Les monstres dans le monde organique et les lois le la morphologie

Autor(en): **Jaccard, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **34 (1898)**

Heft 130

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-265379

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

LES MONSTRES DANS LE MONDE ORGANIQUE

ET LES LOIS LE LA MORPHOLOGIE

Conférence académique prononcée le 11 novembre 1898, à Lausanne,

PAR

Paul JACCARD,
Professeur agrégé à l'Université.

Mesdames et Messieurs,

Aucun problème ne paraît plus inaccessible à l'analyse scientifique que la recherche du pourquoi des formes. L'arbitraire le plus complet semble régner dans l'infinie diversité du monde organique. Il semble que l'on soit en présence d'une infinité de motifs que l'imagination la plus ingénieuse et parfois la plus extravagante, se serait plu à compliquer de variations aussi diverses qu'innombrables.

On entrevoit bien une conformité morphologique entre l'animal ou la plante et le milieu qu'ils habitent ; les espèces aériennes, aquatiques ou terrestres ont en général des particularités caractéristiques qui nous paraissent d'heureuses adaptations à leur genre de vie.

Mais à côté de cette conformité toute générale, que de variations inexplicables dont la raison nous échappe! Si le corps fusiforme des poissons paraît en harmonie avec la locomotion en milieu aquatique, nous ne voyons pas bien quelles sont les raisons qui ont déterminé la forme quasi sphérique du *Diodon* ou celle non moins étrange de la *Môle* ou *poisson-lune* ou celle plus stupéfiante encore de l'*Euripharynx pelecanoïdes*. (Pl. VI, fig. 1 et 2.)

Sans vouloir pénétrer dans le dédale des formes et chercher la clef des mystères morphologiques, l'esprit le moins attentif aux choses de la nature est frappé par cette distinction qui s'impose, entre les formes *régulières* et les formes *irrégulières :* les

unes produisant sur nous une impression esthétique, les autres nous choquant au contraire par leur manque d'harmonie. (Pl. VI et VII.)

Sans doute, il ne s'agit là que d'une impression subjective, dépendant de notre manière d'envisager la laideur comme résultant du manque de symétrie auquel s'ajoute l'effet de contrastes disproportionnés. Toutefois, vis-à-vis du rôle énorme joué par la symétrie dans la forme des êtres vivants, l'existence de types asymétriques ou disproportionnés constitue un fait de la plus haute importance et l'une des manifestations les plus instructives de la morphologie, puisqu'elle nous montre *qu'un organisme, d'ailleurs symétrique dans les traits fondamentaux de son organisation est capable de présenter dans telle ou telle de ses parties des variations asymétriques ou disproportionnées.*

A côté de ces formes que nous trouvons disharmonieuses, mais qui sont normales, on rencontre des types anormaux auxquels on réserve le nom de monstruosité. L'anatomie animale et végétale nous en révèle à chaque instant : ce sont des individus privés de tel ou tel organe, des fleurs transformées en feuilles, des individus normalement unisexués qui naissent hermaphrodites, des veaux à deux têtes, des pieds humains à six doigts, etc.

On croyait autrefois qu'il y avait une *étiologie* spéciale pour ces types-là, on supposait qu'ils devaient dans le cours de leur développement être soumis à des lois particulières, et l'on expliquait ainsi leur déviation du type primitif. On sait maintenant qu'il n'en est rien et que ces formes anormales ne représentent que des cas particuliers de la biologie normale, qu'ils obéissent aux mêmes lois que les êtres dits normaux, mais sont soumis temporairement ou d'une façon définitive, à l'action de facteurs spéciaux ou d'excitants particuliers.

On constate que des formes telles que les *balais de sorcières* des sapins, les *bédegars* des rosiers, les *galles* des chênes, les inflorescences foliacées de *Juncus*, etc., sont des types morphologiques définis et constamment liés à l'action d'un excitant déterminé tel que la piqûre d'un insecte ou le développement d'un champignon. (Fig. 1 et 2, texte.)

Plusieurs monstruosités animales caractéristiques sont liées à des conditions particulières que l'on peut reproduire artificiellement:

1° C'est ainsi qu'on peut déterminer une polydactylie artificielle chez certains tritons en les faisant vivre dans des vases

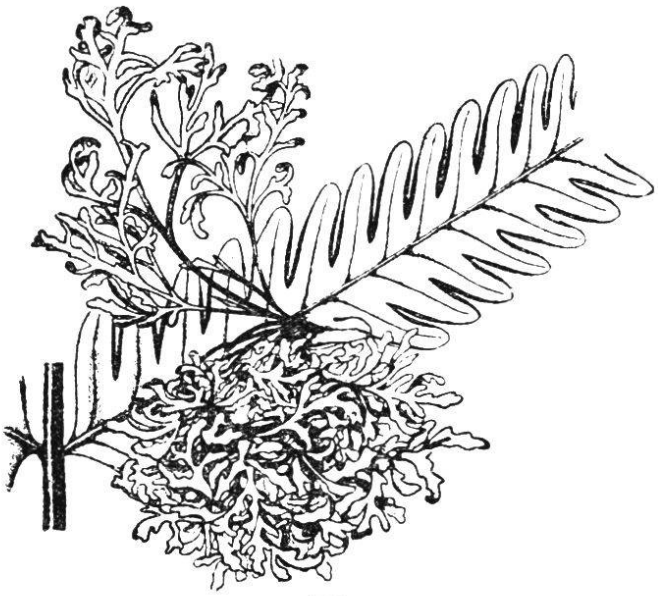


Fig. 1.

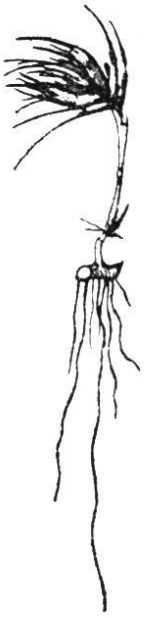


Fig 2.

assez étroits pour que ces animaux soient obligés, à cause de la courbure du verre, de chercher constamment un point d'appui contre les parois.

C'est dans ce même ordre de faits que rentrent toutes les particularités de la morphologie attribuée par Roux à *l'excitation fonctionnelle*, c'est-à-dire que le fonctionnement variable des organes exerce un rôle marqué sur leur forme. Ainsi lorsqu'un os fracturé est soumis à des mouvements pendant sa consolidation, il se développe au siège de ces mouvements une fausse articulation, présentant des cartilages et des ligaments à l'endroit où, sans cela, il se serait formé de la substance osseuse.

Dareste a obtenu toute une série de monstres, qu'il a décrits dans un traité volumineux, en soumettant des œufs de poules à l'action du froid localisé sur un point, à la trépidation, au vernissage d'une partie de la coquille, et montrant ainsi qu'à chaque modification profonde des conditions de développement correspond une modification profonde de la forme et de la structure.

2° En cultivant des œufs de grenouille dans de l'eau plus ou moins chargée de sel marin, on détermine le développement de formes monstrueuses, correspondant aux divers degrés de concentration des solutions.

3° On peut provoquer également la formation de monstres doubles chez des grenouilles en donnant aux œufs, pendant la durée de leur développement, une position renversée, c'est-à-dire en maintenant l'extrémité la plus lourde de l'œuf en haut et la plus légère en bas, contrairement à l'orientation normale.

4° Par l'action de diverses substances injectées dans des œufs en voie de développement, on obtient également une série de formes monstrueuses déterminées par les conditions de l'opération.

5° Dans le domaine de la pathologie humaine, nous pouvons citer un certain nombre de *faciès* ou physionomies morphologiques liés à l'existence de maladies déterminées: tels sont les *ongles hippocratiques* des tuberculeux, les *renflements* et *indurations* des cartilages sterno-costaux dans le rachitisme, l'*engorgement cellulaire* dans le *myxœdème* consécutif à l'ablation de la glande thyroïde, etc. Dans ce dernier cas, comme on le sait, l'injection de la glande thyroïde fait disparaître l'engorgement, de même que dans l'*urémie,* l'injection de matière rénale, et dans la *ménopause*, l'injection de glande ovarique peuvent faire disparaître les troubles de l'état général et les modifications de l'aspect extérieur caractéristique pour ces affections.

L'injection de *sérum* dans la *diphtérie*, par exemple, bien que provoquant une action plus localisée, peut être rapprochée des cas précédents.

On peut donc, à volonté, produire dans tel ou tel organisme, que nous considérons comme normal, des altérations, déterminées par l'action de substances particulières ou par l'effet de causes modifiant la nutrition et qui le rendent anormal, et, inversément, par des procédés analogues, ramener un organisme animal au type normal (et quand je dis normal, je ne considère maintenant que la forme extérieure habituelle de l'être).

C'est sur la connaissance de ces faits qu'est basée la théorie des *substances organogéniques*, d'après laquelle les formes particulières des organes, tant animaux que végétaux, sont dues à l'action de substances chimiques déterminées.

Autrement dit, *il existe un lien de causalité entre des caractères morphologiques d'êtres vivants et certaines structures chimiques ou mieux physico-chimiques.*

Lorsqu'on envisage la question du pourquoi des formes, cette théorie ne fait évidemment que reculer le problème. Toutefois, il est certain que la tératologie expérimentale, c'est-à-dire la production artificielle des monstres par les divers procédés que nous avons indiqués, en démontrant la dépendance étroite des formes, non seulement vis-à-vis de conditions générales, mais vis-à-vis de conditions très spéciales, détermina, dans une grande

mesure, notre manière actuelle d'envisager la forme dans sa dépendance vis-à-vis de conditions extérieures.

En présence de faits aussi considérables, on comprend que plusieurs naturalistes en aient exagéré la portée. C'est ainsi que Darwin et ses nombreux disciples voulurent voir dans *l'action formatrice des conditions extérieures secondée par la sélection naturelle et la lutte pour l'existence, les raisons déterminantes de l'origine des espèces et de leur évolution* [1].

Nous voudrions aller plus loin et montrer *l'impuissance des conditions extérieures à déterminer l'évolution.*

L'erreur dans laquelle on est tombé provient de ce qu'on n'a pas distingué entre eux plusieurs facteurs, fondamentalement différents, l'un consistant dans la division du *travail physiologique*, l'autre dans *l'action des conditions extérieures.*

Le premier de ces facteurs caractérise la variation évolutive ou l'*évolution*; le second détermine la variation adaptive ou l'*adaptation.*

Les deux agissent simultanément, mais, comme nous allons le montrer, l'un ne provient pas de l'autre, en tout cas le premier n'est pas le résultat du second.

