 55), avec soixante-douze parties de carbone, provenant de la réduction de l'acide carbonique, les plantes peuvent former les produits suivants, en se combinant avec diverses proportions d'eau :

72	carbone	et	90	eau	= cellulose, trame des tissus cellulaires et ligneux.
72	—	et	90		= amidon et dextrine.
72	—	et	126		= sucre de raisin ou d'amidon.
72	—	et	99		= sucre de canne.

[Voici comment, suivant Schacht, ces produits immédiats sont distribués dans les différents tissus : 1° Le cambium (couche génératrice) et les tissus qu'il engendre sont riches en principes azotés ; leurs parois se composent de cellulose ; 2° Les tissus parenchymateux contiennent surtout des combinaisons de carbone et d'hydrogène. Quand les parois des cellules restent minces, alors on voit apparaître la fécule, l'inuline, la dextrine et le sucre. Le parenchyme renferme aussi des résines, des huiles, des matières colorantes, des acides organiques, des sels cristallisés, etc. En général les méats intercellulaires contiennent de l'air ; 3° Les fibres corticales sécrètent des alcaloïdes (strychnine, morphine, quinine, etc.) et du caoutchouc ; 4° Les cellules endurcies, c'est-à-dire lignifiées, contiennent de l'air. Le ligneux est un produit dérivé de la cellulose ; 5° Il ne se forme pas de combinaisons dans l'épiderme ; 6° Le liége ne reste pas longtemps vivant, il est également un dérivé de la cellulose. Une cellule parenchymateuse travaille au profit de l'autre ; ainsi les petites cellules de l'anthère encore jeune préparent la substance qui sera utilisée par les grandes cellules génératrices des grains de pollen.

L'endosperme fournit à l'embryon la nourriture qui lui convient ; les cotylédons jouent le même rôle vis-à-vis de la plante qui germe. Les cellules parenchymateuses qui entourent les réservoirs de la résine transforment la fécule en une substance qui brunit par l'iode, se change en huile essentielle et ensuite en résine. La séve du bouleau est d'autant plus riche en sucre qu'on la prend plus haut sur l'arbre, et suivant M. Moleschott, la séve de l'érable augmente de densité à mesure qu'elle s'élève dans le tronc.]

Sans nous préoccuper de l'arrangement de ces éléments, nous voyons qu'avec un seul radical, le *carbone*, et de l'eau, les plantes peuvent produire toutes ces matières neutres et ternaires si répandues dans leurs organes ; et qu'avec du carbone, de l'eau et de l'ammonium, elles donnent naissance à la fibrine, à l'albumine, à la caséine et à la glutine, qui plus tard vont contribuer à former la base de l'organisation animale.

Origine des matières salines.—Le résultat final de la combustion des substances végétales, en détruisant toute la matière organique, isole sous la forme de *cendres* les principes minéraux et salins qu'elles contiennent. En effet, on trouve dans les plantes de la potasse, de la soude, de la chaux, du fer, de la silice, etc., ordinairement combinés avec différents acides, et formant des sels qui font essentiellement partie des végétaux. Les expériences de Théodore de Saussure ont prouvé que toutes ces matières anorganiques sont fournies par les milieux dans lesquels la plante végète, et plus particulièrement par le sol. Car, par elle-même, elle n'a pas le pouvoir de les former, comme quelques physiologistes l'avaient à tort prétendu. M. Lassaigne, en faisant germer et végéter des graines de sarrasin dans de la fleur de soufre parfaitement lavée, humectée d'eau distillée, et en pesant les cendres obtenues de l'incinération d'un certain nombre de jeunes plantes qui avaient végété dans ces conditions, a reconnu que leur poids était le même que celui des cendres d'un nombre égal de graines avant leur germination. En végétant ainsi, les graines n'avaient donc absorbé aucune matière inorganique.

En résumé, on peut discerner dans l'acte de l'assimilation, c'est-à-dire dans la manière dont se forment, se renouvellent, s'entretiennent toutes les matières qui constituent le végétal, trois actions différentes les unes des autres : 1° C'est par une *action chimique*, que les éléments primitifs du végétal, carbone, oxygène, hydrogène et azote sont isolés et absorbés par la plante ; 2° c'est par une *action organique et physiologique* que ces éléments se combinent pour former les principes immédiats ; 3° enfin, c'est une *action physique* qui fait pénétrer dans la plante les matières inorganiques, métaux, alcalis, soufre, silice, etc., que l'on retrouve dans leurs cendres.

