

# Laval théologique et philosophique



## L'évolution des êtres vivants

W. R. Thompson

Volume 4, numéro 1, 1948

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1019800ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1019800ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

### Éditeur(s)

Laval théologique et philosophique, Université Laval

### ISSN

0023-9054 (imprimé)

1703-8804 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

### Citer cet article

Thompson, W. (1948). L'évolution des êtres vivants. *Laval théologique et philosophique*, 4(1), 37–48. <https://doi.org/10.7202/1019800ar>

## L'évolution des êtres vivants\*

L'idée que le monde des êtres vivants, tel qu'il existe actuellement, a été produit par un processus évolutif quelconque, est à peu près universellement acceptée par les biologistes et les philosophes. Mais ils sont loin d'être d'accord sur les causes et l'histoire précise de l'évolution. On peut même affirmer que ces problèmes nous paraissent à présent beaucoup plus obscurs qu'aux naturalistes contemporains de Darwin. Vouloir unir la mathématique, qui est une science certaine, à la doctrine évolutionniste, qui est incertaine au plus haut degré, paraît être une tentative extravagante. Nous n'allons pas essayer de justifier tout ce qui a été entrepris dans cette voie. Nous nous limiterons à exposer deux ou trois tentatives importantes de traiter les problèmes de l'évolution par les méthodes mathématiques, en réservant au prochain article la question de leur validité et de leur portée philosophique.

Chez les théoriciens scientifiques de l'évolution, la doctrine préférée reste toujours celle de la sélection naturelle. Cette doctrine a subi des modifications considérables depuis le temps de Darwin. Pourtant, elle a gardé son caractère fondamental, qui est d'être une doctrine atéléologique ou anti-finaliste. Selon cette doctrine, les adaptations résultent de variations ou de facteurs dont le rôle, par rapport à la physiologie de l'organisme, est quelconque. Ces variations ou facteurs se combinent sous l'effet du hasard; de sorte qu'en fin de compte, les adaptations et la vie elle-même sont, dans le sens le plus strict, un effet du hasard.

Les sélectionnistes prétendent pouvoir donner une preuve mathématique de cette doctrine. Cette preuve a été élaborée par le biologiste anglais R. A. Fisher<sup>1</sup>. Il l'appelle le *théorème fondamental de la sélection naturelle*. D'après ce théorème, la chance pour qu'une modification quelconque de l'organisme lui soit avantageuse, est égale à la chance qu'elle lui soit nuisible, à la seule condition que cette modification soit très petite, comme les modifications doivent l'être, vu la lenteur du processus évolutif.

Considérons, dit Fisher, la signification du mot *adaptation*. «Un organisme peut être dit adapté à une situation particulière ou à l'ensemble des situations qui constituent son milieu, seulement pour autant que nous pouvons imaginer un ensemble d'autres situations ou d'autres milieux par rapport auxquels l'animal serait moins bien adapté; et aussi seulement pour autant que nous pouvons imaginer un ensemble d'autres formes organiques, légèrement différentes, qui seraient moins bien adaptées au milieu dont il s'agit. Généralement parlant, continue Fisher, plus l'adaptation est complexe, plus sont nombreux les exemples de conformité qu'elle présente et plus essentiellement adaptative la situation nous paraît».

\*Les deux premiers articles de cette série, *Mathématiques et biologie*, ont été publiés dans le Vol.III, nn.1 et 2 du *Laval théologique et philosophique*.

<sup>1</sup> R. A. FISHER, *The Genetical Theory of Natural Selection*, Oxford 1930.

Considérant que le degré de conformité entre deux choses—comme l'organisme et le milieu—peut être représenté mathématiquement par le rapprochement entre un point A et un point O, supposons que le point A se trouve sur la surface d'une sphère ayant le point O pour centre; et que les positions possibles qui représentent des adaptations supérieures à A sont contenues dans cette sphère. Si le point A est déplacé en parcourant une distance fixe  $r$ , dans un sens quelconque, ce mouvement va améliorer l'adaptation s'il porte A à l'intérieur de la sphère, mais la rendra moins parfaite s'il le porte à l'extérieur. Toutefois, dit Fisher, si  $r$  est très petit, les chances de ces deux événements sont à peu près égales, de sorte que la chance d'une amélioration tend vers la limite  $\frac{1}{2}$  comme  $r$  tend vers zéro. On voit qu'il en est ainsi parce que, par rapport à un mouvement excessivement petit de A, la courbure de la surface de la sphère tend à zéro. A la limite, la surface courbe est une surface plane. Mais si  $r$  est aussi grand que le diamètre de la sphère, la chance d'une amélioration est évidemment nulle, puisque n'importe quel mouvement de A va le porter à l'extérieur de la sphère.

