

LA
REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^e SÉRIE)

DIRECTION : MM. EUG. YUNG ET ÉM. ALGLAVE

2^e SÉRIE — 2^e ANNÉE

NUMÉRO 25

21 DÉCEMBRE 1872

UNIVERSITÉ D'IÉNA

M. HÆCKEL.

Des progrès et de l'objet de la zoologie

Le professeur académique qui, en vertu de l'usage traditionnel, doit consacrer son entrée dans une faculté par un discours public, possède un thème tout trouvé et le plus naturel du monde ; c'est de se livrer à un examen des questions scientifiques qui sont de son ressort, ainsi que des procédés de solution auxquels il compte recourir. Une semblable discussion peut paraître banale et superflue lorsqu'elle s'applique à ces branches nombreuses de la science qui ont, depuis longtemps déjà, trouvé une direction bien déterminée et un but évident, et dont le contenu, l'étendue et les moyens d'étude sont envisagés par tous les maîtres avec plus ou moins de conformité. Mais, tout au contraire, cette discussion n'est en aucune façon dépourvue d'importance en ce qui concerne les sciences qui n'ont pas encore atteint ce degré de maturité, et qui pour cette raison sont comprises et traitées de manières très-différentes. C'est là une vérité qui ne trouve nulle part son application parmi les sciences naturelles mieux que dans la zoologie. Je crois par conséquent n'entreprendre en aucune manière une œuvre inutile, en exposant aujourd'hui, lors de mon entrée dans la faculté de philosophie, l'idée que je me fais des objets de la zoologie actuelle, et en précisant le sens dans lequel je me propose de remplir la nouvelle chaire réglementaire créée à Iéna pour cette branche des sciences.

Nous ne pouvons parvenir à une véritable intelligence de tout phénomène qu'en suivant pas à pas la marche historique de sa naissance et de son progrès. Toute proportion, en un mot, ne peut être connue que par l'histoire de son développement. Ce principe est tout aussi bien en vigueur pour la science de l'homme que pour toutes les autres fonctions organiques. Il sera, par conséquent, tout d'abord nécessaire

2^e SÉRIE. — REVUE SCIENTIF. — III.

de jeter un coup d'œil général sur les progrès qu'a accomplis la zoologie dans le cours de la vie humaine civilisée.

La suite de ces progrès est assurément assez étrange, et à plus d'un point de vue elle est unique. Car si nous comprenons dans notre conception de la zoologie, conforme à la nature, l'ensemble des sciences complètes ayant pour objet la vie animale dans tous ses divers phénomènes et toutes ses différentes manifestations, c'est-à-dire la morphologie et la physiologie réunies des animaux, nous nous trouvons aussitôt en présence de ce fait étrange : les différentes branches de la science des animaux se sont développées dans un isolement et dans une indépendance les unes des autres vraiment frappants, tandis qu'une partie d'entre elles sont liées de la manière la plus intime à différentes autres sciences. C'est ainsi que la plus grande partie de l'anatomie et de la physiologie des animaux est née des besoins de l'anatomie et de la physiologie de l'homme, qui elle-même, de son côté, a subi de grandes modifications au service de la médecine. Il en est de même d'une partie de l'histoire du développement des animaux, je veux parler de celle qui concerne les individus, de l'embryologie, tandis que l'autre partie principale, l'histoire du développement paléontologique des espèces d'animaux et des genres, partie entièrement distincte de la première, a pris naissance afin de se mettre au service de la géologie. La psychologie, partie intégrante de la physiologie, a été entièrement séparée de cette dernière et placée sous la tutelle d'une philosophie purement spéculative qui ne voulait pas entendre parler de la zoologie, base indispensable de la psychologie. Enfin on vit se développer, entièrement indépendant de toutes ces sciences, un système de science du règne animal qui s'occupait exclusivement de la description et de la classification des diverses espèces d'animaux. Bien que cette zoologie systématique ignorât la plupart des sciences que nous venons de nommer, et qu'elle empruntât tout au plus à l'anatomie un certain nombre de données, elle éleva cependant plus haut que toutes les autres la prétention d'être la zoologie *proprement dite*. Cette prétention peut paraître justifiée, si l'on prend pour mesure l'étendue de la littérature zoologique et le nombre de ses livres, dont en

effet la plupart sont consacrés à la zoologie systématique. A la vérité, dans ces derniers temps, la physiologie d'une part, et de l'autre l'anatomie ont contesté le privilège de la zoologie systématique, et chacune de ces deux sciences veut à son tour être considérée comme la zoologie *proprement dite*. En attendant, cette dispute est si peu terminée que, même jusqu'à ce jour, les représentants renommés de notre science diffèrent de vues à l'égard de sa teneur et de son étendue; tantôt c'est une partie, tantôt c'est une autre que l'on préfère et que l'on oppose aux autres à titre de véritable zoologie.