Accroissement dans les végétaux.—La nutrition a un double but : elle apporte sans cesse à la plante les substances propres à maintenir ses organes dans leur état d'intégrité, en réparant les pertes que le mouvement de la vie occasionne ; mais de plus, elle fournit les matériaux nécessaires pour que les organes s'accroissent en formant sans cesse de nouvelles parties. C'est cet accroissement que nous allons faire connaître. Nous l'examinerons particulièrement dans les tiges

dicotylédonées et dans les tiges monocotylédonées, en exposant de la manière la plus simple et la plus claire qu'il nous sera possible les phénomènes essentiels, sans insister sur les opinions et les idées théoriques dont ce point important de la physiologie végétale a été l'objet.

I. Accroissement des tiges dicotylédonées. La tige, dans tous les végétaux, s'accroît en deux sens différents ; elle augmente de diamètre, et s'accroît en hauteur.

En parlant précédemment (p. 53) de l'organisation de la tige dicotylédonée, nous avons montré que les deux parties qui la constituent, le bois et l'écorce, se composent de couches superposées, emboîtées les unes dans les autres autour d'un centre commun, occupé par le canal médullaire. Cette disposition remarquable provient de ce que chaque année il se forme une nouvelle couche de bois à l'extérieur de celles qui existaient déjà, et un ou plusieurs feuillets d'écorce à la face interne de celle-ci. C'est la production de cette nouvelle couche de bois et de ces nouveaux feuillets d'écorce qui, chaque année, augmente la grosseur et le diamètre du tronc des arbres dicotylédonés.

Voyons s'il est possible de nous rendre compte de l'origine de ces productions nouvelles de bois et d'écorce. Si, pendant l'hiver, c'est-à-dire dans la saison où la végétation est complétement à l'état de repos, nous examinons une tige ou une jeune branche, nous la trouverons dans l'état suivant : entre la couche de bois la dernière formée et l'écorce, existe une couche de tissu utriculaire dépourvu de granulations vertes, et que nous avons désignée sous le nom de *couche génératrice*. Elle a été formée pendant l'été précédent par un dépôt de matière organique, produit par la séve descendante, qui s'est successivement épanchée entre le bois et l'écorce. Cette matière est d'abord à l'état liquide, elle constitue ce que l'on nomme le *cambium*[1]. Petit à petit, ce cambium s'est organisé et s'est converti en un tissu utriculaire naissant. C'est dans cette couche utriculaire, ou *zone génératrice*, que vont s'accomplir tous les phénomènes de l'accroissement en diamètre de la tige. Aussitôt que le printemps vient ranimer la végétation, quand la séve attirée par les sommités de la tige, commence son cours rétrograde à travers l'écorce, les sucs nutritifs affluent en abondance dans la couche génératrice et en gonflent les tissus. C'est à cette époque, comme on sait, qu'il est si facile de séparer l'écorce du corps ligneux. Le tissu qui compose la couche génératrice est formé d'utricules assez régulières, à parois épaisses et transparentes. Insensiblement, par les seuls progrès de la végétation, un grand nombre de ces utricules s'allongent dans le sens longitudinal, leurs parois s'épaississent, et bientôt on les voit présenter tous les caractères du tissu fibreux. En même temps que cette transformation s'opère, une autre se manifeste. Un certain nombre d'utricules, dispersées au milieu des précédentes, augmentent en diamètre et en longueur : leurs parois montrent des ponctuations transparentes, soit sous la forme de lignes transversales, soit sous celle de points arrondis : les cloisons qui les séparaient les unes des autres dans une série longitudinale, en disparaissant, les convertissent en vaisseaux rayés et en vaisseaux ponctués. Ces vaisseaux et ces tubes forment des faisceaux, séparés par un tissu utricu'aire conservant sa forme primitive ; et, au bout de quelque temps, toute la partie intérieure de la zone génératrice s'est organisée en une nouvelle couche ligneuse qui s'est appliquée sur celle qui l'a précédée, dont elle offre absolument la structure. En même temps, dans le tissu utriculaire de la portion la plus extérieure de la zone génératrice, dans celle qui est en contact avec la face interne de l'écorce, un certain nombre d'utricules, en passant par les mêmes métamorphoses, se sont transformées en tubes fibreux, formant ensemble des faisceaux anastomosés en réseaux, pour constituer de nouveaux feuillets de liber, tandis que quelques-unes prenaient la structure, la forme, la disposition réticulaire propres aux vaisseaux du latex. Aussi, au moment où les phénomènes de la végétation sont dans tout leur développement, à la place de la couche celluleuse formant la zone génératrice, trouve-t-on une nouvelle couche de bois et de nouveaux feuillets d'écorce, qui se sont successivement développés, et augmentent le diamètre de la tige. Ces changements sont successifs, et avec un peu d'attention on peut en suivre tous les développements. Ils se font avec une régularité remarquable. Le tissu utriculaire de la zone génératrice prend successivement les caractères des points de la couche ligneuse sur lesquels elle est appliquée. Ainsi les utricules, en contact avec les faisceaux ligneux, s'organisent insensiblement, comme ceux-ci, en tubes fibreux et en vaisseaux ponctués ou rayés ; celles, au contraire, qui touchent aux espaces cellulaires représentant les rayons médullaires conservent leur caractère d'utricules et continuent en quelque sorte les rayons médullaires à travers les faisceaux ligneux de nouvelle formation. C'est ce qui avait fait dire à Duhamel, d'après quelques-unes de ses belles expériences sur la régénération de l'écorce, que le tissu cellulaire engendre le tissu cellulaire, et que les vaisseaux reproduisent de nouveaux vaisseaux.