De cela on peut conclure, d'après Fisher, que les petites variations, soit de l'organisme, soit du milieu, ont autant de chance d'améliorer l'adaptation que de la gêner. D'autre part, la lenteur du processus évolutif indique clairement, selon Fisher, que les variations qui le rendent possible, sont en effet très petites. Car, si les variations étaient *en même temps grandes et adaptives*, les organismes se transformeraient sous nos yeux avec la rapidité d'un train express. Mais la transformation des espèces est si difficile à saisir, que certains zoologistes distingués admettent que l'évolution n'existe plus, et que les organismes sont actuellement dans un état stable. Ainsi, pourvu que les variations se produisent assez souvent, la genèse des adaptations n'offre pas de difficulté et peut être regardée comme un effet du hasard. Les généticiens acceptent encore aujourd'hui la démonstration mathématique de cette thèse donnée par Fisher.

Si la thèse de Fisher correspond aux faits, il semble que la transformation des organismes peut avoir lieu dans n'importe quel sens. C'était, du reste, une des idées fondamentales de Darwin. Mais certains savants distingués se sont servis des principes mathématiques pour démontrer la thèse opposée: à savoir, que les transformations des êtres vivants sont strictement limitées.

Le passage d'une forme organique à une autre est une affaire extrêmement compliquée, qui intéresse une foule presque innombrable de détails: morphologiques et physiologiques. Il est presque impossible de dégager le sens fondamental de la transformation en comparant les descriptions compliquées établies par les systématiciens. Toutefois, si on se limite à la forme externe des organismes ou même de leurs organes individuels, en la regardant comme une simple surface géométrique—la forme étant projetée sur une surface plane—on peut aborder le problème par l'analyse géométrique<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> D'ARCY W. THOMPSON, *Growth and Form*, 1942, chap.17.

Prenons, pour commencer, le cas d'un cercle. Inscrivons ce cercle dans un système de coordonnées cartésiennes rectangulaires. Construisons maintenant un système de coordonnées où la distance entre les ordonnées est réduite de moitié. Marquons sur les ordonnées et les abscisses les points qui correspondent à ceux où le cercle coupe les ordonnées et les abscisses du premier système. Relions ces points par une courbe continue. Nous obtenons alors une ellipse (Fig. 1, p. 39). Le système de coordonnées cartésiennes permet, sans que nous approfondissions cette question, de traduire la quantité continue de la géométrie en quantité discontinue de l'arithmétique. En étudiant les propriétés du cercle inscrit, comme nous l'avons fait, nous voyons qu'elles correspondent à l'équation  $x^2 + y^2 = a^2$  où  $a$  représente une valeur constante. La déformation nécessaire pour obtenir l'ellipse nous donne l'équation  $\frac{x^2}{2} + y^2 = a^2$ , ce qui est une forme

particulière de l'équation générale  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b} = 1$

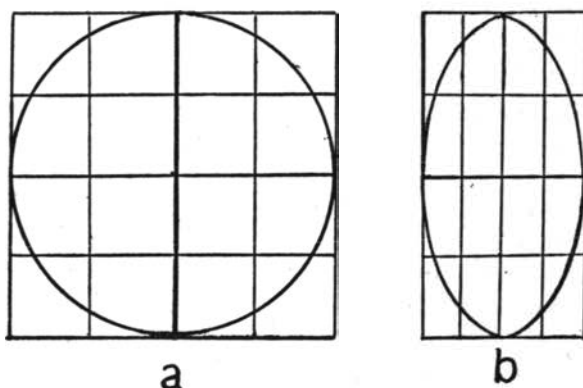


FIG. 1.—Passage d'un cercle (a) à une ellipse (b) par transformation d'un système de coordonnées cartésiennes.