Qu'entend-on par la division du travail physiologique, et de quelle façon se manifeste-t-elle au début?

Les fonctions *fondamentales* de la vie, nous le savons, sont les mêmes pour tous les êtres, ce sont des propriétés générales de la substance vivante : du *protoplasme.* En effet, l'*irritabilité*, grâce à laquelle sous l'influence de la *respiration* ou *oxydation*, l'organisme s'*assimile des substances différentes de la sienne*, la *nutrition* qui en résulte et qui engendre son *accroissement* et finalement sa *reproduction,* sont l'apanage de tous les êtres vivants.

Ce qui distingue les types supérieurs d'organisation de ceux où la différenciation organique atteint un moindre degré, n'est pas autre chose que la subdivision de chacune des fonctions primordiales en fonctions secondaires; c'est là ce qui constitue la division du travail physiologique.

Ainsi, tandis qu'un infusoire ne présente aucun organe parti-

[1] Yves Delage, dans son ouvrage magistral : *l'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale,* fait de main de maître le procès de la sélection naturelle comme facteur prépondérant de l'évolution.

culier sensible à l'action des excitants thermiques, ou sonores, lumineux ou chimiques, notre corps possède des organes complexes (œil, oreille, papilles dermiques, etc.), où se localisent ces sensibilités particulières.

Or, comment admettre que des variations du milieu puissent déterminer à elles seules de pareilles complications ?

Ne voyons-nous pas dans un milieu éminemment uniforme et conservateur, comme la mer, s'épanouir toutes les formes de la série animale, depuis les protozoaires aux mammifères ?

Comment supposer qu'un pareil milieu, pendant longtemps le seul où la vie ait pu se développer, plus uniforme encore dans les âges primitifs que dans les temps actuels et qui, les archives paléontologiques sont là pour le prouver, vit se différencier *tous les embranchements de la série animale* alors que la faune terrestre et aérienne est à peine ébauchée, comment supposer qu'un pareil milieu ait jamais pu, par ses variations, engendrer cette diversité d'organisation que nous constatons dès les premiers âges du monde.

A ce propos, citons ce que dit M. Velain dans son *Cours élémentaire de géologie*, p. 253, à propos de la faune silurienne, une des plus anciennes que nous connaissions :

« Il est à remarquer que les types d'organisation qui apparaissent alors, répandus souvent à profusion dans ces dépôts, sont loin d'être inférieurs au point de vue de l'organisation.

» La faune silurienne, au contraire, se signale non seulement par l'abondance et la variété des formes qui la composent, *mais par leur perfection.* C'est ainsi que, parmi les mollusques, ce sont des céphalopodes, c'est-à-dire les types les plus élevés de cette classe, qui dominent, au point de présenter, dès le principe, dans son maximum de développement, la grande famille des *Nautilides.* Chez les trilobites, si caractéristiques de cette faune remarquable, ce sont, à leur tour, les *Paradoxides*, c'est-à-dire les plus segmentés, et, par suite, les plus parfaits de cette classe, qui apparaissent les premiers. »

Un point me paraît fondamental dans la question qui nous occupe, à savoir *si l'organe s'ébauche avant la fonction*, ou si c'est la fonction qui s'ébauche la première, déterminant ensuite la formation de l'organe.

Nous soutenons la seconde alternative qui pourra paraître évidente à certains esprits qui néanmoins n'ont pas attaché à cette distinction toute l'importance qu'elle comporte.

Pour résoudre cette question, nous envisagerons tout d'abord quelles sont les premières relations existant à l'origine chez les êtres vivants entre la forme et les manifestations de la vie.

1. A l'origine tous les corps ont une forme sensiblement sphérique : l'œuf animal ou végétal est toujours une cellule sphérique. La cause de cette uniformité si remarquable doit être cherchée dans une grande loi générale, loi qui n'est point exclusive à la matière organisée, mais qui doit être *une loi d'agrégation régissant toute la matière.* En effet, tous les astres ont une forme sphérique, la goutte d'eau, au début de sa chute, est sphérique également ; il en est de même pour tous les liquides pris en masses suffisamment petites ou placés dans des conditions telles qu'ils soient partiellement soustraits aux effets de la pesanteur. C'est ce qui arrive, par exemple, pour une goutte d'huile tenue en suspension dans un milieu de densité égale à la sienne.

Nous voyons même, dans une foule de phénomènes physiques tels que ceux qui résultent de la tension superficielle, de la capilarité, les phénomènes d'osmose, de surfusion, etc., en un mot tout ce qui constitue les phénomènes moléculaires, nous voyons, dis-je, cette loi d'agrégation dominer cette autre loi, pourtant si générale, de la gravitation universelle. La belle expression de Newton : *la matière attire la matière en raison directe des masses et en raison inverse du carré de leur distance* ne s'applique rigoureusement qu'aux grandes masses ; les infiniment petites, celles qui s'identifient avec les molécules, obéissent à une tout autre loi que nous entrevoyons, que nous ne connaissons pas encore, mais qui nous empêche de considérer les phénomènes moléculaires comme des manifestations surnaturelles, c'est-à-dire échappant à une loi qu'on a cru pendant longtemps suffisamment générale pour n'être subordonnée à aucune autre.

Les premières causes qui interviennent pour rompre la sphéricité de l'œuf animal ou végétal sont des raisons mécaniques résultant du fait de l'accroissement et des changements qu'il entraîne dans les conditions de nutrition.

Dans une sphère de petit volume, les plus petites particules matérielles sont, entre elles et vis à-vis des conditions extérieures, dans le même rapport, mais dans une sphère volumineuse, il n'en est plus ainsi, la substance qui est au centre est évidemment, vis-à-vis de la respiration et de la nutrition dans des conditions toutes différentes de celle qui est à la surface. C'est très certainement pour rétablir les conditions primitives qu'inter-

vient cette invagination d'une portion de la surface externe qui passe ainsi à l'intérieur. La *blastosphère* ou *sphère embryonnaire primitive* se transforme en *gastrula.* (Fig. 16-19. Pl. IX.)

Chez les plantes, cet accroissement de surface se fait dès le début vers l'extérieur: si nous envisageons une plante et un animal supérieur dans leurs rapports avec la nutrition et la respiration, nous voyons, dans le dernier cas, l'accroissement des surfaces libres se faire à l'intérieur du corps par la ramification infinie du système vasculaire et des bronches qui multiplient les points du corps en contact avec ces éléments primordiaux de la vie : l'oxygène et les substances nutritives.

Dans un arbre, au contraire, nous voyons ce même accroissement se faire à l'extérieur par le développement des feuilles et du système radiculaire qui augmentent au fur et à mesure qu'augmente le volume du végétal.

La raison de cette distinction fondamentale entre les animaux et les plantes nous est inconnue; son existence seule nous montre qu'il s'agit là d'une propriété intrinsèque dépendant sans doute de la structure particulière des deux protoplasmes animal et végétal. Malgré cette différence, nous pouvons dégager nettement des faits que nous venons d'exposer cette loi morphologique fondamentale, à savoir : *la nécessité pour tout corps organisé, animal ou végétal, de présenter à l'action des conditions de nutrition et d'oxydation des surfaces de plus en plus grandes au fur et à mesure de son accroissement.*

Cette première grande cause de la différenciation morphologique est, il est vrai, sous la dépendance de conditions extérieures, mais le type d'organisation qui en résulte n'est point déterminé par elles. Il l'est par la structure même du protoplasme considéré, puisque des œufs de mollusques, d'échinodermes, de grenouilles, de mammifères, des œufs de végétaux même, tout en obéissant, dès le début de leur développement, à cette grande loi, le feront chacun d'une manière différente, qui dépendra de leur nature intrinsèque seulement.

Nous passons maintenant à un deuxième point de notre argumentation.

Comme nous l'avons dit, on constate qu'un milieu essentiellement uniforme comme le milieu aquatique semble favoriser d'une égale manière le développement des types d'organisation les plus divers, nous voyons inversément que des conditions semblables

peuvent déterminer, chez des organismes d'ailleurs fort différents, des conformations analogues.

Le monde des algues, malgré sa structure cellulaire, paraît s'être essayé à toutes les variétés morphologiques qui caractérisent les espèces supérieures. C'est ainsi que les Caulerpa, les Siphonées verticillées, les Plocammium, l'Halimeda Opuntia, l'Acetabularia, les colonies de Diatomées, etc., etc., réalisent des formes avec lesquelles les plantes supérieures nous ont déjà familiarisés. (Fig. 10-14. Pl. VIII.)

Chez les animaux, nous pouvons relever la ressemblance des coquilles de plusieurs foraminifères avec celles de certains mollusques.

Citons encore la ressemblance de certaines colonies de coraillaires ou d'hydroméduses avec diverses formes végétales, etc.[1]

Ces ressemblances morphologiques entre des êtres dont la structure interne est si différente, paraissent postuler pour une indépendance relative de la forme et de la structure, elles nous permettent tout au moins de conclure *à l'indépendance de la variation évolutive* vis-à-vis de la *variation adaptive.*

Sur ce point, la paléontologie nous fournit un argument décisif en nous montrant l'absence complète de parallélisme entre l'évolution des structures et celle des formes. A proprement parler, il n'y a pas d'évolution de la forme, il y a complication sans que les divers modes de cette complication présentent entre eux ces affinités, ces liens de parenté qui relient entre el es les formes de la série évolutive. Du moins, lorsqu'elle existe, cette parenté est restreinte à des groupes particuliers d'organismes et ne peut s'étendre à l'ensemble des formes. Les figures 4 et 5 nous en donnent des exemples.

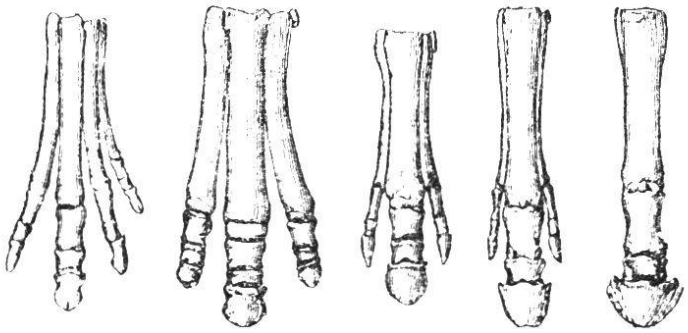


Fig. 4.