Pour l'observateur impartial placé en dehors du cercle de la spécialité, cette idée doit paraître d'autant plus étonnante que déjà le grand explorateur de la nature dans l'antiquité, celui que la postérité reconnaissante vénère comme « le père de l'histoire naturelle », qu'Aristote, en un mot, considère l'étude des animaux comme ce qu'elle doit être conformément à la nature, c'est-à-dire comme l'ensemble de toutes les sciences ayant trait aux animaux. « L'Histoire des animaux » d'Aristote, livre classique, réunie aux œuvres de moins d'importance écrites dans un but spécial et à l'ouvrage d'anatomie comparée sur les parties des animaux, ainsi qu'au travail sur la production et le développement des animaux, tout cela nous montre une conception universelle et si grandiose du monde des animaux que nous trouvons naturel que ces écrits aient pu jouir pendant plus de quinze cents ans d'une autorité sans égale, et passer pour l'œuvre fondamentale de la zoologie.

Jusqu'au *xvi^e* siècle, il ne se trouva pas de chercheur qui entreprit de continuer d'une manière indépendante l'œuvre grandiose commencée par Aristote, ou même d'exécuter en détail certaines parties de l'édifice scientifique dont le philosophe avait conçu le projet. Bien plus, on se contenta de copier les œuvres d'Aristote, de les traduire et de les commenter.

Ce fut seulement lors de la découverte du nouveau monde, lorsque la nouvelle route maritime des Indes orientales et les nombreux voyages de découverte du *xv^e* et du *xvi^e* siècle eurent apporté en Europe des animaux et des plantes jusque-là inconnus; ce fut alors seulement que l'histoire naturelle commença à s'éveiller de son long sommeil. On fut avant tout poussé par le besoin de distinguer les nouvelles formes, de les classer et de les dénommer; ce besoin devint d'autant plus pressant que des variétés plus nombreuses de plantes s'accumulaient dans les herbiers, que de plus nombreuses espèces d'animaux s'entassaient dans les collections zoologiques. Mais ce fut seulement au commencement du *xviii^e* siècle que parut le grand réformateur de l'histoire naturelle. Doué d'un esprit audacieux, il s'empara d'une main puissante des gigantesques matériaux amassés pendant tant de siècles et les classa. Pour la première fois il réunit tous ces matériaux dans un édifice construit avec art et reposant sur un système strictement logique. En 1735 parut cet ouvrage, qui fit époque : *Le Système de la nature*, de Charles Linné. Ce jour-là une base solide était donnée à tous les systèmes qui suivirent et qui eurent pour objet le règne animal et le règne végétal. La nomenclature binaire introduite dans cet ouvrage par Linné, la dénomination des formes organiques divisée en deux branches et reposant sur la distinction de l'espèce (*species*) et du genre (*genus*) : ces innovations furent trouvées si pratiques qu'elles sont encore aujourd'hui universellement utilisées.

