Aimez-vous le fenouil ?

Ou comment aborder le nombre d'or à propos des plantes.

L'histoire débute avec un des premiers travaux réalisé par mon fils lors de sa première candidature en architecture (1). Les étudiants doivent dessiner une plante en mettant en évidence sa structure. En effet, de tous temps, les hommes se sont inspirés de la nature pour trouver des solutions à leurs propres besoins. Les architectes n'échappent pas à la règle.





Dessin : Mathurin Smoos 1990

Mon propos n'est pas d'apporter un regard nouveau sur ce sujet riche et vaste, mais plutôt de vous partager mon émerveillement devant mon approche récente de ce thème, suscitée par l'observation des végétaux lors de nos excursions botaniques.



Matteuccia struthiopteris

J'ai été subjugué par cette vue plongeante au cœur de cette touffe en corbeille de la fougère. Ma curiosité m'a poussé à lire deux ouvrages : Architectures naturelles dans la revue Question 9 (2) et Le Code Secret (3).

(1) Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc de Bruxelles
(2) Revue éditée par l'Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc de Bruxelles (automne 1987)
(3) Le Code Secret, la formule mystérieuse qui régit les arts, la nature et les sciences de Priya Hemenway (editions Evergreen 2008) https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/le-code-secret-9783836507103

« Et notre émerveillement, ne vient-il pas de ce mystérieux complexe d'unité et de diversité,
qui semble procéder d'un dialogue avec la totalité,
induit par quelques forces qui nous gouvernent,
par quelques principes d'où émerge la beauté,
où résonne le sacré ? »
Willy Serneels dans l'introduction de la revue citée ci-dessus.


Villemin Gérard.free.fr

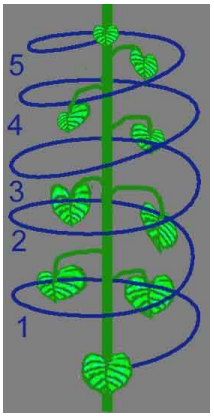
Me voici, d'emblée, invité à me plonger dans la lecture de ces ouvrages. Allais-je enfin découvrir le Graal*, le secret que les hommes recherchent depuis si longtemps ? Il me faudrait tout d'abord (ré)apprendre à regarder. Non pas seulement voir et découvrir les caractères particuliers de chaque plante pour pouvoir en déterminer l'espèce, mais voir comment les différentes parties sont constituées et organisées entre elles. Voir les formes, les dispositions, les agencements, les proportions et les rapports qu'elles peuvent avoir entre elles, demande d'exercer ma curiosité avec perspicacité. Bien des personnages savants, tout au long de l'histoire, se sont penchés sur ces curiosités naturelles lors de leurs recherches pour comprendre le monde. De l'Antiquité à nos jours, un agencement particulier a été observé dans la géométrie des divers objets qui constituent notre univers. Le monde vivant ne s'ordonne pas au hasard, chaque élément y trouve sa place suivant un équilibre dont nous voudrions trouver le(s) secret(s). Le voile a été levé sur un aspect qui traverse l'ensemble du vivant, c'est le « nombre d'Or ». Il est représenté par le symbole grec **Φ** (Phi). Il s'agit d'un rapport. « *Une droite est partagée en extrême et moyenne raison lorsque le rapport de la ligne entière à son segment le plus grand est égal au rapport de ce plus grand segment au plus petit* ».

$$\mathbf{\Phi} = \frac{(1+\sqrt{5})}{2}$$

Ce rapport est égal à 1,61803…… il y a de quoi user les piles de votre calculette, mais c'est à peine plus difficile à tracer qu'un cercle, à l'aide d'un compas.

Si on trouve déjà des dessins respectant cette proportion dans une des antiques tombes d'Egypte, les sculptures du Parthénon ont été sculptées suivant la « divine proportion » par **Phi**dias (490-430 av. J.-C.). Chaque époque de l'histoire possède des mathématiciens qui se sont penchés sur le problème. Platon, Euclide, Léonard Fibonacci, Pacioli, Kepler….Roger Penrose (1931) avec son pavage pentagonal, ont fait évoluer cette notion jusqu'aux recherches les plus récentes comme en cristallographie.

* : La quête du Graal a un sens moderne concret : il décrit un objectif difficilement réalisable, mais qui apportera au monde des nouvelles connaissances ou permettra une application originale sur la matière. (Wikipedia).



Mon intention, à travers ce message, n'est pas de vous expliquer la phyllotaxie en long et en large, mais plutôt de vous partager le plaisir que j'ai eu à découvrir ce côté peu connu de la botanique.

À lire également : La symétrie chez les Plantes (M.T. Romain, Natura Mosana n°68 (2) 2015.

