

Les feuilles *décomposées* (*fol. decomposita*) (Fig. CXXXIII) sont le

Fig. CXXXIII.



deuxième degré de composition des feuilles; le pétiole commun est divisé en pétioles secondaires, qui portent les folioles. On les appelle :

1° *Digitées-pennées* (*digitato-pennata*), quand les pétioles secondaires

représentent des feuilles *pennées* partant toutes du sommet du pétiole commun : exemple, certains *mimosa*.

2° *Bigémées* (*fol. decomposito-bigeminata*), quand chacun des pétioles secondaires porte une seule paire de folioles : exemple, *mimosa unguis cati*.

3° *Bipennées* (*fol. bipinnata, duplicato-pennata*) (Fig. CXXXIV), quand les

Fig. CXXXIV.

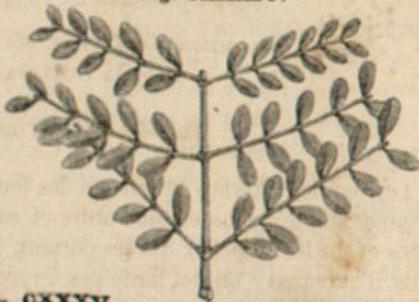


Fig. CXXXV.



CXXXIII. Feuille digitée-pennée du *Mimosa alba*.  
CXXXIV. Feuille bipennée du *Gleditsia monosperma*.  
CXXXV. Feuille triternée de l'*Epimedium alpinum*.

pétioles secondaires sont autant de feuilles *pennées*, partant du pétiole commun : comme dans le *mimosa julibrizin*, etc.

On nomme feuilles *surdécomposées* (Fig. CXXXV) le troisième et dernier degré de composition que pré-

sentent les feuilles. Dans ce cas, les pétioles secondaires se divisent en pétioles tertiaires, portant les folioles. Ainsi, on appelle feuille *surdécomposée-triternée* celle dont le pétiole commun se divise en trois pétioles secondaires, divisés chacun en trois pétioles tertiaires, portant aussi chacun trois folioles : comme dans l'*Actæa spicata*, l'*epimedium alpinum*.

Nous venons d'exposer avec quelques détails les nombreuses variétés de forme, de figure, de consistance, de simplicité et de composition que présentent les feuilles. Nous avons cru devoir donner quelque développement à cet article, parce que beaucoup d'autres organes, que nous étudierons successivement, tels que les stipules, les sépales, les pétales, etc., nous offriront des modifications analogues dans leur figure, leur forme, leur structure, etc., qui, une fois décrites et définies, n'auront plus besoin que d'être citées pour être parfaitement comprises.

## CHAPITRE X.

DE LA DISPOSITION GÉOMÉTRIQUE DES FEUILLES SUR LA TIGE  
OU DE LA PHYLLOTAXIE.

## 1. Feuilles alternes ou éparses.

Les feuilles alternes et surtout les feuilles éparses paraissent au premier abord disposées sans ordre et sans aucune symétrie sur les tiges et sur les rameaux qui les portent. Mais si on les examine avec plus d'attention, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles offrent une disposition parfaitement régulière et constante. Cet arrangement des feuilles sur leur axe a été dans ces derniers temps l'objet de nombreux travaux, soit en Allemagne, soit en France. Il y a près d'un siècle que Bonnet, dans son deuxième mémoire sur les feuilles, avait fait voir que les feuilles alternes sont régulièrement disposées en spirale sur la tige. MM. Alex. Braun et Schimper, par des recherches très-multipliées, sont arrivés à trouver un certain nombre de lois générales qui semblent présider à cette disposition régulière des feuilles et qui constituent une partie nouvelle de la science qu'on a nommée la *phylloxaxie*. Presque à la même époque MM. Bravais frères, en France, arrivaient à peu près aux mêmes résultats, dont ils ont étendu et précisé davantage les conséquences.

Ce sujet est fort important, car les lois qu'on a trouvées pour l'arrangement des feuilles s'appliquent aussi à la disposition de tous les organes latéraux, comme les bractées, les écailles des involucre et les différentes parties constituantes de la fleur, qui ne sont en effet

que des feuilles modifiées. Dans un ouvrage élémentaire, nous ne croyons pas devoir entrer dans des détails trop circonstanciés sur cette matière. Nous nous bornerons à exposer ici avec le plus de clarté et de simplicité possibles les faits généraux et les lois principales de la *phyllotaxie*, renvoyant aux mémoires originaux sur cette matière\* les personnes qui voudraient l'approfondir davantage.