[1] Les cycas, qui sont des Gymnospermes, ressemblent tout à fait, extérieurement, à des palmiers, qui sont des monocotylédones, de même que le narval, mammifère marin, ressemble à l'espadon, qui est un poisson.

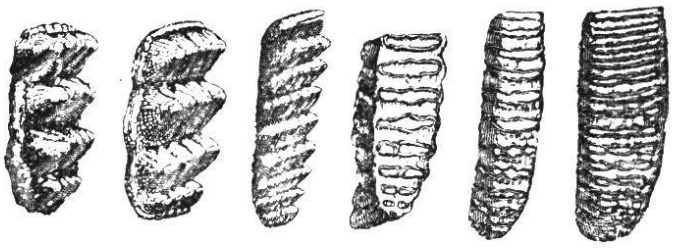


Fig. 5.

Ainsi, tandis que la paléontolgie nous fait assister à l'apparition successive de types d'organisation de plus en plus complexes à mesure que l'on se rapproche de l'époque actuelle, nous rencontrons, *dès l'origine,* sensiblement les mêmes types d'adaptation que nous connaissons aujourd'hui, les frondes délicates des Fougères, les feuilles coriaces des Cordaites, les feuilles aciculaires des lépidodendrons, etc.

Enfin, il est un ordre de faits qui me paraît concluant dans la question qui nous occupe, c'est l'existence des organes rudimentaires. Les fentes branchiales et le ductus Botali sont des dispositions temporaires chez les embryons de mammifères, où ils ne correspondent à aucune fonction, mais sont des organes normaux chez plusieurs poissons adultes.

Le repli semi-lunaire de l'angle interne de notre œil est le dernier reste d'une paupière transverse qui existe chez les requins ; l'appendice vermiforme de l'intestin, atrophié chez l'homme, est développé chez les herbivores, etc.

Dans tous ces cas, la fonction disparaît avant l'organe, qui n'éprouve par suite du manque d'usage qu'une réduction plus ou moins considérable.

Les faits que nous venons d'énumérer nous permettent de conclure que, *quelle que soit l'adaptation d'un organe à la fonction qu'il doit remplir, sa formation n'est pas déterminée par le milieu extérieur agissant seul comme cause formatrice ; il éprouve simplement de la part de ce milieu une excitation particulière influant sur sa conformation.*

Ce premier point paraît donc acquis, à savoir que *la division du travail physiologique, véritable cause de l'évolution, est une propriété de la matière vivante,* dépendant de causes intrinsèques.

Nous abordons maintenant l'étude de la variation adaptive dont les causes se rattachent plus particulièrement à l'action des divers facteurs qui constituent le milieu extérieur.

L'organisme, dans l'exercice de ses fonctions fondamentales

qui constituent *sa vie*, réagit constamment vis-à-vis du milieu extérieur. Il représente dans chaque cas particulier un état d'équilibre entre son *stade évolutif* déterminant la *qualité de la variation* et la *nature* des *conditions extérieures* déterminant l'*amplitude de cette variation.*

Nous envisagerons l'action de ces conditions extérieures dans un certain nombre d'exemples en commençant par les types les plus inférieurs de l'organisation. Remarquons tout d'abord que les plantes subissent d'une façon beaucoup plus directe et beaucoup plus variée que les animaux l'action des facteurs extérieurs.

Nous prendrons comme premier exemple les modifications obtenues dans une petite moisissure (stérigmatocyste) soumise à toutes les variations du milieu extérieur compatible avec son développement [1].

1° Dans sa forme habituelle, sur milieu solide, sur du fromage par exemple, notre moisissure est formée par des articles irrégulièrement ramifiés, plus ou moins *renflés* et *cloisonnés.*

Cultivée dans de la pulpe de carotte ou de pomme de terre, les filaments deviennent réguliers et prennent une structure presque *continue*, ce qui s'explique par le degré de consistance du milieu dans lequel les filaments pénètrent presque sans résistance et se soutiennent sans le secours de dispositions qui assurent leur rigidité, ainsi que le font les cloisons.

Les cultures dans des liquides en mouvement produisent des modifications plus curieuses encore :

Rien n'est plus frappant que la physionomie particulière que présentent certaines plantes et animaux vivant sur les côtes battues par les vagues et enveloppées de tourbillons liquides.

La production artificielle de cette agitation du milieu nutritif liquide détermine chez le stérigmatocyste une physionomie tout à fait analogue à celles-là et en tout cas fort différente du type habituel. Au lieu d'être filamenteux et irrégulièrement ramifié, l'appareil végétatif prend une forme sphérique à structure rayonnante indiquant que le développement s'est effectué exactement dans les mêmes conditions tout autour d'un centre.

Si le mouvement dure longtemps, il y a une forte tendance au cloisonnement et à l'épaississement des membranes.

En somme, l'agitation du milieu se fait sentir de deux manières :

[1] D'après les recherches de Ray, publiées dans la « Revue générale de botanique ».

1° En renouvelant sans cesse le milieu nutritif autour de la plante, elle réalise des conditions de croissance plus égales qui se traduisent par une structure rayonnante symétrique.

2° En soumettant tour à tour toutes les parties de la plante à l'action de la pesanteur, elle l'empêche de devenir prépondérante dans une seule direction.

Donc, dans ce cas, la forme sphérique est une conséquence directe à la fois du mode de nutrition et du mode d'action de la pesanteur.

Dans les *cultures en milieu agité*, en présence d'un obstacle, la plante se fixe sur l'obstacle et prend tout à fait la physionomie de certaines algues filamenteuses.

Enfin, les cultures en tubes fermés limitant l'oxygène disponible engendrent le *nanisme*, c'est-à-dire une variation purement quantitative.

En somme toutes ces variations, même les plus fortes, celles qui sont déterminées par l'agitation du liquide, sont d'ordre *spécifique;* dans chaque cas, l'appareil reproducteur qui est le plus constant a toujours conservé le caractère du genre [1], et tout mycologue non prévenu auquel on aurait soumis ces diverses formes, même sans leurs appareils de reproduction, aurait au moins pu les rattacher aux moisissures.

Ajoutons que les transformations ainsi obtenues n'ont acquis leur valeur maximum qu'au bout d'un certain nombre de générations. Chaque variation, faible au début, va en s'accentuant dans les diverses générations successives, jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur maximum *qu'elle ne dépasse pas.*

Lorsque les conditions artificielles cessent, la plante reprend insensiblement la physionomie qui correspond à ses conditions habituelles.

On ne peut donc pas se flatter d'obtenir par la variation des conditions extérieures une variation illimitée des organismes, et la qualité de la variation reste toujours déterminée par la nature de l'organisme considéré.

Nous pourrions donner des exemples du même genre à propos des algues (cultures artificielles des chlorophycées [Chodat]. Evolution des Cœlastrum, etc. Modifications apportées chez les Infusoires par suite de changements dans le milieu). Signalons

[1] Dans un cas, il présenta une disposition se rapprochant de celle du genre voisin Penicillium.

seulement une variation déterminée naturellement chez ces êtres par le jeu des saisons ou par la dessication des mares qu'ils habitent, nous voulons parler de l'*enkystement* de tout ou partie de l'individu, et spécialement de la formation des *spores résistantes*. Ces kystes et ces spores sont des formes particulières sous lesquelles les organismes les plus délicats sont capables de braver la sécheresse la plus complète et l'abaissement de température le plus considérable. Ils peuvent dans cet état résister jusqu'à 200° en dessous de 0° sans perdre la faculté de donner naissance de nouveau à la forme habituelle de l'être qui les a produits, lorsque les conditions propices à son développement réapparaissent.

Nous envisagerons maintenant l'effet des variations adaptives sur des organisations plus compliquées en commençant par l'action de la lumière. A cet égard les expériences de Gaston Bonnier nous fournissent des renseignements précieux. M Bonnier réalisa dans le Pavillon central du service de l'éclairage électrique à Paris un certain nombre de cultures de plantes dont les unes étaient soumises à l'éclairage naturel, d'autres à l'éclairage électrique continu, d'autres enfin à l'éclairage électrique discontinu, c'est-à-dire de 6 h. du soir à 6 h. du matin seulement. Dans ces divers cas M. Bonnier observa en outre les variations de l'intensité lumineuse.

Les résultats qu'il obtient de cette manière sont du plus haut intérêt.

1° *Par l'éclairage électrique continu*, il se produit chez les plantes une sorte *d'étiolement vert*. La chlorophylle est plus abondante et plus uniformément répandue, on en rencontre jusque dans la moelle parfois et dans d'autres tissus qui n'en présentent pas naturellement. La structure de la tige et des feuilles est simplifiée, l'écorce ne se distingue pas en deux zones, le tissu intérieur des feuilles non plus, la lignification est moins avancée. Toute la plante est plus grêle.

En somme, *surabondance de la chlorophylle* et *simplification de la structure*. (Fig. 20 et 22. Pl. X.)

Les résultats les plus intéressants sont ceux qui concernent les cultures de plantes alpines et arctiques à la lumière électrique continue.

En maintenant dans un air humide refroidi par un courant d'eau des plantes alpines soumises à l'éclairage continu, en réalisant ainsi dans une certaine mesure les conditions du climat

arctique, M. Bonnier constata que les *feuilles de ces plantes avaient acquis une structure presque identique à celle qu'offrent naturellement les plantes de même espèce provenant du Spitzberg ou de l'île de Jean Mayen.*

2° Le même naturaliste, en cultivant dans les Alpes des espèces de plaines, leur vit prendre plus ou moins complètement la physionomie des plantes alpines : ramifications plus serrées, tiges plus ramassées, accroissement plus grand des portions souterraines, etc. M. Lothelier, un des élèves de M. Bonnier, a réussi par la culture en milieu humide et en diminuant l'intensité lumineuse, à obtenir le développement de feuilles à la place de piquants dans certains genêts.

C'est à l'action de la lumière que sont dues en grande partie les *structures dorsiventrales,* c'est-à-dire les différences que présentent nombre de feuilles et de rameaux entre le côté tourné vers la lumière et le côté non éclairé. On peut en changeant la direction de l'éclairage inverser la structure, la face primitivement dorsale acquerra les caractères de la face ventrale et inversément.

3° Avec la lumière, la sécheresse et l'humidité, jointes à la chaleur sont, par excellence, les facteurs morphogènes du monde végétal, qui leur doit ses types *xérophiles* et ses types *hygrophiles.* Les premiers sont adaptés aux climats secs, les seconds aux climats humides. Leurs caractères s'accentuent dans les deux directions, si les climats sont chauds en même temps que secs ou humides.