Voilà les faits qu'on observe lorsqu'on les examine avec un esprit dégagé de toute idée préconçue, et ces faits sont parfaitement d'accord avec ce que nous savons sur le mode de formation des différents tissus végétaux, et en particulier du tissu fibreux et du tissu vasculaire. Il n'y a pas un organe de la plante qui, à son état naissant, ne soit exclusivement formé de tissu utriculaire. Qu'on prenne une feuille, un embryon, une jeune racine, etc., dans la première période de sa formation, on voit que chacun de ces organes n'est d'abord formé

[1] Ce mot est pris ici dans le sens primitif que lui avait donné Grew, c'est-à-dire pour désigner la *séve élaborée;* le plus souvent aujourd'hui ce mot est employé dans le sens que lui donna plus tard Duhamel, et désigne la *couche génératrice*.

que de tissu utriculaire. Un peu plus tard, des tubes fibreux et des vaisseaux s'y sont formés, et cette transformation, on peut la suivre dans toutes ses périodes ; on voit que ce sont des utricules qui, à leur première période, ne diffèrent par aucun caractère sensible des autres, qui se sont successivement modifiées, transformées en tubes fibreux et en vaisseaux, sous les yeux mêmes de l'observateur. C'est un phénomène semblable, car il est général dans l'organisation végétale, qui se passe dans la formation annuelle de la nouvelle couche de bois et de la nouvelle couche d'écorce.

L'accroissement en épaisseur, tel que nous venons de le décrire, n'est pas le seul qui agisse pour augmenter le diamètre de la tige. Il en existe encore un autre sur lequel Link et Dutrochet ont les premiers appelé l'attention des observateurs, et qu'on a distingué par le nom d'*accroissement latéral* ou *en largeur*. Il consiste particulièrement dans ce fait, que les faisceaux vasculaires une fois formés soit dans l'écorce, soit dans la couche ligneuse, se séparent fréquemment en deux ou en un plus grand nombre de faisceaux secondaires, par la formation de tissu utriculaire, qui, en écartant leurs éléments constituants, augmentent aussi dans le sens latéral la largeur de la couche ligneuse et contribuent ainsi à l'accroissement en diamètre de la tige. Ainsi, par exemple, une jeune branche de clématite, coupée transversalement dans sa partie supérieure, présente six faisceaux vasculaires. Un peu plus tard chacun d'eux se sépare en deux faisceaux secondaires par la formation de tissu utriculaire qui se produit à leur centre, de sorte qu'à la fin de l'année on trouve à la base de la branche douze faisceaux dans la couche ligneuse. Pendant la seconde année, ces faisceaux éprouvent la même séparation et la même multiplication, et il y a eu là évidemment un accroissement latéral ou en largeur qui nécessairement a dû contribuer à l'accroissement général de la tige en diamètre.

Nous avons simplement exposé les faits; nous n'entrerons pas dans de longs détails sur les idées théoriques par lesquelles on a cherché à les expliquer. Cette partie purement spéculative n'est qu'une des faces de la science, à notre avis, la moins importante; elle ne la constitue pas tout entière, comme quelques auteurs le proclament.

Duhamel du Monceau, expérimentateur ingénieux et sagace, auquel la physiologie végétale doit d'incontestables découvertes, avait émis une théorie qui, pendant de longues années, fut admise par presque tous les botanistes. Selon lui, la formation de la nouvelle couche ligneuse était due à la transformation du liber, c'est-à-dire de la partie intérieure de l'écorce, en bois. Ce savant était arrivé à cette conclusion, parce qu'ayant introduit des fils d'argent dans la partie la plus intérieure de l'écorce, il avait, au bout de quelques années, retrouvé ces fils engagés dans les nouvelles couches ligneuses. Mais cette expérience était fautive ; car, depuis cette époque, chaque fois qu'on l'a répétée et qu'on a pu s'assurer que le fil d'argent avait été passé

à travers le liber, on l'y a toujours retrouvé, après plusieurs années. Duhamel n'avait pas introduit, comme il le pensait, son fil dans les couches corticales, mais dans cette couche celluleuse, placée au-dessous d'elles, en un mot, dans la zone génératrice. Or, nous avons prouvé que c'était dans ce point que se faisait l'accroissement, que se formaient le jeune bois et la jeune écorce. Aussi, depuis longtemps, a-t-on complétement abandonné l'opinion de la transformation du liber en bois.