Il était donc devenu tout à coup possible de classer d'un

about à l'autre toutes les variétés infinies des animaux et des plantes et de les faire entrer dans l'enchaînement artificiel du système sous l'un des noms déterminés et distincts de genres ou d'espèces. Aussi les naturalistes ne tardèrent-ils pas à se tourner en foule vers le nouveau terrain qui leur était ouvert, c'est-à-dire vers l'organisme à l'état de système : telle fut la force d'attraction exercée d'une part par la distinction et la classification des innombrables variétés d'animaux et de plantes, d'autre part par la jouissance esthétique due à la beauté des formes extérieures ou simplement par l'intérêt de curiosité s'attachant à l'étude de ces formes, que la plupart des explorateurs de la nature qui succédèrent à Linné purent, sans aller plus loin, trouver sur ce terrain les satisfactions les plus complètes. Même aujourd'hui, alors que les recherches anatomico-physiologiques se sont rigoureusement développées à l'encontre de la zoologie purement systématique, l'activité littéraire des partisans de cette dernière est encore telle, et telle est leur supériorité numérique, qu'ils sont dans des cercles très-étendus considérés comme les zoologistes proprement dits. Encore aujourd'hui les naturalistes s'occupent bien plus de réunir, de conserver, de classer et de dénommer les variétés des animaux et des plantes que de la recherche anatomico-physiologique sur ces variétés ou de l'histoire de leur développement; encore aujourd'hui ce sont ces occupations dont le récit remplit une partie (et de beaucoup la plus grande) de la littérature consacrée à la zoologie et à la botanique.

Ce passé imposant et la puissante position extérieure qu'occupe la zoologie systématique nous obligent à exposer notre propre opinion à ce sujet, d'autant plus que les aperçus sur la valeur et l'importance de ce système présentent entre eux les plus grandes différences. Tandis que les uns, comme Linné, envisagent le système des corps de la nature comme le véritable but de l'histoire naturelle, tandis que d'autres ne veulent voir là qu'une classification superficielle, en style lapidaire, de l'ensemble de nos connaissances géologiques, il se trouve aussi des personnes qui refusent d'une manière absolue toute valeur scientifique à la zoologie systématique.

En présence de ces opinions opposées, il faut, pour parvenir à une appréciation juste, distinguer : d'une part, nous avons la zoologie systématique purement extérieure, admise par la grande masse et dont l'idéal consiste dans un musée zoologique et dans un herbier aussi complets que possible; et, d'autre part, la zoologie systématique, qui considère le système naturel des organismes comme l'expression hypothétique de sa véritable généalogie, et qui poursuit dans l'affermissement approximatif de ce système un but scientifique aussi élevé que difficile à atteindre.

La zoologie systématique de la première espèce, celle qui a pour idéal la zoologie de musées et la botanique d'herbiers, car c'est dans ces termes qu'elle s'est jusqu'à présent maintenue d'une manière tout à fait prépondérante, celle-là ne mérite en aucune façon le nom de science. Car toute science digne de son nom est comme telle obligée de produire un certain amas de résultats généraux et de lois : elle doit viser à l'intelligence des phénomènes et à l'explication de leurs causes; elle ne doit jamais se contenter de la simple connaissance de faits isolés. Or, tel est précisément le cas de la zoologie purement systématique. Cette dernière n'a pas d'autre but que de connaître des variétés isolées d'animaux et de plantes, de les décrire et de les distinguer en leur donnant des noms divers.

Une histoire naturelle qui se borne ainsi à la description pure ne peut jamais être une science. Car la conception d'une science purement descriptive est une contradiction intérieure : une *contradictio in adjecto*. Nous sommes à coup sûr bien loin de déprécier la haute valeur que possède au point de vue pratique ce système descriptif. La description est absolument indispensable pour les collections zoologiques et botaniques ainsi que pour les recherches scientifiques proprement dites sur les animaux et les plantes. Elle est tout aussi indispensable que ces collections elles-mêmes, et c'est d'elle que dépend toute la valeur des connaissances zoologiques et botaniques envisagées au point de vue de la vie pratique. Mais une science pratique, une science d'utilité, n'est plus une science pure, c'est un art. C'est pourquoi nous aurons à considérer le système de description pure des variétés des animaux et des plantes comme un art, de même que la médecine pratique, la pharmacie et l'agronomie, sciences auxquelles la zoologie descriptive peut d'ailleurs rendre service dans une certaine mesure.