Si l'on prend une branche vigoureuse de peuplier, de prunier, de pêcher, etc., chargée de ses feuilles alternes, on voit qu'en partant d'une feuille inférieure et en s'élevant graduellement vers le sommet, on trouve à une certaine distance une feuille dont le point d'insertion correspond exactement à la première, puis un peu plus haut on en trouve encore une autre, et ainsi successivement suivant le nombre des feuilles et la longueur du rameau. Ce qui est fort remarquable, c'est que les feuilles qui se correspondent ainsi exactement sont toujours séparées l'une de l'autre par un même nombre de feuilles intermédiaires. Ainsi, dans les arbres que nous avons pris pour exemples, en numérotant la série des feuilles superposées, on voit que la sixième correspond à la première, la onzième à la sixième, la seizième à la onzième, et ainsi successivement : par conséquent quatre feuilles intermédiaires sont placées entre chacune de celles qui se correspondent. On peut prendre comme point de départ l'une quelconque des feuilles de la série, et l'on en observera toujours un certain nombre qui lui correspondront et qui seront séparées par un même nombre de feuilles : ainsi à la deuxième correspondront les septième, douzième, dix-septième ; à la troisième les huitième, treizième, dix-huitième, etc., et ainsi successivement.

Si l'on trace sur le rameau une ligne qui passe par les points d'attache de toutes les feuilles, on voit que cette ligne s'enroule en spirale continue autour de la tige depuis la base jusqu'au sommet. On peut donc d'abord établir cette première loi :

I. *Les feuilles alternes ou éparses sont disposées sur les rameaux en une ligne spirale continue.*

Dans l'exemple que nous avons choisi, celui d'une branche de prunier, la ligne spirale qui s'étend de la première à la sixième

\* Alex. Braun (*Nova act. nat. cur. Bonn.* XV, p. 197). Un extrait de ce mémoire a été publié dans les Archives de botanique. (*Ann.* 1835, p. 317.)

L. et A. Bravais. Essai sur la disposition des feuilles curvisériées. (*Ann. sc. nat.* VII, p. 42.)

Martins et Bravais. Résumé des travaux de MM. Schimper et Braun, sur la disposition spirale des organes appendiculaires. (*Ann. sc. nat.* VIII, p. 161.)

L. et A. Bravais. Essai sur la disposition générale des feuilles rectisériées. (*Ann. sc. nat.* XII, p. 5 et 65.)

Al. Braun. Sur l'importance d'un examen plus exact de la position des feuilles carpellaires. (*Ann. sc. nat.* XII, p. 377.)

*Ibid.* Sur les torsions normales dans les plantes, particulièrement des fleurs et des fruits. (*Ann. sc. nat.* XII, p. 377.)

feuille, qui lui est superposée, fait deux fois le tour de la tige en passant par tous les points d'attache des feuilles intermédiaires. D'autres fois cette ligne ne décrira qu'un seul cercle ou bien un nombre beaucoup plus considérable de cercles, mais ce nombre sera fixe pour la même espèce. On a donné le nom de *cycle* à l'étendue de la ligne spirale placée entre une feuille et celle qui lui correspond exactement. Ainsi dans le prunier le cycle est formé de cinq feuilles et ce cycle se compose de deux tours de spire. On a exprimé cette disposition par deux nombres arrangés comme ceux d'une fraction : l'un, l'inférieur ou le *dénominateur*, exprime le nombre des feuilles nécessaires pour former le cycle ; l'autre, le supérieur ou le *numérateur*, représente le nombre des tours de spire étendus entre les deux points extrêmes du cycle. Ainsi  $\frac{2}{5}$  représente la disposition du peuplier, du poirier,

du prunier et d'une foule d'autres arbres, dont le cycle se compose de cinq feuilles formant deux tours de spire autour de la tige. On a donné le nom de disposition *quinconciale* à celle dans laquelle cinq feuilles sont nécessaires pour compléter le cycle.  $\frac{1}{2}$  est la disposition *distique*, c'est-à-dire celle des feuilles distiques de l'orme, du camélia, par exemple, qui sont placées régulièrement et alternativement de chaque côté de la tige, et dans laquelle il ne faut que deux feuilles formant un seul tour de spire pour compléter le cycle.  $\frac{1}{3}$  représente la disposition *tristique*, propre à certaines Cypéracées à tige triangulaire, et dans laquelle trois feuilles en un seul tour de spire constituent le cycle.