Si l'on compare les plantes épineuses et coriaces des steppes de la Perse, par exemple, au feuillage opulent des plantes de l'Inde et du pied méridional de l'Himalaya, on ne peut douter de l'action puissante de ces facteurs sur la forme des plantes.

Sans aller si loin, les mêmes différences, quoique moins accentuées en apparence, se remarquent chez nous entre les plantes des stations rocheuses ensoleillées et celles des stations ombreuses et humides. C'est dans les premières que se rencontrent ces formes abondamment velues, présentant un épiderme coriace, parfois des feuilles enroulées, et diverses autres particularités destinées à réduire la transpiration. Les mêmes plantes, dans une station ombragée et humide seront presque glabres, leurs feuilles seront plus souples et étalées, l'épiderme plus mince, la ramification plus abondante et le système vasculaire plus développé.

4° L'influence du milieu terrestre ou aérien se trahit d'une

façon non moins apparente. Le *nénuphar* et la *sagittaire* nous fournissent trois types de feuilles bien caractéristiques : *a)* les feuilles submergées, à forme simple, rubanée, constituées par un tissu lâche et non différencié ; *b)* les feuilles flottantes qu'il est inutile de décrire, et *c)* les feuilles aériennes fermes, à tissu différencié et dont la forme sagittée a donné son nom à la sagittaire.

Les tiges elles-mêmes subissent dans ces diverses milieux des modifications caractéristiques. La tige souterraine ou rhizonne, la tige aquatique et la tige aérienne, sont trois types de conformation qu'on ne confond guère. Les tiges aquatiques, par exemple, sont presque privées d'appareil de soutien ; vivant dans un milieu où elles se trouvent comme suspendues, il leur serait superflu.

Certaines plantes aquatiques sécrètent une enveloppe calcaire ou siliceuse à l'instar de plusieurs animaux inférieurs, par contre aucune ne se constitue de squelette en rapport avec un système locomoteur. S'il avait été dans leur nature de se mouvoir, étant à l'origine soumises au même degré que les animaux, aux diverses excitations provenant du milieu extérieur, elles se seraient constitué aussi un squelette servant de point d'appui à leur faculté locomotrice. Cette faculté, nous le savons, existe chez les algues où elle se manifeste par la mobilité des spores et des anthérozoïdes. Si elles ne l'ont pas fait, c'est que toutes les excitations possibles du monde extérieur ne sauraient déterminer dans un organisme une complication ou une structure qui ne soit pas *virtuellement* une propriété de cet organisme.

Nous voyons par contre ces mêmes plantes réaliser un appareil de *résistance passive* ou de *locomotion passive ;* tel est le cas des vésicules aérifères permettant aux sargasses et aux Fucus de flotter, la formation d'un squelette chez les espèces côtières, les feuilles flottantes des espèces aquatiques, la lignification chez les espèces terrestres, etc.

5° *Action de la pesanteur.* Nous allons examiner maintenant l'action de la pesanteur, un des facteurs dont le rôle est le plus considérable sur la morphogenèse et dont on peut dire qu'il en détermine les grandes lignes. C'est de la pesanteur, en effet, que dépend la direction de croissance de la tige et de la racine des plantes, et, dans une grande mesure, la ramification symétrique des arbres. Considérez le cône si régulier du Wellingtonia géant, la couronne puissante d'un tilleul ou d'un marronnier, celle d'un

platane ou d'un chêne, la ramure tortueuse d'un cèdre même, et vous verrez toujours les feuilles et les branches répartir leur masse symétriquement autour de la tige qui est l'axe de structure de l'ensemble, chaque fois du moins qu'une cause accidentelle ne vient pas troubler l'action normale de la pesanteur.

L'influence de la pesanteur sur l'organisation de l'oiseau n'est pas moins remarquable, et, dans cet être aérien, tout concourt vers ce but : faciliter le déplacement d'un corps pesant dans un milieu de moindre densité. Prenons l'exemple des meilleurs voiliers : leur corps est ovoïde fusiforme, soutenu par une carcasse rigide sur laquelle les ailes trouvent la fixité de point d'appui qui leur est indispensable. La charpente entière présente le maximum de légèreté compatible avec le degré de solidité indispensable ; à cet effet, les os sont creux, remplis d'air que la respiration et la circulation très actives échauffe. Bien mieux, l'absence de diaphragme ouvre toute la cavité du corps à l'extension des poumons qui s'y prolongent sous la forme de sacs à air. C'est par leur moyen que les cavités osseuses sont alimentées d'air. Le revêtement de plume, par sa légèreté et par l'excellente protection qu'il réalise contre la perte de chaleur, accentue encore davantage les dispositions que nous venons de signaler. Ajoutons enfin que les organes les plus lourds occupent la partie postérieure du corps constituant comme un « lest », favorable surtout dans le vol ascensionnel.

6° L'une des causes morphogènes les plus curieuses est celle qui résulte des *rapports des êtres entre eux*. On ne se douterait pas, par exemple, qu'il existe fréquemment une conformité d'organisation entre les fleurs et les insectes qui les visitent. Ces relations se manifestent entre la longueur de la trompe et des pattes et l'étroitesse ou la profondeur du tube de la corolle, la position des nectaires, la forme de certains pétales sur lesquels les insectes ont l'habitude de se poser pour visiter les fleurs, etc.

Ces dispositions spéciales ont pour effet de n'admettre qu'une espèce ou quelques espèces seulement à participer à la fécondation de certaines fleurs, qui, en leur absence, resteront stériles. C'est le cas de la vanille, par exemple. Comme on le voit, il s'agit là d'un raffinement dans la spécialisation, une sorte de disposition aristocratique, voisine de la perfection, avantageuse, lorsque les conditions en permettent le fonctionnement, mais qui, en l'absence de ces conditions, détermine souvent la perte de son malheureux propriétaire incapable d'admettre, sans

déroger, le concours d'insectes frayant avec la plèbe du monde végétal.

La paléontologie nous offre maints exemples de genres, de classes même d'animaux, disparaissant après avoir réalisé une complication et une spécialisation excessive de leur organisation. Telles les civilisations des Grecs et des Romains s'éteignant dans l'excès du raffinement, subjuguées par la concurrence de races moins esthètes, mais aussi moins compliquées.

Le plus bel exemple de ce genre nous est donné par la grande classe des Ammonites. Ces mollusques, après avoir réalisé dans tout le cours de l'ère secondaire un développement et une extension progressives, disparaissent brusquement, comme s'ils avaient épuisé toutes les variations compatibles avec leur stade évolutif et perdu, dans l'excès même de ces variations, leur vitalité primitive.

Il nous serait facile d'énumérer encore plusieurs causes de variations, mais nous craindrions d'allonger. Ce que nous en avons dit suffira pour faire comprendre l'énorme influence des conditions extérieures sur la forme des êtres. Nous avons relevé spécialement des exemples tirés du monde végétal ; il nous eut été facile d'en prendre de non moins frappants chez les animaux. En somme, ce qu'il y a d'étonnant, c'est que dans le monde organique la variété ne soit pas plus grande encore, le mélange des formes plus étonnant et plus chaotique, et, qu'en définitive, au milieu de ces multiples causes de variation chaque type réussisse à garder son individualité, à conserver son rang dans cette grande échelle de complication qui s'étend des êtres unicellulaires aux organismes les plus complexes.

J'ai parlé tout à l'heure d'*individualité* dans un sens général. En effet, cette caractéristique essentiellement humaine peut s'appliquer à des degrés divers à tous les êtres, et rien n'est plus propre à la mettre en relief que la *corrélation*, cette propriété fondamentale des organismes, grâce à laquelle le fonctionnement d'une des parties réagit sur le tout et, inversément, la nature du complexe sur les manifestations de ses parties. La corrélation nous frappe tout particulièrement dans les cas où des organes concurrents disposent d'un espace ou d'une quantité de nourriture limitée pour accomplir leur développement. Ou bien tous se développent, mais restent petits, ou bien, un seul ou quelques-uns étouffent tous les autres en se partageant tout l'espace et toute la nourriture disponibles.

Ce second cas, qui est celui réalisé par les sociétés humaines, où il constitue ce qu'on appelle le triomphe de la civilisation, s'observe aussi dans les ovaires des chênes, des tilleuls, des hêtres, etc., où se forment de nombreux ovules, mais où un seul ou un petit nombre arrive à maturité. Plusieurs inflorescences présentent une quantité de bourgeons floraux dont souvent quelques-uns seulement s'épanouissent; si l'on vient à supprimer ces derniers à temps, on verra fleurir des boutons qui ne se seraient pas épanouis sans cela.

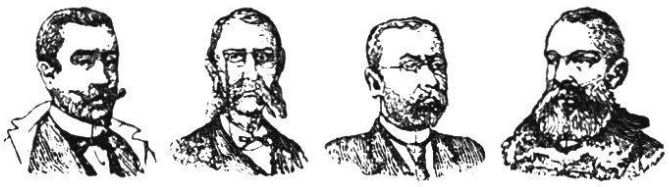
Dans certaines espèces où les feuilles se transforment en vrilles *(Lathyrus aphaca)*, ce sont les feuilles accessoires, les stipules, ordinairement petites, qui se développent et remplissent les fonctions des feuilles normales.

Nous envisagerons, pour terminer, quelques exemples de variations dans l'organisme humain, en cherchant à les rattacher, si possible, à des causes déterminées.

L'homme est, on le sait, un des organismes à la fois les plus souples et les plus résistants : souple parce qu'il s'acclimate aux conditions les plus variées, résistant, puisqu'il supporte ces conditions lorsqu'elles sont accidentelles et de courte durée sans qu'elles retentissent fortement sur sa morphologie externe. Ce résultat est dû en grande partie au développement du système nerveux et à l'influence énorme de l'*intellect* sur le corps matériel. Nous voyons un facteur de résistance organique, le plus puissant peut-être que l'homme possède, consister dans cette chose mystérieuse qu'on appelle la *force morale.* Aussi, rien d'étonnant que cet intellect, que cette force morale, soient capables d'agir, dans une certaine mesure, sur la morphologie externe et se trahir, au dehors, par des caractères très secondaires, il est vrai, mais suffisamment apparents et saisissables, dont l'ensemble donne au corps ce que nous appelons sa *physionomie.*

Il y a, d'ailleurs, une certaine subordination dans les particularités qui se manifestent ainsi. On y peut distinguer une gradation comparable à celle qui sépare les caractères génériques, spécifiques et individuels.