Tout à fait différent de ce système descriptif et artistique est le système vraiment scientifique qui considère et étudie le système naturel des espèces d'animaux et des plantes comme sa véritable généalogie. A la vérité, c'est seulement dans ces derniers temps que sont devenues possibles l'étude généalogique et l'intelligence du système de la nature, depuis que Charles Darwin, par sa réforme de la théorie de la descendance nous a conduits à la véritable intelligence des causes du monde apparent des organismes. A la vérité, il faudra encore longtemps avant que les branches principales de la souche fondamentale du système puissent être entièrement établies, et la tâche de notre système généalogique est des plus compliquées. C'est pourtant à ce système qu'appartient l'avenir ! Ce n'est que par l'intelligence de la généalogie du système de la nature que l'on peut faire de la zoologie une véritable science. Il faut pour cela considérer les catégories ou les groupes, les classes, les divisions, les genres et les espèces comme de simples branches divergentes de la véritable souche, et reconnaître dans la parenté des formes des organismes leur véritable parenté de sang. C'est par cette intelligence généalogique du système des formes qu'on arrive à une véritable science.

Du reste, le système de la description a dû déjà, pendant les dix dernières années, se rapprocher de plus en plus du véritable système naturel de la classification généalogique, d'autant plus qu'il a été obligé de prendre de plus en plus pour base solide de sa classification l'ensemble des rapports de la structure et du développement des formes organiques. L'ancien système procédant de Linné était purement artificiel au point de vue suivant : il ne recourait presque toujours qu'à des signes distinctifs isolés, et de préférence extérieurs, mais facilement reconnaissables, afin de distinguer les espèces et les genres et même les groupes plus considérables, les ordres et les classes. En tout cela, il procédait ou du moins n'entendait procéder qu'en se conformant à la logique pure. La nouvelle systématique, principalement à partir du commencement de notre siècle, s'est bien plus placée au point de vue du caractère de la structure dans son ensemble et notamment au point de vue des importants rapports internes. Dans les dernières périodes décennales, il a pris pour point d'appui essentiel l'embryologie. Donc, à mesure que cette dernière science et, d'une manière générale, l'ensemble

de l'histoire du développement fut plus connue, que l'on apprécia sa valeur fondamentale et qu'on l'utilisa dans le système descriptif, la classification s'opéra, quoique involontairement, de plus en plus d'après les principes du système généalogique, le seul véritablement conforme à la nature ; en cela elle abandonna nécessairement plus d'une fois son caractère purement logique, car la classification strictement logique doit être nécessairement artificielle, et, pour de nombreuses raisons, elle peut très-souvent ne pas coïncider avec la classification naturelle et généalogique.

Le système synthétique, généalogique de l'avenir, contribuera, plus que toute autre chose, à réunir les différentes branches isolées de la zoologie dans un milieu naturel, dans la véritable histoire naturelle, et à les rassembler dans une science historique qui comprenne dans son ensemble toute la vie animale. Or, c'était précisément le contraire que faisait le système analytique et descriptif du passé, lorsqu'il s'efforçait de passer au premier plan en qualité de zoologie proprement dite, et de bannir du domaine de cette zoologie, soi-disant véritable, les branches de la science qui seules peuvent donner à la zoologie ce qu'elle doit contenir : parmi ces branches nous comptons avant tout l'anatomie et l'embryologie. Cette singularité s'explique en grande partie par l'isolement dont nous avons déjà parlé, isolement dans lequel se développèrent l'anatomie et les autres branches de la zoologie qui, pour la plupart, dépendaient parfaitement de sciences étrangères.

La partie de la zoologie scientifique, qui aurait dû être la première l'objet de l'étude de la zoologie systématique, la morphologie, c'est-à-dire l'anatomie et l'embryologie, s'est maintenue jusqu'au commencement de notre siècle dans une indépendance complète à l'égard de la zoologie systématique alors en vigueur. Encore aujourd'hui nous trouvons des naturalistes, reconnus pour tels, et des manuels très-répandus qui posent la question suivante : L'anatomie comparée des animaux fait-elle véritablement partie ou non de la zoologie ?