Au cercle employé dans le premier exemple, substituons l'*os canon du boeuf*, en le dessinant dans un système de coordonnées rectangulaires composé d'éléments carrés. Faisons maintenant un système de coordonnées semblables, mais où les intervalles sur l'axe des  $x$  sont diminués dans le rapport  $x^1 = \frac{2x}{3}$ , et relient les points où le dessin de l'*os canon du bœuf* traverse les coordonnées dans le premier système. Nous obtenons alors le dessin de l'*os canon du mouton*. Par le même procédé, et une réduction donnée par l'équation  $x^2 = \frac{x}{3}$ , nous obtenons l'*os canon de la girafe* (Fig. 2, p. 41).

Ces cas sont très simples. Prenons à présent quelques organismes complets. Voici (Fig. 3, p. 43) une représentation du petit poisson *Argyrops-leucus olfersi*, dessiné dans un système de coordonnées rectangulaires. A côté, (Fig. 4, p. 45) nous voyons un poisson de la même famille: *Sternopyx*

*diaphana*, dessiné dans un système de coordonnées passant par les points homologues. Comme on le voit, la *différence* dans la forme de ces deux espèces, qu'il serait très difficile de tirer des descriptions taxonomiques ordinaires, peut être définie en disant que les ordonnées du système d'*Argyropelecus* ont été inclinées à un angle de  $70^\circ$  par rapport à l'axe des x. Une déformation *très simple* du point de vue mathématique nous permet de passer d'une forme à l'autre.

Un exemple encore plus remarquable est celui des deux poissons *Diodon* (Fig. 5, p. 47) et *Orthogoriscus* (Fig. 6, p. 47). Replaçons les lignes verticales du système où nous avons dessiné *Diodon*, par un système de cercles concentriques; et les lignes horizontales par des courbes du genre hyperbolique, qui se divergent par rapport à la ligne latérale de l'animal. Relions les points homologues du système de coordonnées ainsi déformé et nous avons dessiné le poisson *Orthogoriscus*. Du point de vue mathématique, la déformation est plus compliquée que dans le cas précédent; mais la comparaison des systèmes de coordonnées montre clairement que la diversité anatomique des deux poissons, qui intéresse une foule de détails, est l'expression de différences de croissance graduées suivant une loi quantitative très simple.

Mettons-nous maintenant au point de vue évolutionniste. La transformation d'une espèce organique en une autre, implique un *mouvement physique continu*, donc, le passage d'une forme à l'autre par une série d'étapes intermédiaires, celles, du moins, que l'on peut distinguer dans ce mouvement. Le caractère précis de ces étapes dans des cas particuliers, a suscité des controverses interminables. La généalogie de l'homme, par exemple, a été construite et défaite un grand nombre de fois en citant comme série d'ancêtres de l'homme actuel, des restes fossiles et un singe réel ou hypothétique; mais les naturalistes ne sont pas encore près d'un accord.

Par la méthode des coordonnées cartésiennes, on peut trouver une solution mathématique de ces problèmes. Pour cela, prenons les deux systèmes de coordonnées qui correspondent à deux formes organiques différentes, mettons-les l'un sur l'autre, et relions par des lignes droites les points périphériques homologues. Ces lignes coupent les bords externes d'une série de systèmes de coordonnées intermédiaires, dont nous pouvons facilement construire un aussi grand nombre que nous voudrions. Dans chacun de ces systèmes, nous pouvons dessiner la forme organique qui lui correspond. Nous aurons ainsi une série de formes mathématiquement intermédiaires entre les deux formes que nous avons prises comme points de départ. De cette façon, on a construit une série de dessins de crânes intermédiaires entre celui du cheval et celui de son lointain prédécesseur Ehippus. Ces dessins ressemblent à s'y méprendre aux formes des crânes fossiles considérés par les paléontologistes comme ceux des ancêtres du cheval. Par contre, malgré le fait qu'une modification assez simple des coordonnées nous permet de passer du crâne de l'homme à celui du chimpanzé ou à celui du gorille, ces deux derniers ne peuvent pas être rangés dans une même série géométrique reliée au crâne de l'homme. Et il en est de même pour les crânes des prétendus prédécesseurs fossiles de l'homme en général.