Le nombre de ces arrangements est assez limité. Ainsi il est ordinairement l'un des suivants :

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34}$$

L'examen de la série de ces nombres, qui représentent les divers arrangements des feuilles sur les rameaux, va donner lieu à des remarques fort curieuses. Si l'on examine chacun de ces nombres, à l'exception des deux premiers  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{3}$ , qui sont en quelque sorte comme le point de départ des autres, on voit que chacun d'eux est la somme des dénominateurs et des numérateurs des deux nombres qui le précèdent. Ainsi, par exemple,  $\frac{2}{5}$ , qui est le troisième dans la série, se compose des deux numérateurs 1 de  $\frac{1}{2}$ , et  $\frac{1}{3}$ , et des deux denomina-

teurs 2 et 3 des mêmes nombres;  $\frac{3}{8}$ , qui vient après, est formé, de la même manière, des deux numérateurs et des deux dénominateurs des deux nombres  $\frac{1}{3}$  et  $\frac{2}{5}$ , qui le précèdent dans la série. Il en est absolument de même des autres nombres.

Les feuilles qui composent un cycle sont disposées le long d'une ligne spirale. Il résulte de là que la feuille deuxième forme avec la première, en partant du centre de la tige, un certain angle. Cet angle est le même pour chacune des feuilles du cycle prise séparément: on l'appelle l'*angle de divergence*. L'ouverture de cet angle représente une certaine quantité de la circonférence du cercle, et, chose remarquable, les deux nombres qui expriment la composition du cycle sont en même temps l'expression de la valeur de l'angle de divergence de chacune des feuilles qui le composent. Ainsi, dans la disposition quinconciale  $\frac{2}{5}$ , ce dernier nombre représente la valeur de l'angle de divergence, qui est pour chaque feuille des deux cinquièmes de la circonférence du cercle. En effet, s'il faut cinq feuilles pour compléter le cycle et si ces cinq feuilles font deux tours de spire, il est facile de reconnaître que leur angle de divergence est égal aux deux cinquièmes de la circonférence du cercle. Dans la disposition distique  $\frac{1}{2}$ , il ne faut que deux feuilles pour compléter un cycle, chacune d'elles est placée alternativement de chaque côté de la tige; leur angle de divergence est égal à la moitié de la circonférence du cercle; il est donc représenté par la fraction  $\frac{1}{2}$ , qui est la formule de la disposition distique. Il en est de même pour tous les autres arrangements mentionnés précédemment.

De ce qui précède nous pouvons tirer les deux lois suivantes:

II. *Les nombres représentant la composition des divers cycles forment une série dans laquelle chacun de ces nombres est la somme des numérateurs et des dénominateurs des deux nombres qui le précèdent dans la série.*

III. *Le rapport de l'angle de divergence des feuilles avec la circonférence du cercle est toujours exprimé par la fraction qui représente la composition du cycle.*

Quand les feuilles sont écartées et bien distinctes les unes des autres et qu'elles ne sont pas par trop nombreuses, on suit avec facilité la ligne spirale qui les unit toutes entre elles. Mais il est quelquefois très-difficile de déterminer de prime abord la disposition de certaines feuilles. Cette difficulté se présente dans deux cas fort différents: 1° quand l'axe est très-court et très-déprimé, les feuilles sont alors excessivement rapprochées les unes contre les autres et on ne peut

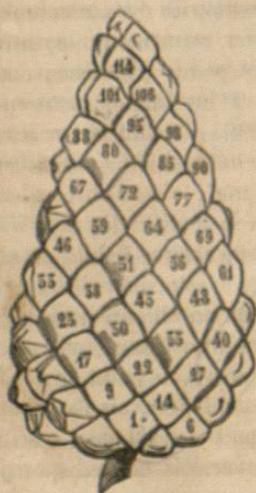
suivre bien exactement la ligne qui passe par tous leurs points d'attache. C'est ce qui a lieu dans les plantes dont les feuilles sont réunies en rosette à la base de la tige, comme dans les joubarbes, par exemple, ou dans les écailles qui composent les cônes des pins et des sapins, dans les bractées qui constituent l'involucre de l'artichaut, du chardon et d'un grand nombre d'autres Synanthérées; 2° un cas tout à fait opposé au précédent, c'est quand le rameau est très-allongé, que ses feuilles sont fort écartées et qu'il faut un nombre assez considérable de feuilles pour composer un cycle, car dans ce cas la moindre déviation accidentelle, une légère torsion dans la tige, par exemple, peuvent laisser du doute pour déterminer exactement quelle est la feuille qui complète le cycle.