A la vérité, Aristote avait déjà reconnu que l'histoire naturelle des animaux comprend aussi la connaissance de leur structure intérieure et, en conséquence, il avait lui-même disséqué beaucoup d'animaux. Et même, le grand prédécesseur d'Aristote, Démocrite d'Abdère, l'inventeur de la théorie des atomes, avait poussé si loin son zèle pour l'anatomie des animaux, que ses concitoyens l'avaient considéré comme atteint de folie et lui avaient interdit de séjourner parmi eux. Mais dans la suite, la connaissance de la structure intérieure du corps des animaux devint principalement l'objet de la médecine qui, de très-bonne heure, reconnut l'absolue nécessité d'apprendre à connaître d'une manière précise la structure intérieure du corps humain. Or, les préjugés et la superstition créèrent, pendant toute l'antiquité et tout le moyen âge, les plus grands obstacles à la dissection des cadavres humains, et il fallut recourir à l'anatomie des mammifères les plus rapprochés de l'homme, et tirer de leur structure intérieure des conséquences relatives aux proportions correspondantes chez l'homme. Le médecin romain, Claudius Galenus, qui vivait au I^{er} siècle après Jésus-Christ, et dont les écrits sur l'anatomie humaine et sur la pathologie jouirent d'une autorité illimitée jusqu'au XV^e siècle, Galenus puisait principalement ses connaissances de la structure humaine dans la dissection des singes. Même encore au XIV^e et au XV^e siècle, on n'osait faire de l'anatomie humaine que

dans des coins retirés, dans des cachettes, surtout depuis que le pape Boniface VIII avait lancé la grande excommunication contre tous ceux qui oseraient disséquer des cadavres humains. C'est ainsi que les médecins avides de s'instruire en étaient réduits à l'anatomie des chiens, des chevaux et d'autres animaux domestiques d'un abord facile.

De cette manière on parvint pourtant à réunir un certain nombre de connaissances sur la structure intérieure du corps des animaux d'ordre supérieur. Mais ce fut seulement au XVIII^e siècle que l'on recommença à étudier d'une manière plus étendue et à comparer l'anatomie des animaux d'ordre inférieur. Vers la fin de ce siècle, Pallas, Poli et Camper préparèrent le terrain sur lequel Cuvier put enfin, au commencement de notre siècle, élever pour la première fois un système d'étude de l'anatomie comparée, capable de se soutenir par lui-même.

Parmi les nombreux et grands services que rendit Cuvier par les progrès qu'il fit faire à la zoologie, il faut placer au premier rang la distinction des grands groupes principaux de la nature, qu'il dénomma branches ou types du règne animal, et qu'il caractérisa par les traits fondamentaux essentiels, persistants de leur structure anatomique intérieure. Les résultats généraux les plus importants de l'anatomie comparée se trouvèrent ainsi pour la première fois utilisés au profit de la zoologie systématique; par là même le commencement d'un système naturel était fait. Or, comme Cuvier possédait en même temps des connaissances aussi amples dans le système des animaux qu'une intelligence complète des principes fondamentaux de l'anatomie comparée, la liaison intime de ces deux études dut lui paraître entièrement claire, de telle sorte qu'il put désigner l'anatomie comparée comme la préface en même temps que le but de la zoologie.

Cependant cette fusion était loin d'être universellement reconnue. Bien plus, dans la suite, l'opposition des deux sciences ne fit que s'accroître: car on attribuait, d'une part, à l'anatomie l'étude de la structure intérieure qui ne peut se faire chez les animaux supérieurs qu'à l'aide de la dissection, et, d'autre part, la description des formes extérieures à la zoologie proprement dite, c'est-à-dire, à la zoologie systématique. Mais en cela précisément il y avait une double faute. D'abord, la simple dissection anatomique des animaux et la description de leur structure intérieure sont encore loin d'être de l'anatomie comparée; elles sont plutôt de la simple zootomie: or, la zootomie procède d'une manière simplement analytique et descriptive, tandis que l'anatomie comparée, ainsi que l'indique son nom, recourt à la synthèse et à la comparaison. L'anatomie comparée revendique le nom d'une véritable science philosophique, nom auquel la zootomie n'a jamais élevé de prétention: cette dernière est un art, pas autre chose, de même que l'anatomie humaine, aussi longtemps que celle-ci ne procède pas par la comparaison et la synthèse.

En second lieu, il est également faux de ne comprendre sous le nom d'anatomie que la connaissance de la structure intérieure, et non celle de la forme extérieure des corps. Bien plus: l'anatomie est l'ensemble des connaissances qui se rapportent aux formes de l'organisme en voie de développement, soit complètes, soit qu'elles se manifestent ou non extérieurement à la surface des corps. Ainsi, lorsque Savigny signalait une forme fondamentale unique et commune à laquelle se rapportent toutes les bouches des insectes si

variées dans leur structure apparente; lorsqu'il indiquait l'unité de leur organisation, il faisait là de la pure *anatomie comparée*, bien que la bouche des insectes soit tout à fait placée à l'extérieur, et que son étude ait été constamment du domaine de la zoologie systématique; à la vérité, cette étude était jusqu'alors faite à un point de vue tout à fait opposé à celui de l'anatomie comparée, c'est-à-dire à un point de vue analytique ou zootomique.