On n'a pas réussi à en construire une série mathématiquement continue. Les biologistes qui se sont servis de cette méthode ne croient donc pas que ces fossiles font partie de la lignée ancestrale réelle de l'homme.

Si la forme, la croissance, la reproduction et l'évolution des organismes sont déterminées par des lois physiques, et que ces lois peuvent être formulées mathématiquement, il s'ensuit que les faits que nous venons de citer ont une signification plus large. Il faut dire alors que la transformation des êtres organiques est dans une grande mesure comparable à celle des formes géométriques pures et que les mêmes principes fondamentaux opèrent dans les deux cas. C'est le point de vue exprimé par le célèbre astronome italien Giovanni Schiaparelli dans un petit livre peu connu mais plein d'intérêt, intitulé *Studio comparativo tra le forme organiche naturali et le forme geometriche pure*. Une forme géométrique pure est, comme on l'a rappelé, celle dont tous les points dérivent d'une même loi. Une propriété essentielle des formes pures est celle-ci : une partie de la forme, si petite soit-elle, étant donnée, le reste en est entièrement déterminé. Puisque la forme suit toujours la même loi, on peut déduire cette loi de chaque partie de la forme. Sachant la loi de la forme, on peut la construire en entier.

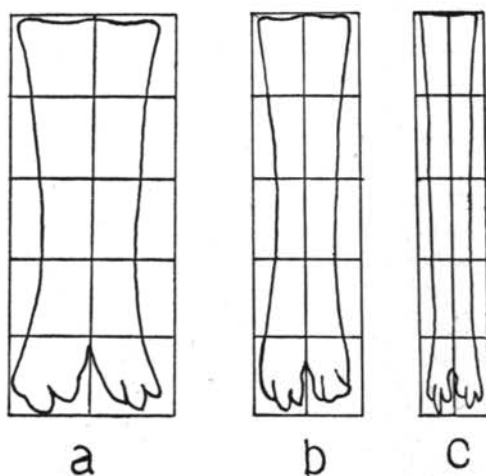


FIG. 2.—Os canon du bœuf (a), mouton (b) et girafe (c)  
(d'après D'ARCY THOMPSON, *Growth and Form*).

Schiaparelli fait remarquer que les formes géométriques pures se prêtent, tout comme les formes organiques, à un arrangement systématique. En d'autres termes, elles se laissent classer en catégories superposées que l'on peut appeler des familles, des genres et des espèces. Dans chaque famille de courbes, chaque forme individuelle se distingue des autres par la valeur que certains éléments fondamentaux, dits paramètres, prennent chez elle. Par exemple, dans un cercle, la longueur  $a$  du rayon distingue chaque espèce de cette figure des autres; cette quantité  $a$  est le paramètre du cercle; dans une ellipse, la distance  $a$  entre les deux foyers constitue un des paramètres; la somme  $b$  de la distance des foyers au même point sur la



circonférence constitue l'autre. On voit facilement que la forme précise d'une ellipse donnée dépend des valeurs précises de  $a$  et  $b$ ; l'équation générale de l'ellipse étant:

$$\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$$

Nous pouvons aussi construire une figure avec trois foyers, et telle que la somme des distances de ces trois foyers à un point donné est constante. Les trois côtés du triangle formé par les trois foyers constituent trois paramètres; la somme de leur distance au point A constitue un quatrième paramètre. La figure dont il s'agit dans ce cas est une espèce d'ovale, généralement non symétrique.

Sans aller plus loin, on voit que l'on peut construire un système de courbes analogues, dont chaque point A représente la somme de quatre, cinq, six, etc. . . paramètres. Le nombre de paramètres s'accroît par deux unités pour chaque centre que l'on ajoute, et les formes se multiplient très rapidement. Pour le système de courbes à un seul paramètre, d'après les mathématiciens, le nombre possible de types est infini; pour le système à deux paramètres, c'est une infinité du deuxième ordre, et pour le système à trois paramètres, une infinité du troisième ordre.