Nous venons de dire tout à l'heure qu'en suivant la ligne spirale qui passe par tous les points d'attache des feuilles d'un rameau, on arrive constamment, après un trajet plus ou moins grand, à une, deux, ou plusieurs feuilles superposées à la première; ceci est vrai et rigoureusement vrai pour les feuilles distiques  $\frac{1}{2}$  ou tristiques  $\frac{1}{3}$ ; mais

quand le nombre des feuilles du cycle est un peu plus considérable et surtout quand la ligne spirale fait plusieurs tours pour compléter un cycle, cette superposition des feuilles n'est plus rigoureusement exacte. En effet, quand on examine avec beaucoup d'attention, dans la disposition quinconciale par exemple, la sixième feuille, on reconnaît qu'elle est un peu déviée de la position exacte qu'elle devrait occuper pour correspondre rigoureusement à la première feuille; il en est de même de la onzième, de la seizième, etc. M. Bravais, qui a porté dans cette partie de la science une exactitude presque mathématique, a en conséquence divisé les feuilles en deux grandes séries, qu'il a étudiées séparément dans deux mémoires (V. la note de la page 206), savoir: 1° les feuilles *curvisériées*, ou celles qui, ne se correspondant pas rigoureusement par leurs points d'attache, décrivent sur le rameau une courbe indéfinie; 2° les feuilles *rectisériées*, celles qui, se correspondant rigoureusement, constituent sur les rameaux des séries rectilignes. Dans sa série curvisériée, l'angle de divergence est incommensurable et irrationnel, c'est-à-dire qu'en le multipliant on ne peut arriver à compléter le nombre des degrés qui mesurent la circonférence du cercle, et alors chaque feuille est solitaire sur la verticale qui la contient. Dans le système rectisérié, au contraire, l'angle de divergence est une fraction rationnelle de la circonférence, et après un espace déterminé on trouve une feuille placée immédiatement au-dessus de celle qui a servi de point de départ. Au dernier système appartiennent, ainsi que M. Bravais l'a démontré, non-seulement les dispositions distiques et tristiques, mais les feuilles opposées et décussées et quelques variétés de la disposition du quinconce.

Dans les différents exemples que nous avons examinés jusqu'à présent, les feuilles ne formaient qu'une seule spirale continue autour du rameau. Mais quand les feuilles sont nombreuses et rapprochées, on voit alors qu'elles forment plusieurs spirales parallèles et obliques, les unes dirigées de droite à gauche, les autres de gauche à droite. Si nous prenons par exemple un cône de pin ou de sapin ou la tige de quelques espèces de lin, ou l'*Euphorbia characias*, qui présentent un grand nombre d'écaïlles ou de feuilles, cette disposition sera excessivement manifeste pour nous. Il y a ici, indépendamment de la spirale primitive, qu'il est très-souvent difficile de distinguer, d'abord d'autres spirales qu'on nomme *secondaires* et qui sont plus distinctes que la première. Mais la spirale primitive, appelée aussi spirale *génératrice*, embrasse la série complète des feuilles de la tige, c'est-à-dire qu'elle passe par tous leurs points d'attaché. Les spires secondaires, au contraire, sont toujours partielles, elles ne comprennent jamais qu'un certain nombre de feuilles de la série. Ainsi, par exemple, en supposant chaque feuille numérotée, la spire génératrice passerait par les feuilles 1, 2, 3, 4, 5, etc., tandis que les spires secondaires passent par les numéros 1, 3, 5, 7, etc., ou 2, 4, 6, 8, etc. Hâtons-nous de faire remarquer ici que la différence entre chacun des nombres de la série d'une spirale secondaire exprime le nombre de ces spirales secondaires et parallèles qui se montrent ainsi de chaque côté de l'axe de la branche. Ainsi, dans l'*Euphorbia characias*, on aperçoit deux spirales secondaires, l'une composée des chiffres 1, 3, 5, 7, 9, l'autre des chiffres 2, 4, 6, 8, 10. Mais les chiffres représentés par ces deux spirales réunies comprennent toute la série. S'il y avait un plus

Fig. CXXXVI.