Une autre théorie a été aussi mise en avant pour expliquer la formation, chaque année, d'une nouvelle couche de bois. C'est celle dont Lahire avait eu la première idée en 1719, et qui, plus tard, a été développée avec talent et conviction, d'abord par Dupetit-Thouars, et plus récemment par Gaudichaud. Dans cette théorie, la nouvelle couche ligneuse serait formée chaque année par des fibres qui, descendant de la base de chaque bourgeon, glisseraient entre le corps ligneux et l'écorce, pour y constituer la nouvelle couche de bois. Dupetit-Thouars comparait le développement des bourgeons à celui d'un embryon en germination, et il les nommait en effet des *embryons fixes*. L'embryon, en germant, produit à la fois une tige qui s'élève dans l'air et une racine qui s'enfonce dans le sol. Il en est de même d'un bourgeon : il donne naissance à une tige ou scion, en même temps que de sa base naissent des fibres qui représentent sa racine, et qui, s'insinuant entre le bois et l'écorce, enveloppent la première et constituent la nouvelle couche ligneuse. Voilà, en deux mots, l'idée fondamentale de cette théorie ingénieuse, mais contraire à tous les faits d'anatomie et surtout d'organogénie. Il est contraire à l'observation directe des faits, de prétendre que les fibres *descendent* de la base des bourgeons, car aucun observateur n'a jamais pu constater ce cours descendant des fibres à travers cet immense espace rempli complétement par du tissu utriculaire qui réunit l'écorce au bois. D'un autre côté, si les fibres *descendaient*, on pourrait en suivre le mouvement à travers le tissu utriculaire de la zone génératrice, et discerner le point intermédiaire entre la base du bourgeon et la racine où quelques-unes de ces fibres se seraient arrêtées. Enfin, et c'est là l'objection fondamentale contre cette théorie, il a été reconnu par tous les auteurs qui se sont occupés d'anatomie végétale, et surtout d'organogénie, que les tissus fibreux et vasculaires des végétaux proviennent constamment d'utricules qui, petit à petit, se sont transformées en tubes fibreux et en vaisseaux variés dans leur structure. Il est donc impossible d'admettre que les fibres constituant chaque année la couche ligneuse descendent de la base des bourgeons. Ces fibres se sont successivement formées dans la place même qu'elles occupent, aux dépens du tissu utriculaire qui primitivement constituait à lui seul tout l'organe. Cette transformation, on peut la voir, on peut en suivre les progrès successifs, ainsi que le montrent les beaux travaux anatomiques de Mirbel.

Ainsi donc, pour résumer notre opinion, 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 se reproduit incessamment par l'afflux des sucs nutritifs, d'une part en fibres constituant un nouveau feuillet de liber, et d'autre part en faisceaux fibreux et vasculaires formant 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 des 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 des 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, 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 et 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.

[M. Trecul a fait un grand nombre d'expériences suivies de l'examen microscopique des pièces qui démontrent toutes que la nouvelle couche de bois n'est pas formée par les prolongements radiculaires des bourgeons, mais par des formations fibro-vasculaires indépendantes des bourgeons. Il a étêté un saule, et sur un des côtés du tronc il a isolé une plaque d'écorce dépourvue de bourgeon. La végétation continua sous cette plaque. De courts filets vasculaires, longitudinaux, parallèles, se formèrent à son sommet, tandis que naissaient à sa base des productions plus abondantes, de même nature, c'est-à-dire fibro-vasculaires, mais d'un aspect bien différent ; c'était une sorte de réseau variqueux, produit par un séjour plus prolongé des fluides

nutritifs, arrêtés par la décortication dans leur marche descendante. La plaque avait 12 centimètres de longueur sur 6,5 de largeur. Les filets vasculaires supérieurs, longitudinaux, n'ont que de 1 à 6 millimètres de longueur et les productions variqueuses inférieures de 12 à 16 millimètres ; elles sont donc séparées des filets d'en haut par un espace de 10 centimètres environ. Il est par conséquent évident qu'elles n'en sont pas la prolongation, comme le croyaient Lahire, Dupetit-Thouars et Gaudichaud, et, d'autre part, comme il n'y avait pas de bourgeon, il est clair que les faisceaux ou filets supérieurs ne descendaient pas des feuilles.