Après avoir étudié soigneusement les lois des transformations des formes géométriques pures—en se limitant, pour ne pas compliquer inutilement la question, aux courbes dans l'espace à deux dimensions, dites «courbes algébriques»—Schiaparelli énonce son hypothèse fondamentale: à savoir, qu'il doit exister, pour les formes vivantes aussi bien que pour les formes géométriques, des lois ou formules générales et des éléments déterminants ou paramètres. L'identité de la formule établit, comme pour les courbes, les caractères communs de la catégorie. Comme dans les courbes, les caractères propres à chaque subdivision dépendent de la variété des éléments fondamentaux. De cela, il résulte que les transformations des êtres vivants suivent les mêmes lois fondamentales que les formes géométriques.

S'il en est ainsi, chaque être vivant appartient à une espèce distincte, définie par la formule fondamentale et des paramètres particuliers. Tout changement dans la valeur des paramètres ou de la formule implique un changement d'espèce. Néanmoins, chez les formes géométriques, les intermédiaires peuvent être aussi nombreux que l'on voudra, parce que la quantité peut être divisée sans limite. Mais comme le fait remarquer Schiaparelli, les formes de transition entre les espèces vivantes sont rares, et il faut admettre dans le monde matériel tel qu'il existe réellement, une discontinuité marquée. C'est ce que l'on obtiendrait dans les formes pures en posant que les paramètres ne peuvent prendre que certaines valeurs: par exemple, celles données par les membres successifs de telle ou telle série algébrique. L'évolution, dans le système de Schiaparelli, existe bien, mais c'est une évolution *par types fixes* et non pas l'écoulement indéfinissable posé par le système de Darwin.

Puisque la constitution de l'être vivant doit être toujours conforme à sa formule fondamentale, les variations qui mènent d'une espèce à une autre ne sont jamais arbitraires, mais sont liées par des lois données par la formule fondamentale. Il y a donc une corrélation étroite entre les divers caractères de l'organisme de sorte que certaines modifications sont possibles, mais d'autres impossibles. Que cette corrélation existe et intéresse tous les aspects de la vie, c'est démontré, croit Schiaparelli, par le processus de la régénération où l'on voit le moignon d'une patte amputée reconstituer le membre tout entier. Pour Schiaparelli, ce fait est comparable à la propriété présentée par les formes géométriques pures et déjà signalée: à savoir que d'une partie de la forme, on peut tirer la forme tout entière.

Pour Darwin, l'adaptation de la forme vivante au milieu résulte tout simplement de la sélection naturelle de variations qui se produisent et qui se combinent aussi au hasard. A certains endroits dans son travail, Darwin parle, il est vrai, de la corrélation comme de quelque chose qui pré-existe à la sélection naturelle, mais les exemples qu'il cite—comme le cas

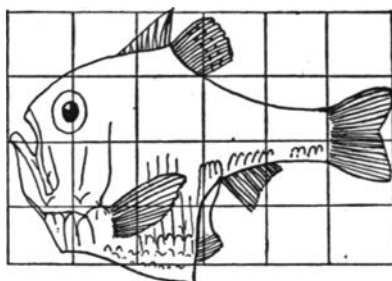


FIG. 3—*Argyropelecus olfersi* (d'après D'ARCY THOMPSON).

des chats blancs aux yeux bleus qui sont sourds—ne sont pas précisément des adaptations. Pour le vrai darwiniste, l'adaptation est l'œuvre de la sélection naturelle qui peut assembler les caractères dans n'importe quelle combinaison, pourvu qu'elle permette à l'organisme de faire concurrence à ses voisins. Pour Schiaparelli, les corrélations adaptatives préexistent, a priori, dans les formules fondamentales et elles se réalisent dans la nature dès que les conditions ambiantes le permettent. L'adaptation n'est donc pas autre chose que la *coïncidence* à un certain moment de l'histoire d'un plan déterminé a priori avec les conditions terrestres qui lui conviennent. Le hasard ne crée pas l'espèce, mais il la détermine à exister.

Dans le système de Darwin, l'évolution produit toujours du neuf, de l'imprévu. Cela est vrai aussi, en un certain sens, dans le système de Schiaparelli. Mais ici c'est seulement *l'être matériel réel* qui est neuf et imprévu. Le plan anatomique de cet être existe déjà a priori dans la formule fondamentale, et l'évolution consiste seulement dans le passage de la matière vivante à travers les diverses catégories comprises dans cette formule.