Vous pouvez vous initier en deux clics en lisant un article tel que celui-ci :
http://leventtourne.free.fr/livreouvert/NombreOr/phyllotaxie.html
ou encore :
https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-pas-bourgeon-pas-foret-1187/page/7/

L'étude plus approfondie du phénomène révèle comment se construit cette organisation dans le méristème apical. Les motifs, observés sur les plantes pour leur phyllotaxie, se retrouvent comme déjà imprimés (mais pas toujours) sous forme de gradients de concentration de substances inhibitrices au niveau cellulaire. Les futurs organes (primordia) se développent entre ces champs inhibiteurs. Ces motifs sont particulièrement réguliers. « Parfois, la phyllotaxie observée à l'échelle méristématique semble ne pas être tout à fait la même que celle observée à l'échelle de la plante. Cela appuie l'idée que la croissance post-méristématique est essentielle à l'établissement du motif spatio-temporel final, et que le méristème apical caulinaire n'est pas le seul acteur de la phyllotaxie » (Anaïs CHAUMERET, Étudiante en thèse, Laboratoire de Reproduction et Développement des Plantes, ENS, Lyon) 2016.
http://www.jardin-botanique-lyon.com/jbot/sections/fr/les_coulisses_du_jar/sauvages_et_cultivees/article_du_moment/archives6274/avril_2016__la_phyllotaxie_ou_le_design/

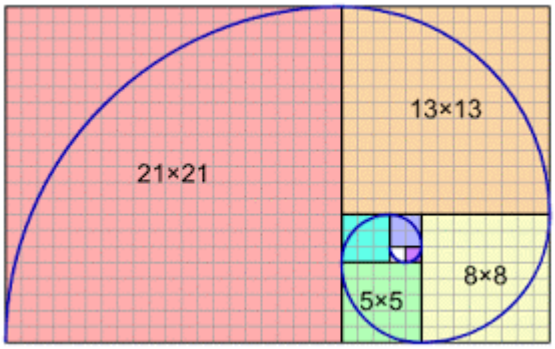
Je constate que des études, particulièrement en génétique, sont encore bien en vogue et qu'il y a encore bien des choses à découvrir dans ce domaine comme dans tant d'autres.



Ne perdons pas de vue la séquence numérique connue sous le nom de série de Léonard Fibonacci (1170-1250). N'oubliez pas ce nom qui fait partie de notre histoire. Gardons toutefois à l'esprit que ces découvertes anciennes ne sont que des constats et n'expliquent pas grand-chose du fonctionnement complexe de l'univers. Simplement, restons admiratifs devant les qualités d'observation développées en des temps où la science balbutiait.

Partant des deux premiers nombres entiers réels : 0 et 1, ajoutons les deux précédents pour obtenir le suivant, et ainsi de suite.
On obtient 0-1-1-2-3-5-8-13-21…. Cette organisation est omniprésente dans la nature.

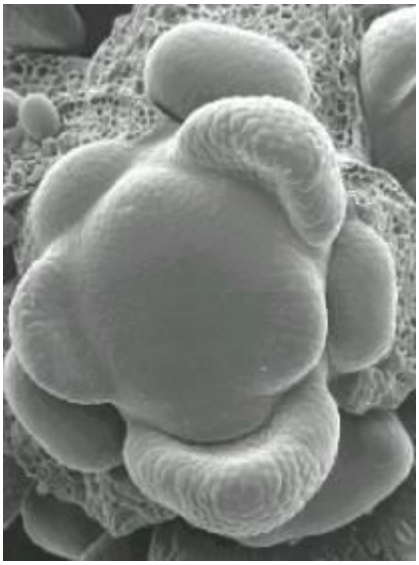
« Que tous ceux que rebutaient les maths à l'école tentent un petit effort, s'ils ont l'amour des plantes : ils les admireront d'autant plus ». Paul Dessart.



Spirale de Fibonacci.

Elle est très présente dans le monde vivant. On pense évidemment aux coquilles de mollusques, mais aussi à l'agencement des feuilles dans certains végétaux.

Également lié au nombre d'or, l'angle de divergence (137°5) est l'angle au centre, dans la section transversale du bourgeon, déterminé par les centres de deux primordia consécutifs. Le primordium est l'ébauche d'un organe dans le bourgeon. Les primordia dans le bourgeon forment généralement des spirales appelées parastiques. Elles sont en sens opposés, dextres ou senestres, en quantités variables selon des nombres de la série de Fibonacci. Cet angle qu'on retrouve au niveau de l'implantation des feuilles et des rameaux permet une répartition optimale des feuilles, sans recouvrement, pour ainsi leur donner un maximum de lumière. Tout est question d'efficacité avec économie d'énergie (également une gageure pour l'humanité).