Dans la théorie des trois physiologistes que nous venons de citer, quand on fait une bouture, c'est-à-dire quand on enfonce dans le sol un rameau coupé sur un arbre, les racines qui se développent à l'extrémité inférieure de cette bouture sont formées par la réunion de toutes les racines des bourgeons ; et, en effet, quand on examine une bouture de *Maclura*, par exemple, il semble qu'il en soit réellement ainsi. M. Trecul, pour élucider ce point, a fait une bouture de saule longue de 20 centimètres. Des bourgeons se sont développés vers la partie supérieure de la bouture. M. Trecul les examina quand ils étaient encore jeunes ; des filets vasculaires ou épatements formaient des espèces de griffes à leur base, simulant un faisceau de racines. Ils avaient de 2 à 10 millimètres de longueur. Bien que ces filets ne s'étendissent pas davantage sur la bouture, il y avait, malgré cela, une assez forte racine adventive, très-ramifiée à la partie inférieure de la bouture ; elle y était insérée par un anneau vasculaire réticulé, large de 6 à 15 millimètres, formé de vaisseaux anastomosés qui semblaient monter sur la tige tout aussi bien que ceux des bourgeons paraissaient en descendre. Les vaisseaux de la racine et ceux des bourgeons n'avaient aucune connexion immédiate, puisqu'ils sont séparés par un espace de 12 centimètres pour l'un d'eux, de 16 centimètres sur les autres. Mais si, au lieu de suspendre la végétation de cette bouture, on lui eût permis de suivre son cours, des vaisseaux se fussent développés entre ceux des bourgeons et ceux de la racine, de manière qu'on n'eût pas eu la possibilité de constater si ces deux systèmes radiculaires et gemmaires avaient été primitivement séparés. C'est ce qui est arrivé dans un grand nombre d'expériences de M. Trecul.

Ces faits prouvent :

1° Que l'accroissement en diamètre des végétaux dicotylédones ligneux se fait horizontalement ;

2° Que l'allongement des filets vasculaires qui ont été comparés à des racines, descendant des bourgeons ou des feuilles, n'est pas produit comme celui des racines par la multiplication qui se fait à l'extrémité de ces derniers organes (les racines), des cellules qui ne sont propres qu'à eux, mais que ces vaisseaux (car ce ne sont que des vaisseaux) sont dus à la modification des cellules multipliées horizontalement ;

3° Que les éléments de ces vaisseaux formés après des opérations telles que celles qui viennent d'être décrites sont de la nature des éléments utriculaires qui les environnent. S'ils sont au milieu de fibres ligneuses, ils ont l'aspect des fibres ligneuses ponctuées, rayées ou réticulées. Si ce sont des cellules ordinaires, ils ont la forme de ces cellules, devenues ponctuées ou réticulées.

On ne peut donc plus admettre que la nouvelle couche de bois et les racines d'un arbre dicotylédoné soient formées par les racines des bourgeons; mais la notion vraie, introduite dans la science par Lahire Gœthe et Dupetit-Thouars, c'est qu'un arbre dicotylédone est un assemblage d'être vivants comme un polypier; le bourgeon est réellement un embryon fixe, et il y a une telle solidarité entre l'activité des bourgeons et la production des racines, que beaucoup d'horticulteurs sont encore partisans de cette théorie qui leur paraît rendre compte de la plupart des faits de végétation arborescente se passant sous leurs yeux.]

II. Accroissement en hauteur des tiges dicotylédonées. L'axophyte, ainsi que nous l'avons vu précédemment (p. 49), est doué d'une sorte de mouvement de polarité qui entraîne ses deux extrémités dans deux sens opposés. Tandis que, dans l'embryon en état de germination, la partie inférieure (radicule) s'enfonce dans la terre, la supérieure (tigelle et gemmule) s'élève et se dresse dans l'atmosphère. La gemmule, qui termine l'axe à son sommet, est un bourgeon composé d'un axe et de feuilles rudimentaires. A mesure que l'axe s'allonge pour former un scion, les feuilles s'écartent, se développent et prennent petit à petit la position et les caractères qu'elles doivent conserver. Ainsi le développement en hauteur de la jeune tige sortant d'une graine est dû à l'élongation du bourgeon primitif ou de la gemmule de l'embryon. A mesure que la tige s'est ainsi constituée, son organisation intérieure s'est manifestée ; les faisceaux ligneux et corticaux se sont formés pour constituer à la fois et le bois et l'écorce.

Les phénomènes que nous venons de signaler pour la formation de la tige embryonnaire et de son allongement se reproduisent absolument de la même manière pour la continuation de la tige proprement dite. Celle-ci, en effet, au bout de la première année, porte à son sommet un bourgeon terminal, qui, en se développant comme la gemmule, donne naissance à un scion au sommet de celui de la première année, et en augmente ainsi la hauteur. La même chose, en se répétant chaque année, détermine ainsi l'accroissement en hauteur de la tige, en même temps qu'elle s'est accrue en diamètre. Si l'on remarque qu'en même temps que du sommet de la jeune tige part un scion qui en augmente la hauteur, il se développe une nouvelle couche de bois qui recouvre celle qui s'était formée l'année précédente, on verra qu'au bout d'un certain nombre d'années la tige ligneuse se trouve composée d'une suite de cônes (représentant les couches ligneuses) très-allongés, emboîtés les uns dans les autres, et dont le sommet est en haut. Mais le