Certaines tendances générales du caractère se trahissent par une physionomie de race ou même de sous-race. Il est certain qu'un Russe, un Allemand, un Français, un Anglais, diffèrent entre eux d'une manière tangible par un ensemble de traits dont chacun, pris individuellement, ne suffirait pas à les distinguer.



Français Anglais Allemand Russe

Fig. 3. — Types Européens.

Sans doute, les divers climats sont capables, dans une certaine mesure, d'influer sur la physionomie et sur la nature intellectuelle; le riverain des mers, l'habitant des plaines et le montagnard ont chacun leur type particulier, mais on peut se demander si c'est l'action directe des conditions extérieures plutôt que le genre d'activité intellectuelle qu'elle entraîne, qui réagit sur la physionomie?

L'Anglais, dont l'origine est relativement récente et qui habite un pays qui n'a rien de particulièrement uniforme, présente pourtant, à un haut degré, des caractères physionomiques de race.

A côté de ces physionomies générales, il existe des variations individuelles non moins frappantes, mais subordonnées aux premières et qui peuvent se manifester sans effacer la physionomie de race.

C'est sur l'étude de ces particularités individuelles que ce sont, tour à tour, édifiées la *phrénologie*, la *physiognomonie*, la *chirognomonie*, la *chiromancie* et la *graphologie*, qui, à côté d'une grande part d'empirisme et souvent de charlatanisme, peuvent se réclamer d'un fondement sérieux. Il est incontestable que les variations dont nous venons de parler présentent une certaine constance en relation avec les traits saillants du caractère et du tempérament. Le discrédit dans lequel sont tombées quelques-unes de ces sciences provient du manque d'esprit scientifique qui a présidé à leur culture, des exigences exagérées de leurs adeptes qui ont voulu trop leur demander. Lorsqu'un chiromancien, après avoir examiné votre main, vous dit: « Vous êtes tombé d'un arbre à l'âge de douze ans et vous vous êtes cassé la jambe », vous pouvez être certain d'avoir affaire à un charlatan.

Mais si, physionomiste sagace et graphologue expert, il sait distinguer chez vous les tendances marquées de votre caractère, il ne fera qu'exprimer la signification de particularités morpho-

logiques qui, grâce à leur délicatesse, échappent à beaucoup, mais qui existent pourtant.

On vient de signaler dernièrement l'apparition d'une science du même ordre qui a pour objet l'étude du caractère d'après le mode d'usure des souliers. Cette science, qui n'en est qu'à ses débuts, promet d'être féconde en résultats curieux, bien qu'on n'ose espérer la voir, d'après d'aussi frustes documents, déceler les subtiles manifestations de l'âme. Il est certain pourtant qu'un homme autoritaire et orgueilleux n'usera pas ses semelles de la même façon qu'un individu craintif et timoré.

Si la plupart de ces sciences manquent encore de système, c'est qu'on n'a pas en général appliqué à leur étude et à leur codification la rigueur des méthodes scientifiques actuelles. Mais je considère comme non douteux qu'elles constitueront un jour de précieux auxiliaires pour l'étude des manifestations psychiques et des lois de la morphologie.

Je serais incomplet si, quittant l'étude de la variation morphologique, je ne disais deux mots au moins d'une loi très générale à laquelle elle est soumise.

Les variations des divers organes, quelle que soit leur nature, ne présentent pas chez tous les individus d'une même espèce la même intensité. Elles peuvent être plus ou moins accentuées, c'est-à-dire plus ou moins éloignées d'une conformation moyenne réalisée par le plus grand nombre d'individus et que l'on envisage comme la valeur normale du caractère ou de l'organe considéré.

En outre, lorsqu'on examine un grand nombre d'individus dont les caractères varient entre des limites déterminées, de 1 à 10, par exemple, on remarque que le nombre de ceux qui réalisent l'une quelconque de ces valeurs n'est pas arbitraire, mais est soumis à une grande loi mathématique, peut être calculé par une expression qu'on appelle le *binôme de Newton* et les résultats obtenus représentés graphiquement par une courbe dite courbe *binômiale*.

L'emploi du raisonnement mathématique est presque indispensable pour exprimer la nature de cette relation. Comme je ne puis y recourir ici, je serai forcément très incomplet. Quételet, le grand anthropologiste belge auquel revient l'honneur de cette importante découverte, montra que cette loi dont le binôme de Newton nous donne des cas particuliers, n'est pas autre chose que la *loi de probabilité des erreurs*, c'est-à-dire celle qui per-

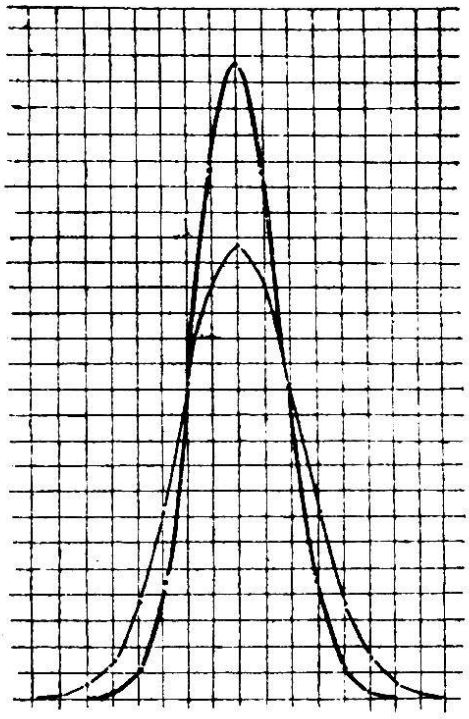


Fig. 6. — Types de courbes binômiales.

met, par exemple, d'évaluer la fréquence relative des écarts ou des erreurs que fait un joueur qui laisse tomber une bille sur une cible dont il vise le centre.

Voici à ce propos comment s'exprime Quételet :

« Qu'on prenne, dit-il, les hommes d'un même âge, ceux qui ont trente ans, par exemple, et qu'on les mesure pour la hauteur, pour le poids, pour la force ou pour toute autre qualité physique quelconque, même pour une qualité intellectuelle ou morale, et l'on verra ces hommes se ranger à leur insu et d'après la grandeur des mesures de la façon la plus régulière. Dans quel ordre qu'on les prenne, ils se classent numériquement suivant les ordonnées d'une courbe binômiale. Cette loi est uniforme, et la courbe reste la même quelle que soit l'épreuve à laquelle on veuille soumettre la nature humaine. » Un peuple ne doit donc point être considéré comme un assemblage d'hommes n'ayant entre eux qu'une communauté d'intérêts et peut-être de langue ; il forme un ensemble, un corps composé doué de propriétés admirablement coordonnées. *Cette coordination est même l'expression la plus tangible de son individualité.*

Quételet donne comme exemple classique de la loi que nous venons d'énoncer, la mesure du thorax chez 1500 recrues du Potomac. Les chiffres obtenus varient entre 28 et 42 pouces an-

glais. La dimension moyenne est de 35 pouces : sur mille, les individus qui possèdent un thorax de 28, 29, 30, jusqu'à 34, sont respectivement au nombre de 1, 3, 11, 32, 69, 121, 170. La valeur moyenne 35 est représentée par le plus grand nombre : 190. De 36 à 42, les nombres précédents se répètent mais en sens inverse, c'est-à-dire qu'il y aura autant de thorax à 37 p. qu'à 34, à 38 qu'à 33, etc.

Un naturaliste allemand a compté les pétales de 17 000 marguerites des champs, pour en évaluer le nombre moyen. Le nombre de ces pétales varie entre 7 et 43 et leur nombre moyen est évalué à 22.

Vous n'auriez pas supposé, mesdemoiselles, en effeuillant les marguerites, en leur demandant si, *il* vous aime un peu, beaucoup, passionnément ou pas du tout, que la réponse de ces fleurettes était prévue et qu'en répétant 1000 fois l'opération, vous aviez plus de 500 chances d'être aimées beaucoup, 200 réponses tièdes ou passionnées, et 60 chances seulement pour que l'ingrat ne vous aime pas du tout.

Cette loi si remarquable ne s'applique d'ailleurs pas aux variations du monde organique seulement, mais à tout phénomène dont la fréquence paraît déterminée par le hasard. On a même construit de petits appareils pour en faciliter la démonstration. Le plus simple consiste en une boîte allongée dont le fond est partagé en cases d'égales dimensions ; au sommet de la boîte se trouve un entonnoir par lequel on verse de petites billes qu'une série d'obstacles, réalisés par des clous placés transversalement en quinconce, empêchent d'obéir simplement à la pesanteur. Ces obstacles agissent donc comme des causes perturbatrices de la pesanteur, de sorte que les billes, au lieu de se réunir toutes dans la case du milieu, située sous l'entonnoir, se répartiront dans les diverses cases avoisinantes. On constate que le nombre des billes de chaque case correspond aux coefficients d'une des puissances du binôme.

Un exemple encore pour finir, plus extraordinaire, si possible. Comptez, dans une centaine de pages du Deutéronome, de la Genèse, ou d'un texte quelconque écrit dans une langue quelconque, la fréquence relative d'une lettre, de la lettre *e*, par exemple, dans chaque ligne ; et vous verrez les nombres représentant cette fréquence se grouper autour d'une valeur moyenne suivant les coefficients d'une des puissances du binôme de Newton. Ces nombres, qui varieront naturellement suivant les textes

et la langue, même suivant l'auteur, peuvent servir à caractériser, au point de vue de la sonorité, par exemple, soit la langue employée, soit le style de l'écrivain.

Nous sommes certainement là en présence d'une des grandes lois qui gouvernent le monde matériel, et il est impossible de ne pas en tenir compte dans l'étude de la variation organique sans se dissimuler toutefois que l'évaluation du rôle qu'elle joue dans la morphologie générale des êtres est des plus difficiles à apprécier, et que les études de ce genre doivent être faites avec une perspicacité et un sens critique éprouvés.

Essayons de nous récapituler brièvement. Nous avons distingué dans la différenciation totale des êtres deux ordres de variation : une *variation adaptive* qui représente en somme les divers modes de réaction de l'organisme vis-à-vis des causes extérieures qui influent sur sa nutrition et son accroissement. Les variations de cet ordre, qui peuvent être profondes, ont, sur l'organisme, une action différente suivant son stade évolutif, mais ne sauraient à elles seules être la cause efficiente de l'évolution qui se manifeste des formes simples aux formes compliquées.