Méristème vu au microscope électronique avec les primordia sous forme de renflements.

http://villemin.gerard.free.fr/aScience/Botanique/PhylVoca.htm
Villemin Gérard.free.fr

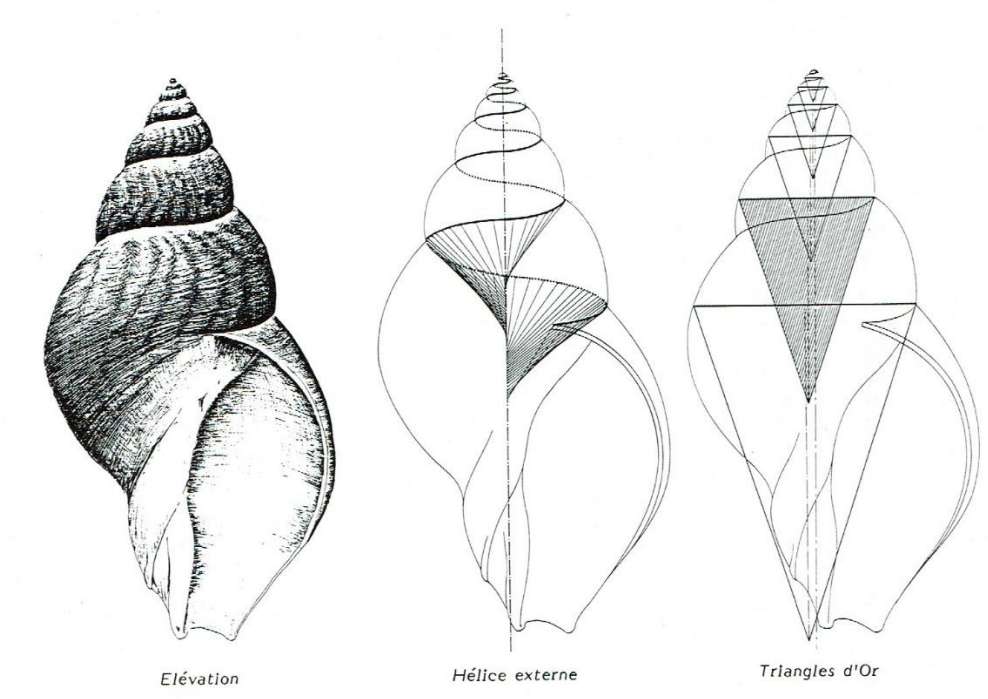
Il est intéressant de constater que la plante croît pendant toute son existence, ce qui lui permet de s'adapter en permanence au milieu. La phyllotaxie est donc une adaptation. Ainsi, la position d'un organe peut changer en fonction de l'espace disponible. Les animaux, quant à eux, cessent de grandir à maturité et s'adaptent par le mouvement.

À y regarder de près, on constate que les choses ne sont pas si simples et qu'un joli désordre semble dominer dans la nature. Notre observation visuelle a ses limites et bien que nous puissions trouver ces traces régulières, la plupart du temps, nous n'y voyons qu'un fouillis. Ces modèles

étudiés sont évidemment simplifiés bien que nous puissions les découvrir au stade juvénile par exemple, ou dans une partie seulement de la plante : disposition des feuilles, des pétales, des graines dans le fruit… C'est oublier la profusion de mécanismes d'adaptation adoptés par le monde végétal. Ainsi, toutes les plantes n'ont pas un port dressé. La compétition pour l'espace va générer des formes multiples : port couché, rampant, étalé latéralement plus ou moins en fonction du voisinage, pour ne citer que ces exemples. D'autres caractères morphologiques influent l'accès à la lumière : la longueur du pétiole, l'orientation du limbe, la longueur des entre-nœuds ou la taille et la forme des feuilles.

« L'ordre qui règne dans la nature se retrouve dans les formes irrégulières et anormales » (de Plantefol 1948). Il est possible que des feuilles se retrouvent à l'intérieur d'un système régulier sans avoir une place qui y correspond. Cela peut être dû à une légère différence dans l'angle de divergence. Autrement dit, un système phyllotaxique peut contenir un certain nombre d'éléments distribués aléatoirement sans perdre sa structure régulière globale, d'où l'ordre dans l'irrégularité.

Des études mathématiques, statistiques, liées à la biologie moléculaire pourront sans doute nous dévoiler les dessous complexes de ce qui peut paraître simplifié lors des observations classiques.



Escargot de mer - Dessins de Thérèse Deprêtre (Questions 9 automne 1987).

Pour conclure, je vous invite à partager des observations liées à la phyllotaxie lors de nos excursions botaniques. Ce serait certainement une manière d'approfondir la connaissance d'espèces communes que nous pensons n'avoir plus de secrets pour nous. Nous pouvons ainsi nous inscrire dans la suite des observateurs historiques qui nous inspirent. Humilité !

Pour aller plus loin :

Croissance végétale et Morphogenèse par Roger V. Jean ; Masson, Presses de l'Université du Québec 1983.

Aux origines des plantes, sous la direction de Francis Hallé ; Librairie Arthème Fayard 2008.