sommet du cône le plus intérieur s'arrête à la base de la seconde pousse, celui du second à la base de la troisième pousse, et ainsi successivement pour les suivants. Ce n'est donc qu'à la base du tronc que le nombre des couches ligneuses correspond au nombre des années de la plante. Ainsi, par exemple, une tige de dix ans offrira à sa base dix couches ligneuses ; elle n'en présentera que neuf, si on la coupe à la hauteur de la seconde pousse, que huit à la troisième, et enfin qu'une seule vers son sommet. C'est pour cette raison que le tronc des arbres dicotylédonés est plus ou moins conique, le nombre de ses couches ligneuses étant graduellement plus considérable, à mesure que l'on descend du sommet vers la base.

III. Accroissement des tiges monocotylédonées. Les tiges monocotylédonées s'accroissent également en deux sens, en diamètre et en hauteur. Nous allons les étudier sous ces deux rapports, en insistant spécialement sur la tige ligneuse ou stipe, propre aux grands végétaux de cet embranchement.

Lorsqu'une graine monocotylédonée, celle d'un palmier, par exemple, vient à germer, elle développe, comme celle d'un végétal à deux cotylédons, les parties essentielles de son embryon, savoir : la radicule, la tigelle, le corps cotylédonaire et la gemmule. La radicule forme un mamelon conique qui s'enfonce dans la terre, où elle *commence* la racine ; le corps cotylédonaire, sous la forme d'une gaîne offrant une petite fente à sa base, recouvre complétement la gemmule, qui se compose de quelques petites feuilles, réduites à l'état d'écailles emboîtées les unes dans les autres ; enfin la tigelle, c'est-à-dire l'organe destiné à devenir la tige, est excessivement courte, et à peine distincte des autres parties de l'embryon. Dans la graine, avant la germination, la tigelle est uniquement formée par du tissu utriculaire ; mais petit à petit on voit des faisceaux vasculaires, d'abord d'une extrême ténuité, s'y former. Ces faisceaux vasculaires se dirigent vers la base des petites feuilles, sans se mettre d'abord directement en contact avec elles, feuilles qui, sous la forme de simples écailles, sont encore à cette première époque uniquement constituées par du tissu utriculaire. La tige, à peine ébauchée, n'éprouve presque aucun accroissement pendant plusieurs années, et la plupart des Palmiers, dont on suit les premiers développements, semblent privés de tige. Celle-ci, en effet, se présente sous la forme d'une sorte de plateau aplati, tout à fait semblable à celui que nous avons signalé dans les bulbes, dont toute la surface est recouverte de feuilles disposées en une ligne spirale très-contractée. Les plus extérieures de ces feuilles sont les plus anciennement formées, et le sommet de cette tige si courte est occupé par un bourgeon terminal. Si l'on fend cette jeune tige suivant sa longueur, on voit qu'elle est formée par une masse celluleuse, parcourue par des faisceaux fibro-vasculaires, distincts les uns des autres et pénétrant par leur partie supérieure dans la base des feuilles les

plus extérieures, c'est-à-dire les plus anciennement formées. La coupe longitudinale du bourgeon terminal montre qu'il est la continuation directe de la tige qui le supporte. Il se compose ainsi d'une partie parenchymateuse qui se confond sans interruption avec celle de la tige, et sa surface est couverte d'écailles de plus en plus petites, qui sont des feuilles à l'état rudimentaire. Le sommet de ce bourgeon est le point de végétation par lequel il tend sans cesse à s'allonger. Il est uniquement formé par un tissu utriculaire à l'état naissant, qui incessamment se façonne en plis d'abord à peine marqués, se transformant petit à petit en écailles, pour devenir plus tard des feuilles. A mesure que celles-ci se montrent et se séparent de la masse celluleuse génératrice, elles repoussent en dehors par une force centrifuge celles qui s'étaient montrées avant elles, et qui, après avoir occupé successivement le sommet du mamelon celluleux, finissent par devenir latérales et tendent sans cesse à être rejetées de plus en plus en dehors par celles qui sortent du mamelon terminal.

C'est par suite de cette formation incessante de feuilles au sommet du mamelon terminal, repoussant en dehors celles qui les ont précédées ; c'est par la formation simultanée de faisceaux fibro-vasculaires, rejetés également en dehors par la force centrifuge que possède le bourgeon terminal dans son développement incessant, que le stipe s'accroît en diamètre. En parlant précédemment (page 72) de l'organisation du stipe, nous avons montré la direction singulière qu'affectent les faisceaux fibro-vasculaires, quand on les suit depuis la base des feuilles jusqu'à leur terminaison inférieure. Ces faisceaux forment des arcs très-allongés, à convexité tournée vers le centre, et dont les deux extrémités viennent aboutir à la périphérie du stipe, savoir : la supérieure à la base des feuilles, et l'inférieure se perdant dans la partie extérieure et corticale de la tige. Mais, nous le répétons, les fibres ne tirent pas leur origine des feuilles, puisque primitivement elles en sont séparées par un espace celluleux. Ce n'est que plus tard que la communication s'établit avec la base des feuilles.