Cette évolution, dont le point de départ réside dans la division du travail physiologique, résulte de la structure même de la matière vivante, de son état d'agrégation, lequel est régi par des lois que nous ne faisons qu'entrevoir, mais auxquelles en tout cas sont subordonnées les *variations adaptives*.

Cette **subordination** dans laquelle se trouvent les phénomènes soumis à des lois particulières *vis-à-vis* des lois plus générales me paraît de la plus haute importance et n'a certainement pas été envisagée jusqu'ici avec l'intérêt qu'elle mérite.

Ainsi que nous l'avons vu, la gravitation universelle, par exemple, malgré sa généralité, doit être subordonnée à une loi plus générale encore, une loi d'agrégation dont l'expression exacte nous est encore inconnue et qui doit être invoquée dans l'explication de tous les phénomènes moléculaires en contradiction manifeste avec la loi de Newton.

Cette subordination, dont nous avons essayé de donner un exemple dans le domaine physique, est particulièrement sensible dans le monde organique. Le monde minéral, malgré la généralité des lois qui le régissent, est sûrement dans une certaine mesure sous la dépendance de lois organiques. Les lois de l'osmose qui s'appliquent au passage des substances minérales au travers des parois d'une cellule vivante, par exemple, sont en

parfaite contradiction avec les lois de l'osmose minérale, les premières dominent les secondes [1].

Il est non moins certain que dans nombre de cas le monde animal paraît se soustraire aux lois habituelles qui régissent ses manifestations pour tomber sous la dépendance d'un monde supérieur à lui, qui est le monde *psychique*.

Les effets obtenus par la suggestion mentale suffiraient à le prouver.

Si cette idée n'est pas absolument nouvelle, elle est du moins toujours restée à l'état de simple présomption. Elle constitua, pour ceux qui s'en firent les champions, un crédo qu'ils ne pouvaient appuyer d'arguments scientifiques sérieux, et qui, par cela même, ne pouvait sortir du domaine de la spéculation métaphysique.

Nous ne doutons pas que la science, marchant vers la connaissance du monde psychique et des lois qui le gouvernent, ne devienne spiritualiste après avoir été si longtemps taxée de matérialiste, et qui sait, nous révèle peut-être un jour la nature de cette puissance créatrice à laquelle les civilisations les plus barbares donnent le nom de Dieu.

LÉGENDE DES FIGURES

Fig. 1. Anomalie déterminée sur une feuille de fougère (Pteris quadriaurita) par l'action d'un champignon parasite (Taphrina Laurencia.) (D'après Giesenhagen.)

Fig. 2. Inflorescence de Juncus lamprocarpus déformée par la piqûre du Livia juncorum (insecte).

Fig. 3. Types européens.

Fig. 4. Stades successifs de la réduction des doigts dans les ancêtres du cheval, disposés par rang d'ancienneté. (D'après Gaudry.) 1. Orohippus. 2. Palæotherium. 3. Anchitherium. 4 Hipparion. 5. Equus.

Fig. 5. Transformation successive des molaires chez les ancêtres de l'Eléphant, disposées par rang d'ancienneté. (D'après Gaudry.) 1. Mastodon tapiroïdes. 2. Mastodon turicensis. 3. Mastodon elephantoïdes. 4. Elephas meridionalis. 5. Elephas antiquus. 6. Elephas primigenius.

Fig. 6. Types de courbes binômiales obtenues en portant sur l'ordonnée les variations du caractère observé et sur l'abcisse le nombre des individus présentant les diverses valeurs de ce caractère.

---

[1] J'emploie à regret cette expression de *loi*, pour éviter des longueurs; dans un prochain mémoire, j'exposerai plus en détail cette question fondamentale de la *subordination* que je ne fais ici que mentionner.

LÉGENDE DES PLANCHES

PLANCHE VI. — **Types de formes irrégulières.**

Fig. 1. Baudroie ou Diable de mer.
Fig. 2. Antennarius histrio.
Fig. 3. Diodon ou Poisson cofre.
Fig. 4. Mole ou Poisson lune.
Fig. 5. Eurypharynx pelecanoïdes (poisson pêché par l'expédition du *Talisman* près des côtes du Maroc à 2300 mètres de profondeur. Longueur de l'animal 45 cm.)

PLANCHE VII. — **Types de formes régulières.**

Fig. 6. Oiseau-lyre de la Nouvelle-Guinée.
Fig. 7. Clathrulines, types de radiolaires.
Fig. 8. Diatomées de la famille des Biddulphiées.
Fig. 9. Stegosaurus. Reptile fossile des temps jurassiques. (Env. 2 mètres de long.)

PLANCHE VIII. — **Complications de formes dans les structures simples.**

Fig. 10. Forme étagée de l'Hypnum splendens (mousse). (D'après Gœbel.)
Fig. 11. Colonie arborescente de *Licmophora flabellata.* (Diatomée microscopique.) (D'après Smith.)
Fig. 12. *Caulerpa prolifera*, algue, simulant une tige portant feuilles et racines (longueur : 2 à 3 mètres).
Fig. 13. Formes arborescentes du *Plocamnium coccineum*, algue rouge de 1 à 2 dm. de hauteur.
Fig. 14. Forme foliacée d'un *Delesseria*, algue rouge de 1 à 2 dm. de hauteur.
Fig. 15. Similitude de conformation entre la patte antérieure du *Callibranchion*, reptile des temps palaéozoïques et le *Varan*, reptile de l'époque actuelle. (C = cubitus, R = radius.) (D'après A. Gaudry.)

PLANCHE IX. — **Premières différenciations de l'organisme animal.**

Figures schématiques tirées de « l'Embryologie » de Roule, montrant :
Fig. 16. Les diverses phases de la segmentation de l'*œuf* jusqu'à la *morula.*
Fig. 17. Formation de la *gastrula* à partir d'*une blastosphère* (forme embryonnaire dont toutes les cellules occupent la périphérie d'une sphère).
Fig. 18. *Invaginations secondaires* à l'intérieur de la gastrula.
Fig. 19. Schéma de la formation du tube digestif et des glandes annexes.

PLANCHE X. — **Formes d'adaptation.**

Fig. 20. *Cultures comparées à la lumière électrique continue et à la lumière discontinue.* « Revue gén. de Bot. », Tome 7, pl. 15.

1. Fève, germination à la lumière discontinue normale.
2. Fève en germination, au bout du même temps, mais à la lumière électrique continue.

Lathryrus sativus. Germinations obtenues pendant le même temps et dans les mêmes conditions :

3. A l'obscurité ;
4. A la lumière électrique continue ;
5. A la lumière discontinue normale.
6. Stachys tuberifia (Crosne). Tubercule développé à la lumière discontinue normale.
7. Tubercule cultivé pendant le même temps à la lumière électrique continue.

Fig. 21. *Types de la flore des hautes Alpes de Davos montrant l'adaptation au climat alpin.* (D'après W. Schibler et F. R. Gygi. « In Jahrbuch d. Schw. Alp. Club ». T. XXXIII.) (Moitié de la grandeur naturelle.)

1. Dianthus glacialis Häuck, 2600 m.
2. Lloydia serotina Rehb, 2760 m.
3. Viola calcarata L. nivalis, 2655 m.
4. Primula integrifolia L., 2636 m.
5. Gentiana verna L. « Imbricata », 2713 m.
6. Ranunculus glacialis L., 2654 m.
7. Chrysanthemum alpinum Lam., 3047 m.
8. Poa laxa Häuck, 3047 m.

Fig. 22. *Structure anatomique comparée des feuilles de Pin et d'Hellébore cultivées à la lumière électrique continue et discontinue.* (G. Bonnier. « Revue gén. de Bot. », Tome 7, pl. 7.)

1. Feuille de Pin d'Autriche à la lumière discontinue ;
2. » » à la lumière continue ;
3. Feuille d'Hellébore noire (coupe transversale) à la lumière discontinue ;
4. La même à la lumière continue.

Fig. 23. *Algue* montrant l'alternance de rameaux longs et de rameaux courts déterminée par l'espace disponible. (D'après Cramer.)

Fig. 24. Feuille de Benoîte (Geum bulgaricum), dont le développement de la foliole terminale entrave celui des folioles latérales en leur masquant la lumière. (D'après Gœbel.)

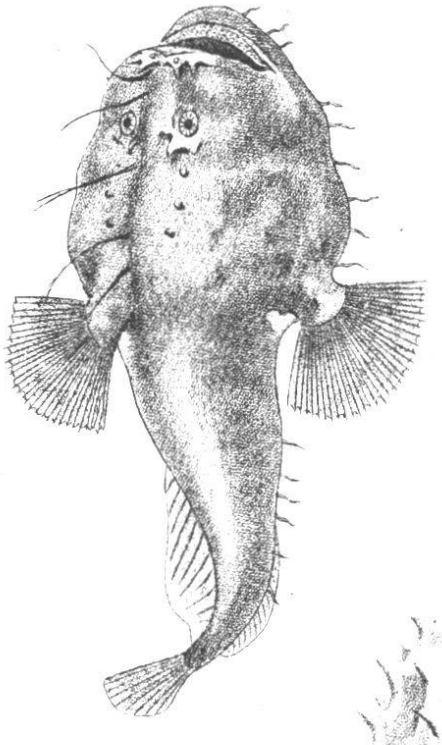


Fig. 1

Fig. 3

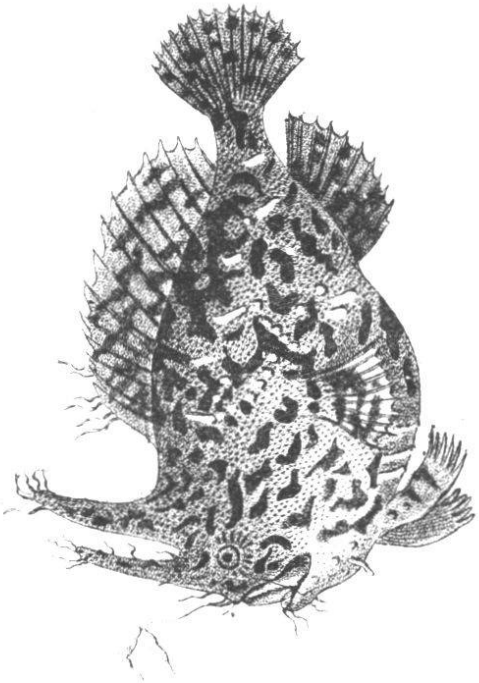
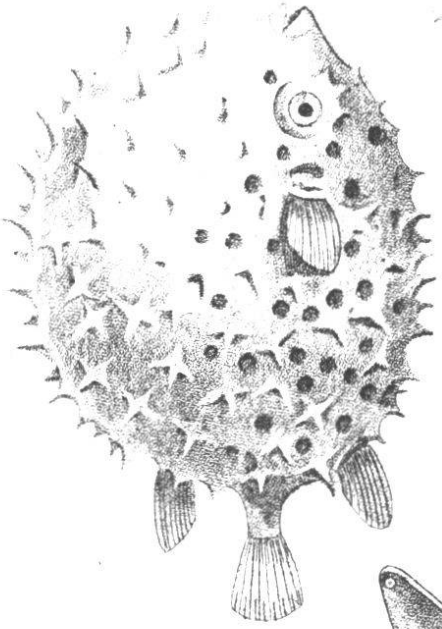