La doctrine de l'évolution, généralement acceptée par les biologistes, envisage un développement *progressif* de la substance vivante à partir



d'organismes extrêmement simples. Pour Schiaparelli, l'évolution n'est pas nécessairement progressive. Il n'acceptait pas, comme un fait certain, l'idée que les premiers organismes étaient aussi les plus simples. Pour lui, à vrai dire, l'histoire des êtres vivants aurait pu commencer aussi bien avec les formes les plus élevées qu'avec les formes inférieures et simples, et si réellement les formes simples se sont montrées les premières, c'est uniquement parce que dans les premiers temps elles seules trouvaient des conditions nécessaires pour l'existence. Du reste, les notions d'inférieure et de supérieure ne trouvent pas de place dans un système mathématique. Il faut remarquer, en outre, que d'après cette hypothèse, la totalité des formes comprises dans les diverses modalités de la formule fondamentale n'existent pas nécessairement ensemble à un moment donné. Certaines ont pu disparaître, d'autres sont réservées pour l'avenir.

L'étude des formes géométriques démontre qu'elles constituent ce que l'on peut appeler des séries analogiques, où les mêmes modifications se répètent dans plusieurs séries distinctes. Si les formes organiques suivent les mêmes lois, des séries analogiques existeront aussi chez elles. Comme exemple, Schiaparelli cite les diverses espèces de bétail, sans lien génétique, qui présentent toutes une large zone blanche autour du corps. On trouve d'autres exemples chez les insectes où le même arrangement des couleurs se trouve chez des espèces appartenant à des groupes très éloignés les uns des autres. Ce n'est pas la même chose que l'homologie, telle qu'elle est définie par la biologie moderne.

Si l'on pose que le type organique comprend  $n$  paramètres, il s'ensuit que chaque espèce appartient simultanément à  $n$  séries analogiques, et sera liée aux espèces voisines dans  $2n$  directions, correspondant à  $n$  genres d'analogie. Ainsi s'explique, selon Schiaparelli, les connections multiples qui existent entre les espèces organiques et, bien souvent, rendent leur classification si difficile. Si cette explication est exacte, il serait évidemment tout à fait erroné de regarder la relation entre les divers membres d'une même série analogique comme d'ordre génétique. En réalité, toutes les  $n$  séries analogiques auxquelles une forme donnée appartient, ont la même signification taxonomique, c'est-à-dire pour le système de classification; mais *une seule* a une signification génétique et représente la voie de l'évolution réelle.

D'autre part, si deux espèces appartiennent à la même série analogique, elles auront toujours quelque chose de commun, même si elles sont très éloignées l'une de l'autre dans la série. C'est ce qui explique, d'après Schiaparelli, l'incongruité frappante que l'on remarque de temps en temps dans la nature, lorsque les caractères sont combinés d'une façon inattendue et bizarre. Schiaparelli cite, comme exemples, les oiseaux à dents de la période crétacée—*Ichthyornis* et *Hesperornis*; ceux avec une longue queue à vertèbres multiples, semblable à celle des serpents—comme *Archaeopteryx* d'un étage jurassique; et les serpents de nos jours, tels *Cheirotes canaliculatus*, ayant deux minuscules pattes près de la tête. Il est clair que l'explication donnée par Schiaparelli diffère *radicalement* de celle des évolutionnismes.

tes orthodoxes, qui voient dans ces cas des exemples d'une transformation évolutive saisie en chemin. Pour la plupart d'entre eux, l'existence d'*Archaeopteryx* démontre que les oiseaux descendent des reptiles.

D'après Darwin et la plupart des évolutionnistes, les homologies des organes constituent des preuves de descendance généalogique. Dans la pensée de Schiaparelli, elles sont essentiellement des signes de connexion systématique et servent à nous renseigner sur le plan général du système où elles se manifestent. Il s'agit tout simplement de pures variations, mille fois produites sur un même thème. De ce point de vue, les organes dits vestigiaux, comme les dents de la baleine ou les fentes branchiales chez les embryons des mammifères, ne sont pas des restes de dents ou de branchies pleinement développées, qui existaient chez les ancêtres; ce sont tout simplement quelques-unes des modalités présentées par ces parties de l'organisme dans les diverses séries analogiques où on les trouve. La longueur du rayon d'un cercle donné est constante; la longueur du rayon d'une spirale