L'accroissement en hauteur est nécessairement dans les Monocotylédones, comme dans les Dicotylédones, le résultat de l'élongation du bourgeon terminal ; et comme cette élongation est très-lente et à peine sensible, c'est pour cette raison que le stipe s'accroît si lentement en hauteur. Évidemment les parties les plus jeunes, les plus récemment formées, occupent le sommet de la tige : tandis que ces parties sont d'autant plus anciennes, qu'elles sont plus inférieures. Mais comme l'accroissement se fait avec une extrême lenteur, il est à peu près impossible de discerner sur la surface de la tige les points où se sont arrêtées les végétations annuelles qui se sont superposées pour allonger cet organe. D'ailleurs, les feuilles qui persistent pendant longtemps sur le stipe, où elles laissent, quand elles tombent, une partie de leur pétiole ou des cicatrices indélébiles, masquent en grande

partie cette succession de pousses superposées. Cependant il y a des palmiers dans lesquels le stipe se compose en quelque sorte de disques empilés les uns sur les autres, séparés par des parties moins saillantes, et qui montrent la manière dont la tige s'est formée.

[Dans les oasis du Sahara algérien qui se composent presque exclusivement de palmiers-dattiers, on observe souvent des stipes qui présentent des amincissements à une hauteur variable du sol ; au-dessus de ces amincissements le stipe reprend son diamètre initial. Ces amincissements indiquent des périodes pendant lesquelles l'arbre a souffert par une cause quelconque. Alors il s'est développé un nombre moindre de fibres dans le stipe, qui est resté plus mince. Souvent, au lieu d'un amincissement d'une certaine hauteur on remarque un étranglement comme celui que produirait une corde fortement serrée. Ce sont des palmiers qui ont été coupés au-dessous du bourgeon terminal et fournissent alors une séve sucrée connue sous le nom de *lakmi*, qui sert à faire une boisson fermentée. Ch. Martins a vu que les palmiers ainsi tronqués reproduisent un nouveau bourgeon terminal ; quelquefois on répète l'opération deux et même trois fois sur le même arbre : un étranglement correspond à chacune de ces opérations. Dans quelques cas rares, il se développe deux bourgeons et le dattier se bifurque.]

Dans les plantes monocotylédonées, en général, et spécialement dans celles à tige ligneuse, il n'existe pas de bourgeons visibles à l'aisselle des feuilles ; ces bourgeons y sont seulement à l'état latent Un seul bourgeon, celui qui occupe le sommet de la tige, est la source, l'origine de tous les phénomènes d'accroissement qui se manifestent dans ces végétaux. C'est pour cette raison que leur tige ligneuse est toujours simple, puisqu'il n'y a chez eux qu'un seul point par lequel elle puisse se développer et s'accroître. Aussi arrive-t-il fréquemment qu'un palmier meurt quand on retranche son bourgeon terminal. Cependant il arrive parfois que cette ablation du bourgeon terminal produit un tout autre effet. On voit alors quelques-uns des bourgeons latents existant à l'aisselle des feuilles sortir de leur état de torpeur, par suite de l'afflux des sucs nutritifs qui ne sont plus absorbés par le bourgeon terminal. Alors ces bourgeons latéraux se développent et forment des branches qui viennent se greffer en quelque sorte sur le stipe primitif resté simple. C'est ainsi que se forment ces troncs de palmiers ou d'autres Monocotylédones ligneux que l'on trouve quelquefois ramifiés.

[L'accroissement en hauteur n'est pas aussi lent sur toutes les tiges monocotylédonées, et le développement des bourgeons axillaires n'y est pas aussi rare que sur le stipe ligneux des Palmiers. Ainsi les chaumes de l'*Arundo Donax* croissent très-vite ; ceux du *Bambusa mitis* en moins de quatre semaines atteignent 6 mètres de hauteur, et à l'aisselle de chaque feuille, deux bourgeons au moins se dévelop-

pent en longs rameaux ; la hampe de l'*Agave americana* atteint une hauteur de 5 à 6 mètres en moins de 40 jours.]