Fig. 2



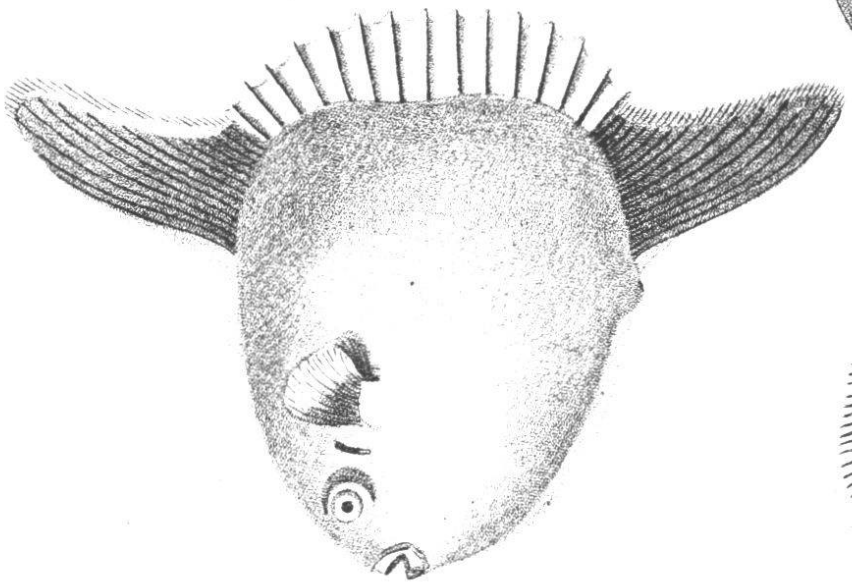


Fig. 4

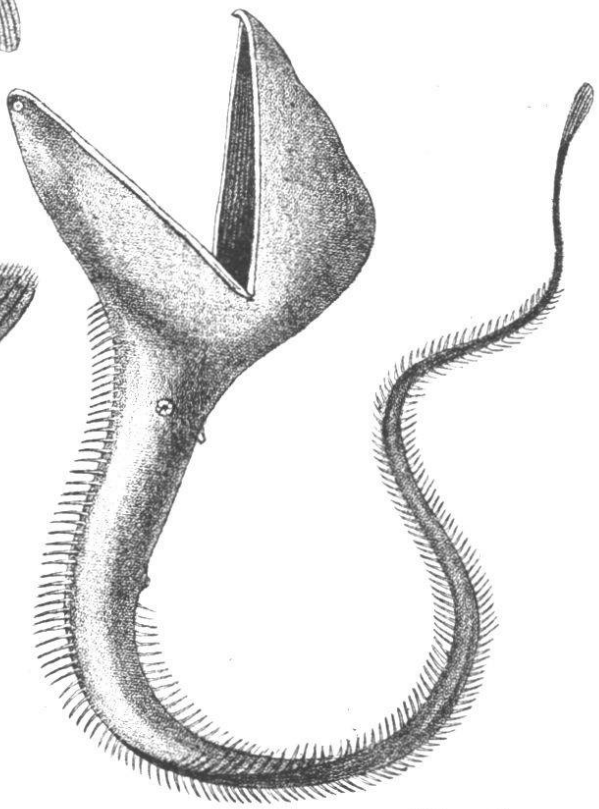


Fig. 5

Lith. J. Chappuis, Lausan

Fig. 6

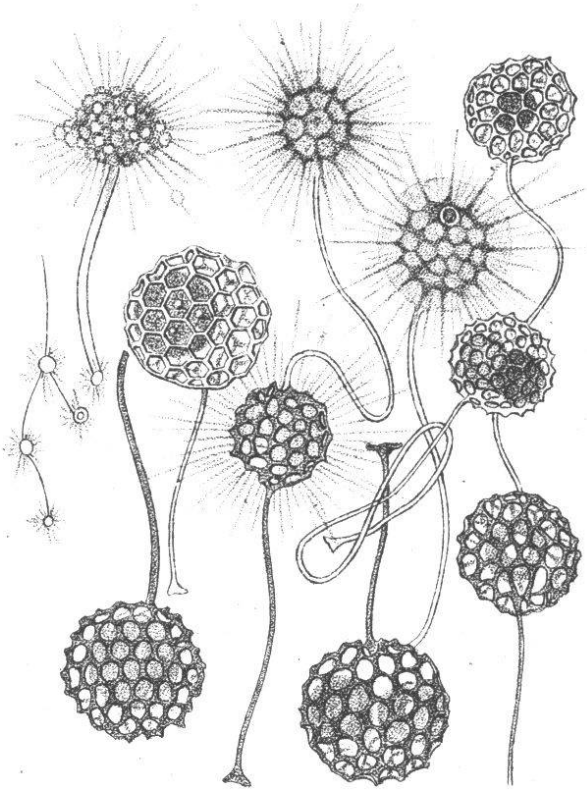


Fig. 7

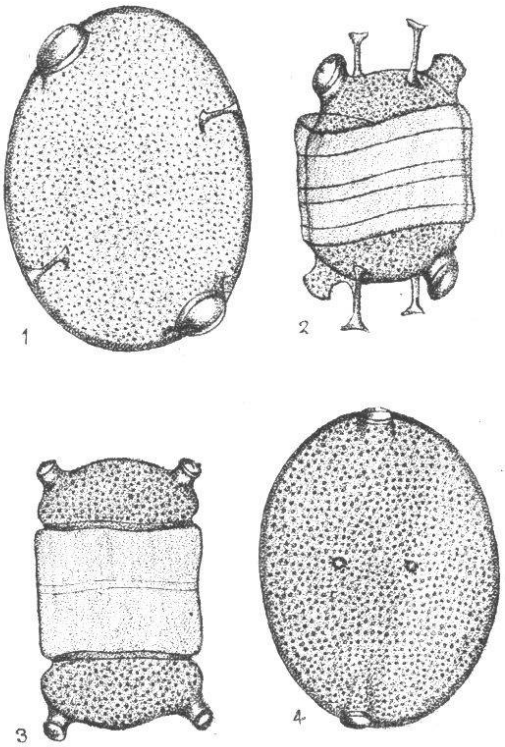


Fig. 8

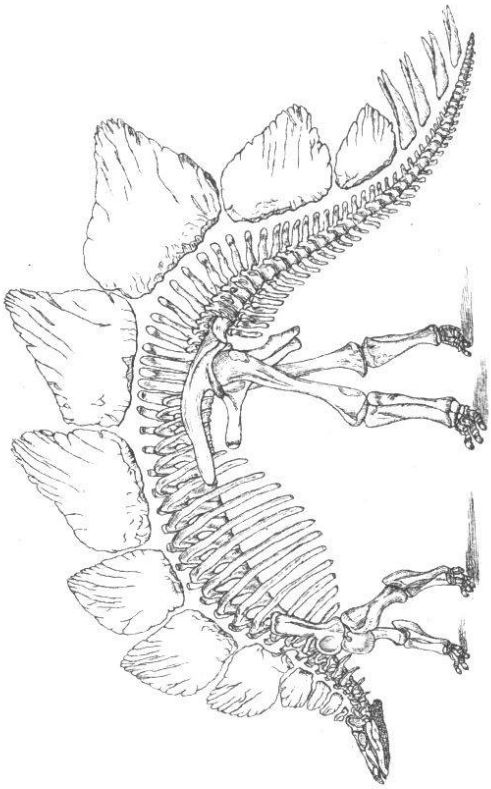


Fig. 9

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

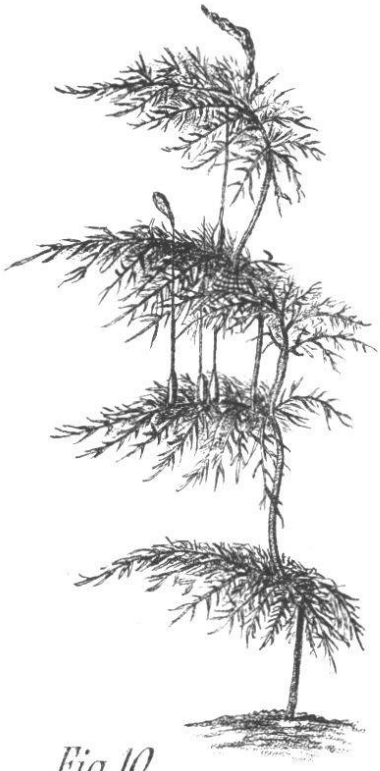


Fig. 10

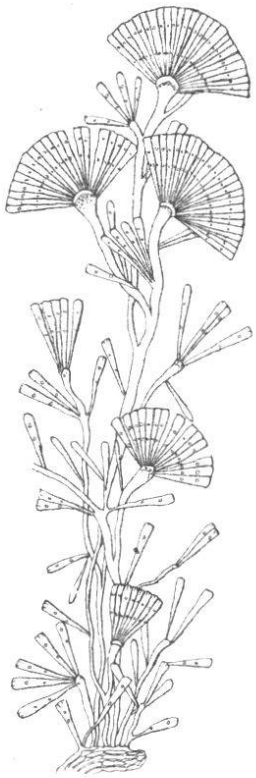


Fig. 11

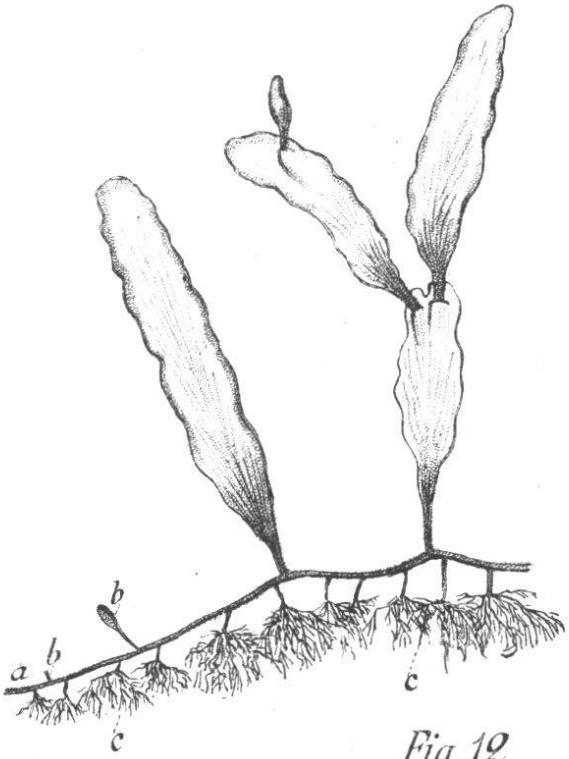


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