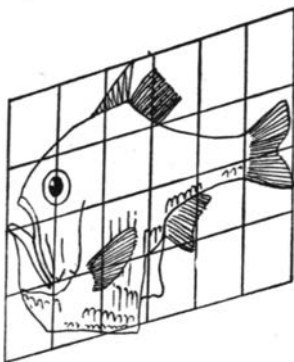


FIG. 4—*Sternoptyx diaphana* (d'après D'ARCY THOMPSON).

s'accroît progressivement. Si nous trouvons une spirale où l'accroissement du rayon est très lent, nous ne sommes pas autorisés à dire qu'elle descend d'un cercle et que la lenteur d'accroissement du rayon est le vestige de l'égalité du rayon chez le cercle; ni davantage qu'elle descend d'une spirale où l'accroissement du rayon était très marqué. L'existence des arcs branchiaux chez les embryons des mammifères n'est donc nullement une preuve qu'ils descendent d'animaux aquatiques.

Le développement des organes comme l'œil, qui présentent une corrélation anatomique et histologique très compliquée et sans laquelle ils ne pourraient pas fonctionner, est très difficile à expliquer dans la théorie de la sélection naturelle où il apparaît comme un effet tout à fait improbable d'une série de hasards. Mais dans la théorie de Schiaparelli, il y a là tout simplement un exemple des corrélations posées par les formules fondamentales.

L'existence, chez des espèces éloignées, d'organes spéciaux très compliqués, constitue pour les sélectionnistes une autre grave difficulté. Les organes électriques des poissons, par exemple, se montrent d'une façon

indépendante chez des espèces qui n'ont guère pu les hériter d'un ancêtre commun; mais il est difficile de croire qu'ils étaient produits plusieurs fois chez des espèces sans lien génétique, par l'effet du hasard. Pour Schiaparelli, il y a là un autre exemple de séries analogiques du genre de celles que l'on trouve dans le monde des formes géométriques. L'existence d'organismes de la même espèce ou d'espèces voisines, dans des régions de la terre très éloignées les unes des autres, est, aussi, difficile à expliquer comme un effet de la sélection naturelle, sans présupposer des révolutions considérables et assez improbables, dans la distribution des masses continentales et des océans. Ces problèmes sont faciles à résoudre dans la théorie de Schiaparelli, car les mêmes formes viennent naturellement à l'existence avec toutes les particularités qui découlent de la formule fondamentale, chaque fois que les conditions convenables se présentent.

Pour la grande majorité des évolutionnistes, l'évolution ne fait jamais marche arrière. Le paléontologiste belge Dollo en a fait une loi: la loi de Dollo: l'évolution est irréversible. Pour Schiaparelli, comme nous l'avons indiqué plusieurs fois, l'évolution est parfaitement réversible, et aucune des directions possibles à travers les  $n$  séries analogiques n'est privilégiée. Il faut admettre que la théorie de Schiaparelli n'est pas absolument dépourvue de bases factuelles. La fixité ou, du moins, la résistance au changement, des types spécifiques, la rareté indéniable des formes de transition, non seulement dans le monde actuel mais aussi dans les dépôts des fossiles, la limitation dans le nombre des types morphologiques dans le monde organique, s'accordent mieux avec sa doctrine qu'avec celle de Darwin.

A l'heure actuelle, la plupart des biologistes sont évolutionnistes, mais ils se rangent en deux camps: les uns sont monophylétistes et croient que tous les êtres vivants descendent d'un même ancêtre. Les autres sont polyphylétistes. Ils croient que chacun des grands groupes a eu une origine indépendante. C'est là, pour Schiaparelli, une question sans intérêt. Mais, puisque, d'après sa théorie, la formule fondamentale est, dans un certain sens, la source des propriétés de l'être vivant, on peut se demander si cette source est unique ou multiple; en d'autres termes, si toutes les espèces organiques peuvent être finalement ramenées à une seule formule ou s'il y a plusieurs formules distinctes et irréductibles. Schiaparelli lui-même acceptait les quatre types morphologiques de Cuvier comme exemples de formules fondamentales, mais il croyait qu'il doit exister une formule fondamentale encore plus générale, valable pour tous les êtres vivants.