DEUXIÈME CLASSE

ORGANES DE LA REPRODUCTION

CHAPITRE PREMIER

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA FLEUR

Tous les êtres organisés, animaux et plantes, se reproduisent au moyen de germes fécondés qu'on appelle des *embryons*. Ces embryons se forment dans un organe particulier qu'on appelle un *ovule*, et la matière qui sert à féconder le germe porte le nom de *pollen*. Les plantes ont des sexes ou des organes sexuels, comme les animaux ; savoir : dans les plantes, des organes *femelles*, nommés *carpelles*, qui contiennent les *ovules*, et des organes *mâles* nommés *étamines*, dans lesquels existe le *pollen* qui doit les féconder. Les *carpelles* et les *étamines* sont donc les organes essentiels de la reproduction dans les végétaux, puisque ce sont eux qui développent et fécondent les germes qui doivent propager leurs espèces.

Ces organes reproducteurs ne se montrent qu'à l'époque où la plante a acquis tout son développement, quand elle est arrivée en quelque sorte à l'état adulte. En général, les organes sexuels mâles et femelles, les étamines et les carpelles, sont rapprochés et réunis sur un support commun. Dans la plupart des cas, ils sont accompagnés, protégés par des feuilles diversement modifiées, formant une double enveloppe de protection autour des organes sexuels. Les feuilles de l'enveloppe extérieure, qui, en général, conservent encore la coloration verte et foliacée, s'appellent des *sépales* ; leur réunion, leur ensemble constitue le *calice* ; celles qui forment l'enveloppe intérieure, en général d'un tissu plus délicat et de coloration très-variée, se nomment les *pétales*, et leur ensemble constitue la *corolle*.

On a donné le nom général de *fleur* à cette partie complexe qui se compose des organes sexuels et des enveloppes florales. Une fleur qui se compose ainsi des deux organes sexuels est *hermaphrodite*, comme celle de la rose ou de l'œillet, par exemple. Elle serait *unisexuée* si, comme dans les saules (*fig.* 96), le ricin, le maïs, etc., elle ne contenait qu'un seul des deux organes sexuels, et dans ce cas elle serait

mâle ou *femelle*, selon qu'elle se composerait uniquement des étamines ou organes sexuels mâles, des carpelles ou organes sexuels femelles.

Remarquons bien que l'essence de la fleur, ce qui la constitue réellement, ce sont les organes sexuels, réunis ou séparés. Les enveloppes florales n'en sont que des parties accessoires qui, par conséquent, pourront manquer, sans que la fleur en soit moins apte à remplir ses fonctions.

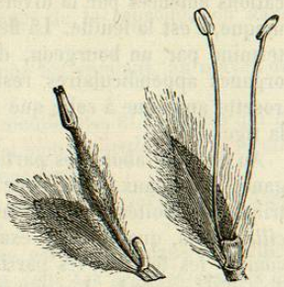

Fig. 96.

Dans une fleur hermaphrodite et complète, la position des organes qui la constituent est toujours la même, et sert en quelque sorte à déterminer la nature de chaque organe. Les organes sexuels femelles, ou les carpelles, en occupent le centre ; en dehors de ceux-ci viennent les organes sexuels mâles, ou les étamines, disposés en série circulaire ; puis viennent les pétales formant la corolle disposés également en cercle ; puis enfin les sépales, dont la réunion constitue le calice. De même que l'on a donné le nom de corolle à l'ensemble des pétales, et celui de calice à l'ensemble des sépales, on a également proposé les noms de *gynécée* pour l'ensemble des carpelles, et celui d'*androcée* pour l'ensemble des étamines. Il résulte de là qu'une fleur hermaphrodite et complète offre à son centre le gynécée, puis l'androcée, puis la corolle, et enfin, tout à fait en dehors, le calice.

Les fleurs naissent en général à l'aisselle des feuilles ou des *bractées*, qui ne sont que de petites feuilles appauvries par l'épuisement des rameaux. Ces fleurs sont portées par un support ou rameau court qu'on appelle *pédoncule* ; rarement le pédoncule manque, et la fleur est *sessile* à l'aisselle de la bractée ; elle est bien plus souvent *pédonculée*, c'est-à-dire munie d'un pédoncule. C'est au sommet de ce dernier, qui est évidemment un rameau de l'axophyte, que se trouvent réunies les diverses parties constituantes de la fleur. Or ces parties sont toutes des organes appendiculaires ou latéraux, relativement à l'axe qui leur sert de support. La fleur, ou l'ensemble des organes de la reproduction, représente donc, comme celui des organes nutritifs, un axe et des appendices : l'axe, c'est le pédoncule, dont la partie supérieure formant un cône tronqué ou allongé, saillant dans l'intérieur de la fleur, sert de point d'attache aux organes qui la constituent, et porte, pour cette raison, le nom de *réceptacle* : les appendices, ce sont les sépales, les pétales, les étamines et les carpelles, qui, en

Fig. 96. Fleurs unisexuées du saule ; à droite, fleur mâle ; à gauche, fleur femelle.