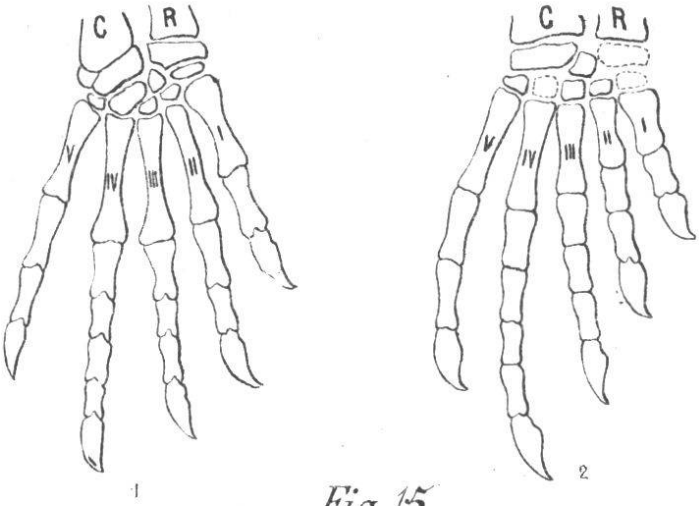


Fig. 15

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

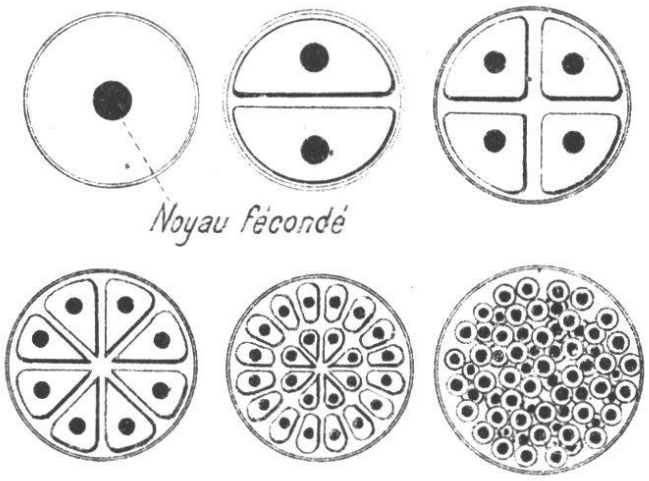


Fig. 16

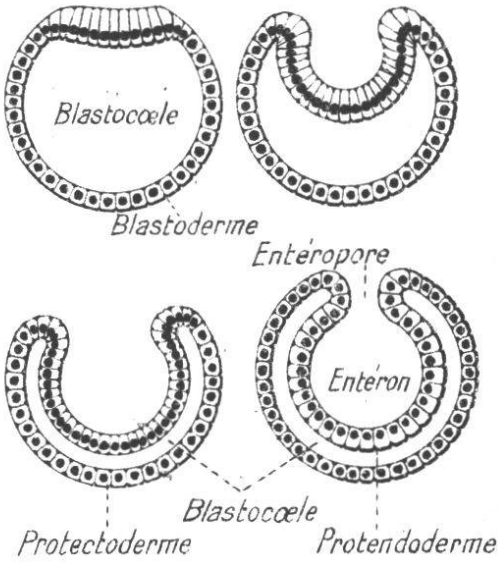


Fig. 17

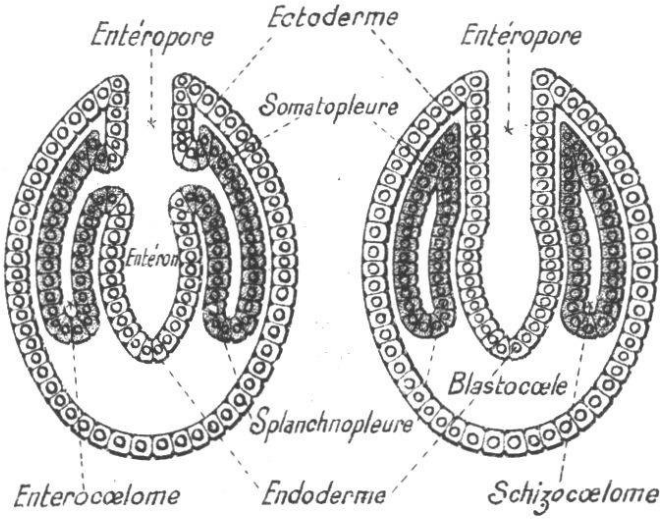


Fig. 18

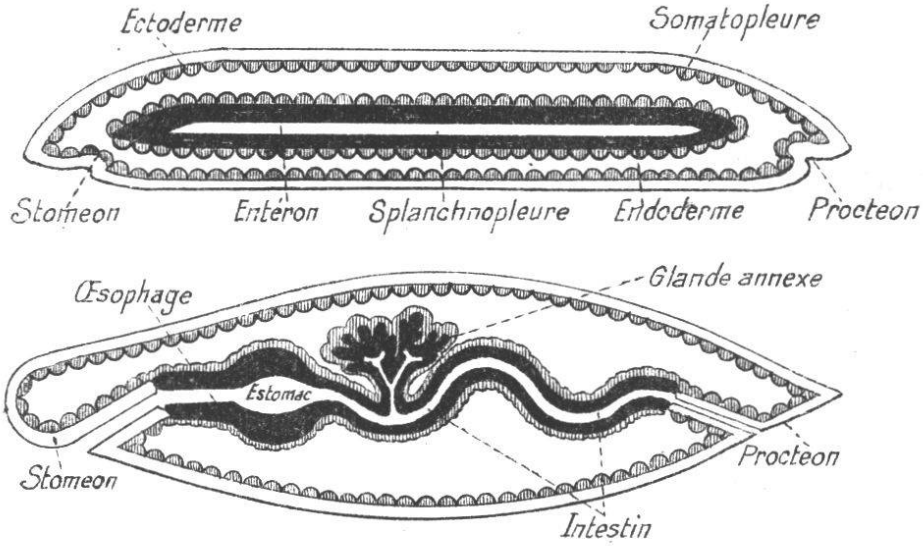


Fig. 19

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Fig. 20

Fig. 21

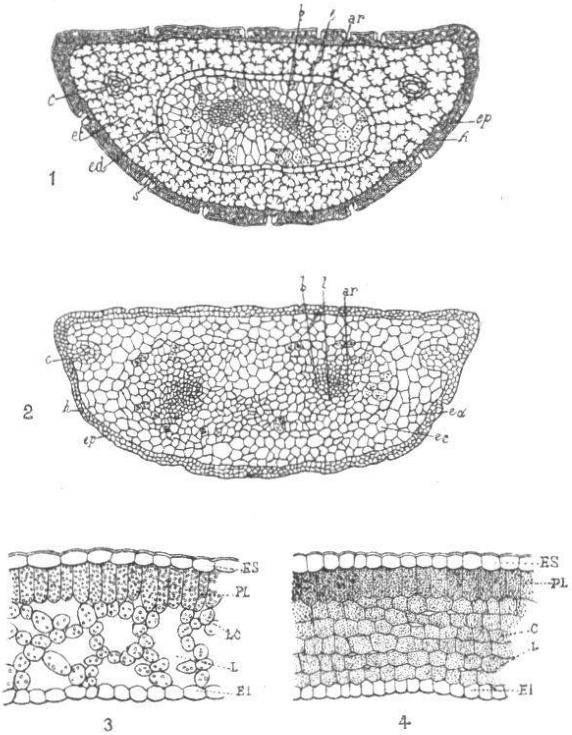


Fig. 22

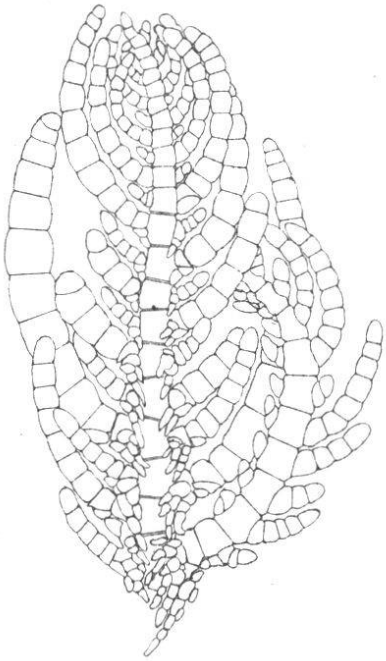


Fig. 23

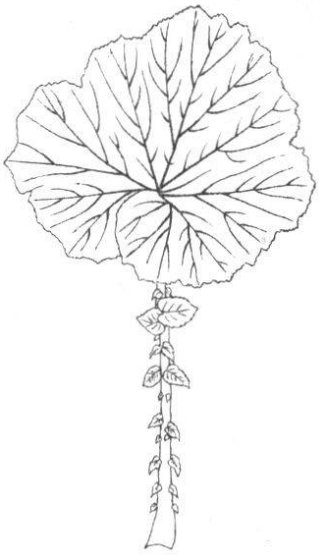


Fig. 24

Lith. J. Chappuis, Lausanne.