CXXXVI. Cône du pin d'Écosse (*Pinus sylvestris*).

grand nombre de spires secondaires et parallèles, les chiffres de chacune des feuilles qui les composent présenteraient toujours entre eux une différence égale au nombre de ces spirales secondaires. Ainsi, par exemple, si nous prenons le cône du pin d'Écosse (*Pinus sylvestris*) nous apercevrons de suite que ses écaïlles forment de gauche à droite huit spires secondaires et parallèles qui, toutes réunies, comprennent la série de toutes les écaïlles du cône, et de droite à gauche nous en apercevrons treize autres marchant en sens contraire des premières, et comme elles comprenant toutes les écaïlles. (Dans la figure que

nous donnons ici, par suite du renversement de la planche par la gravure les séries de numéros que nous indiquons à droite se trouvent du côté gauche et celles de gauche du côté droit.) En suivant l'une de ces spires, marchant de gauche à droite ou *sinistrorsos*, nous verrons qu'en partant de l'écaïlle n° 1 la spire passe successivement par les n° 9, 17, 25, etc. de même celle qui commence par le n° 2 passe par les n° 10, 18, 26, etc. Or la différence entre chacun de ces nombres qui forment l'une des spires secondaires, est de 8, et ce nombre représente exactement celui de ces spires secondaires, parallèles et *sinistrorsos*. D'un autre côté nous voyons treize spires secondaires *dextrorsos*, c'est-à-dire dirigées de droite à gauche. Or, en partant de la même écaïlle n° 1, cette spire passe par 1, 14, 27, 40, 53, ou, du n° 9, par 22, 35, 48, 61, etc., c'est-à-dire que l'on retrouve dans la différence de chacun de ces nombres le nombre 13 qui est celui de ces spirales secondaires et *dextrorsos*.

Un examen plus attentif du même cône nous fera découvrir encore d'autres spirales secondaires, mais moins apparentes et se rapprochant davantage de la verticale; telles sont : 1, 22, 43, 64, ou 6, 27, 48, 69, ou enfin 9, 30, 51, 72. Ces spires sont également parallèles entre elles, le même rapport existe entre les nombres qui les composent et le nombre 21, qui sépare les écaïlles les unes des autres; nous devons donc en tirer la conséquence qu'il existe sur le cône du pin d'Écosse 21 de ces spires qui sont parallèles entre elles.

Dans ce cas, ce chiffre représente toujours le nombre de feuilles qui constitue le cycle de ce cône. Ainsi il y a ici vingt et une feuilles employées pour former chaque cycle du cône du pin d'Écosse.

Par ce moyen, nous avons l'un des termes de la fraction, le dénominateur, qui représente la disposition et l'arrangement du cycle. On parviendrait encore à le trouver en additionnant les deux nombres qui représentent celui des spires secondaires *sinistrorsos* et *dextrorsos*. Dans le cas cité ici, nous avons  $8 + 13$  ou 21. Maintenant, pour avoir le premier terme de la fraction ou le numérateur, qui exprime le nombre de tours que fait la spire génératrice, il suffit de prendre le nombre le plus faible des spires secondaires, qui est ici 8. Nous

avons ainsi la formule  $\frac{8}{21}$ , représentant la disposition des écaïlles du pin d'Écosse, dont le cycle se compose de 21 écaïlles formant 8 tours de spire autour de l'axe.

En suivant l'exemple que nous venons de développer, nous allons avoir le moyen de résoudre une question intéressante. Quand les feuilles ou les écaïlles sont très-rapprochées les unes des autres, il est aussi difficile de suivre la spire génératrice, qu'il est aisé de distinguer les spires secondaires. Dans ce cas, il serait presque impossible de numéroter exactement chacune des écaïlles de la spire génératrice. Cependant on peut y parvenir par un moyen très-simple. Il

suffit de compter le nombre des spires secondaires dextrorses et sinistrorses qu'on observe sur le cône, par exemple. Cela fait, on prend comme point de départ l'une de ces écailles ou écailles les plus rapprochées de la base et on y inscrit le n° 1. Puis, à l'aide du principe que nous avons posé précédemment, que dans chaque spire secondaire les écailles sont séparées les unes des autres par un nombre égal à celui des spires secondaires parallèles, nous numérotions toutes les écailles d'une de ces spires. Chacun de ces chiffres nous sert ensuite à former ceux des autres spires, soit de droite, soit de gauche, et nous finissons par compléter la série des numéros, qui constitue alors la spire génératrice.