Mais, quelle est donc la source des formules fondamentales? C'est assurément une question légitime! Eh bien, répond Schiaparelli, ce n'est ni un concept métaphysique ni un «deus ex machina»: c'est tout simplement l'expression de la nécessité physique, de laquelle dépendent aussi les types du système chimique et les lois de l'attraction universelle. Les formules fondamentales, qui sont l'expression de la nécessité physique, sont le fondement des corrélations que nous constatons dans la nature. Ces corrélations nous suggèrent l'idée de finalité mais, d'après Schiaparelli, elles sont

déjà déterminées a priori, tout à fait comme les propriétés infiniment diversifiées et harmonieuses des formes géométriques sont déterminées a priori dans leurs formules algébriques. Il suffit de réfléchir un peu sur ces mots pour voir que malgré la distinction faite par Schiaparelli entre les formes géométriques et les formes organiques, les transformations de ces dernières suivent exactement les mêmes lois que les premières et que sa théorie est, au fond, essentiellement mathématique. C'est lui qui fut le premier à formuler une théorie mathématique générale de l'évolution. C'est à cette théorie que se rattache l'analyse morphologique par la méthode des coordonnées cartésiennes que nous avons exposée au commencement de cet exposé.

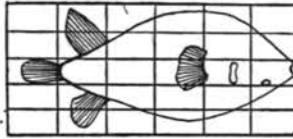


FIG. 5—*Diodon* (d'après D'ARCY THOMPSON).

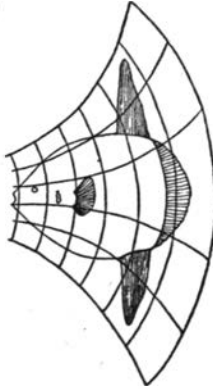


FIG. 6—*Orthogoriscus* (d'après D'ARCY THOMPSON).

Les lecteurs qui connaissent l'histoire de la morphologie, auront déjà remarqué la similitude entre les vues de Schiaparelli et celles de l'école dite *d'anatomie transcendante*, représentée en Allemagne par Oken, en Angleterre par Owen et en France par Etienne Geoffroy Saint-Hilaire et ses disciples. Pour ces morphologistes, la structure des organismes est l'expression d'un plan idéal, diversifié à l'infini dans les divers groupes, et il doit être possible, moyennant des études suffisamment détaillées, de ramener tous les plans particuliers au plan idéal. Les efforts de Geoffroy Saint-Hilaire dans ce sens ont été poussés très loin et ils ont fini par le mettre en opposition avec Cuvier, qui croyait aussi à l'existence de plans fondamentaux, mais qui voyait la clef des problèmes morphologiques dans le principe de finalité. Avec le triomphe de l'idée évolutionniste, l'anatomie transcendante est disparue de la biologie. L'efficacité, en somme, a remplacé la formalité.

Mais il me semble que l'état d'esprit qui est à la base de l'anatomie transcendante et de la théorie de Schiaparelli en particulier, est en train de renaître et va peut-être finir par dominer la biologie. Ce qui caractérise la biologie moderne, par rapport aux travaux biologiques du moyen âge, comme les traités de saint Albert, par exemple, c'est la description *exacte*, *quantitative*, des espèces. En somme, le système de classification est basé sur la morphologie, sur la forme géométrique des organismes. Il est bien vrai que les descriptions spécifiques comprennent un grand nombre de notes qualitatives, comme la couleur, l'odeur, etc. Mais, pour avoir une classification exacte, dans le sens moderne, il faut pouvoir mettre les qualités qui affectent un même organe en série, c'est-à-dire dans un ordre numérique. La description exacte de l'espèce comporte donc la réduction des qualités à leur mode quantitatif. De cette façon, on purifie, pour ainsi dire, la description spécifique, en la poussant vers la limite où elle sera une description purement quantitative. A ce point, la morphologie des êtres organiques s'identifie avec celle des formes géométriques. Il sera très curieux de voir si, par suite des travaux entrepris pour démontrer la théorie de Darwin, où l'efficiencia domine, la morphologie sera finalement ramenée à l'explication par les causes formelles, conçues comme des lois purement mathématiques de façon à laisser le darwinisme comme une sorte d'ilot abandonné dans le mouvement historique de la biologie.

W. R. THOMPSON.

---