En général, la formation des spires secondaires est due, comme nous le savons, au raccourcissement extrême de l'axe qui porte les feuilles ou les écailles; car, quand cet axe vient à s'allonger convenablement, ces spires secondaires disparaissent, et à mesure la spire primaire ou génératrice devient de plus en plus apparente. Ce phénomène s'observe très-bien sur quelques tiges de lin et surtout de *sedum* à feuilles cylindriques. Quand elles sont très-jeunes, leurs feuilles sont très-rapprochées les unes contre les autres et les spires secondaires sont très-visibles, tandis que la spire génératrice n'est pas distincte. Le contraire a lieu quand les tiges se sont allongées et les feuilles écartées.

La spire génératrice marche tantôt de gauche à droite, tantôt de droite à gauche. Mais cette direction est rarement constante. Très-fréquemment elle varie sur les divers rameaux d'une même tige. Quand un rameau naît à l'aisselle d'une feuille sur une branche, on a remarqué que constamment la feuille de la branche commence toujours exactement la spire du rameau. Mais tantôt la spire d'un rameau secondaire marche dans le même sens que celle du rameau primaire, et la spire du premier est dite *homodrome*; tantôt, au contraire, sa direction est opposée ou *hétérodrome*.

## II. Feuilles opposées ou verticillées.

Les feuilles opposées ou verticillées appartiennent nécessairement à la classe des feuilles *rectisériées* de M. Bravais. En général, les feuilles d'un verticille alternent régulièrement avec celles des deux verticilles supérieur et inférieur au milieu desquels elles sont placées. Ainsi les feuilles opposées croisent à angle droit celles qui les précèdent et celles qui les suivent dans la longueur de la tige. Celles qui sont verticillées par trois, par quatre ou par cinq correspondent alternativement aux espaces qui séparent les feuilles des verticilles supérieur et inférieur. Il résulte de cette disposition, qui est presque générale: 1° que les feuilles opposées ou verticillées sont exactement superposées les unes aux autres de deux en deux verticilles; 2° qu'en ne laissant qu'une seule feuille à chacun des verticilles superposés, ces feuilles suivent une ligne

spirale et ascendante dont l'angle de divergence est représenté par le nombre des feuilles qui composent le verticille et le nombre des tours que la spirale décrit autour de la tige.

Dans ce cas, on comprend facilement que les feuilles doivent former des séries verticales très-apparentes, dont le nombre est toujours double de celui des feuilles de chaque verticille. Ainsi, quand les feuilles sont opposées, on compte quatre séries longitudinales, six quand elles sont verticillées par trois, huit quand elles sont verticillées par quatre, etc.

Pour résumer les faits principaux de la *phylloxaxie*, que nous venons d'exposer, mettons ici sous les yeux du lecteur les conséquences les plus générales qui en découlent:

1° Les feuilles alternes ou éparses sont disposées sur les rameaux en une ligne spirale continue.

2° En prenant une feuille comme point de départ, on en trouve toujours dans la série spirale un certain nombre qui lui correspondent exactement et qui lui sont superposées.

3° L'espace de la ligne spirale étendu entre deux feuilles qui se correspondent constitue un *cycle*.

4° Le nombre des feuilles nécessaires pour former un cycle est en général le même pour tous les individus d'une même espèce et varie suivant les espèces.

5° La ligne spirale étendue entre les deux feuilles extrêmes d'un cycle fait une, deux ou plusieurs fois le tour de la tige.

6° On exprime la disposition des feuilles sur la tige en employant une fraction dont le dénominateur est formé par le nombre des feuilles du cycle et le numérateur par le nombre de tours de spire.

7° Les dispositions qu'on observe le plus communément sont représentées par les formules suivantes:

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34}, \text{ etc.}$$

8° Les nombres représentant la composition des divers cycles forment une série dans laquelle chacun de ces nombres est la somme du numérateur et du dénominateur des deux nombres qui le précèdent dans la série.

9° On appelle angle de *divergence* des feuilles l'angle formé par chaque feuille avec celle qui la suit ou celle qui la précède. Cet angle, par son ouverture, mesure une certaine portion de la circonférence du cercle.

10° Le rapport de l'angle de divergence avec la circonférence du cercle est toujours exprimé par la fraction qui représente la composition du cycle.

11° Les feuilles se partagent en deux classes: 1° les *rectisériées*, qui se correspondent rigoureusement aux deux extrémités du cycle,

et les *curvisériées*, qui sont plus ou moins déviées du point exact qu'elles devraient occuper pour se correspondre.

12° Les *rectisériées* forment des séries verticales, et leur angle de divergence est toujours une fraction rationnelle de la circonférence du cercle. Les *curvisériées* sont rigoureusement solitaires, et leur angle de divergence est irrationnel et incommensurable.

13° La ligne spirale qui passe par le point d'attache de toutes les feuilles constitue la spire primaire ou génératrice.

14° Indépendamment de la spire génératrice, il en existe plusieurs autres à droite et à gauche de l'axe, très-apparences quand les feuilles sont très-nombreuses et très-rapprochées les unes contre les autres : on les nomme *spires secondaires*.

15° Les spires secondaires ne passent jamais par la série complète des numéros de toutes les feuilles.

16° Entre les numéros de deux feuilles qui se suivent immédiatement dans une spire secondaire, il existe une différence égale au nombre de ces spires secondaires et parallèles qui existent de l'un des côtés de l'axe.

17° Quand on a reconnu le nombre des spires secondaires qui existent dans un assemblage de feuilles ou d'écaillés, on peut : 1° numéroter exactement chacune des feuilles ou écaillés et connaître ainsi la spire génératrice, qui n'est point apparente; 2° déterminer le nombre des feuilles ou des écaillés qui constituent le cycle, ce nombre étant égal à la somme des spires secondaires qui existent à droite et à gauche de l'axe; 3° connaître le nombre des tours de spire étendus entre les deux points extrêmes du cycle, ce nombre étant toujours égal au plus petit des deux nombres exprimant les spires secondaires de gauche et de droite. On arrive ainsi à former la fraction qui représente la disposition des feuilles ou des écaillés.

18° Les feuilles opposées ou verticillées alternent en général exactement dans deux verticilles qui se suivent.

19° Les feuilles opposées et verticillées se correspondent exactement de deux en deux verticilles.

20° Chacune d'elles peut devenir le point de départ d'une ligne spirale.

## CHAPITRE XI.

### STRUCTURE DES FEUILLES.

On doit à M. Adolphe Brongniart des recherches fort intéressantes sur la structure des feuilles et leurs fonctions (*Ann. sc. nat.*, dé-

cembre 1830). Nous en offrirons ici quelques-uns des résultats les plus saillants.

Les feuilles, comme nous l'avons dit précédemment, sont formées par trois organes principaux; savoir, par un faisceau vasculaire provenant de la tige, par du parenchyme, prolongement de l'enveloppe herbacée de l'écorce, et enfin par une portion d'épiderme qui les recouvre dans toute leur étendue. Étudions successivement ces trois parties :

I. Le parenchyme est communément vert, et c'est lui qui donne aux feuilles la coloration qui leur est si générale. Il est composé de plusieurs couches d'utricules plus ou moins arrondies, laissant souvent entre elles des espaces vides ou méats intercellulaires, communiquant tous entre eux et remplis d'air (Fig. CXXXVII). Assez souvent les utricules placées sous l'épiderme de la face supérieure sont sous la forme de petites cellules cylindriques perpendiculaires à l'épiderme. Celles, au contraire, qui touchent l'épiderme de la face inférieure sont très-irrégulières, souvent divisées en plusieurs branches qui s'unissent avec celles des autres cellules environnantes de même nature, et constituent une sorte de tissu réticulé, à larges mailles, sur lequel l'épiderme est appliqué. En général on a remarqué que les stomates correspondent à ces lacunes ou poches aériennes, dont l'abondance à la face inférieure de la feuille lui donne cette couleur plus pâle qui lui est propre.

La couleur verte du parenchyme des feuilles est due, comme celle du tissu cellulaire en général, aux granules verts qui existent dans l'intérieur des utricules. On sait que, quand les plantes sont longtemps soustraites à l'action directe de la lumière solaire, leurs feuilles

Fig. CXXXVII.



CXXXVII. Coupe perpendiculaire de la feuille du laurier-rose, montrant en *a* la cavité garnie de poils où sont réunis les stomates, et en *ep*, l'épiderme composé de trois à quatre couches de cellules, et entre les deux lames d'épiderme, le parenchyme.