De même que l'étude des organes, qui est la partie essentielle de l'anatomie comparée, l'étude des parties élémentaires de ces organes, c'est-à-dire l'étude des tissus (histologie ou étude des cellules), a sous l'impulsion de la médecine pris son point de départ dans l'anatomie du corps humain. A la vérité, le grand Italien Marcello Malpighi commença, il y a plus de deux siècles, à explorer, grâce à la nouvelle invention du microscope, la structure très-délicate du corps des animaux et même celle des plantes; le premier il chercha à étudier les différents tissus dont ils se composent. Mais Malpighi et Leeuwenhœck, pas plus que les savants du XVIII^e siècle, ne purent s'élever au-dessus d'une collection variée de phénomènes isolés sans relations entre eux. Même après que Xavier Bichat (en 1801) eût exposé, dans son *Anatomie générale*, la première étude coordonnée des tissus de l'homme, quarante années s'écoulèrent avant que Théodore Schwann, s'inspirant de la théorie cellulaire des plantes, développée peu auparavant par Schleiden, publiât son ouvrage destiné à faire époque: *Recherches sur la conformité de structure et de croissance des animaux et des plantes*.

Dans cet ouvrage se trouvait contenue la preuve du fait suivant: Les animaux aussi bien que les plantes sont composés d'organismes élémentaires ayant une vie propre, c'est-à-dire d'individus du premier degré ou cellules: tout organisme pourvu de nombreuses cellules peut être ramené à une cellule unique. Cette théorie des cellules eut une influence remarquable sur la zoologie, influence qui pourtant fut loin d'être aussi puissante, aussi généralement progressiste que celle exercée sur la botanique. En effet, dans cette dernière science, la théorie des cellules ne tarda pas à former la partie essentielle de l'anatomie, à ce point que les deux idées d'anatomie d'une part, et de théorie cellulaire de l'autre, finirent par être plus d'une fois considérées comme absolument identiques; mais seule l'étude des cellules du corps humain et l'étude des tissus des animaux vertébrés, qui est avec elle dans un rapport intime, prit bientôt un essor extraordinairement puissant, parce que la signification fondamentale de cette étude fut parfaitement comprise par la médecine scientifique. Le perspicace Virchow notamment parvint, dans sa *Pathologie des cellules*, à saisir et à représenter le monde interne de la vie cellulaire avec plus de profondeur que la grande masse des histologues, qui s'attachaient simplement à la forme extérieure des cellules. Par contre, l'étude des tissus des animaux sans vertèbres se laissa prodigieusement distancer, et ce fut seulement pendant les dix dernières années que l'on commença à explorer d'une manière plus étendue et à recueillir les richesses infinies cachées dans cette science. Quoi qu'il en soit, il faut encore plus explorer que même aujourd'hui la véritable intelligence de la vie cellulaire échappe entièrement à la plupart des zoologistes proprement dits: l'étude des tissus dans une bien plus grande mesure que l'étude des organes est encore considérée

par beaucoup comme une science dont la véritable zoologie n'a guère à se préoccuper.

L'*histoire du développement des animaux* s'est formée dans un éloignement de la zoologie systématique, encore plus grand que celui qui sépare cette dernière de l'anatomie comparée et de l'étude des tissus. Ce que nous venons de dire s'applique aux deux branches, aussi bien à celle qui a pour objet l'histoire du développement des animaux en tant qu'individus, c'est-à-dire à celle que l'on nomme ordinairement l'*embryologie* ou plus justement l'*ontogénie*, qu'à celle qui s'occupe des espèces d'animaux et des races. Cette dernière est l'histoire paléontologique du développement ou *phylogénie* (φύλις, race).

Pour la première, le point de départ fut encore l'histoire naturelle de l'homme et l'intérêt qu'y attache la médecine scientifique. Ceux qui s'occupent de l'anatomie de l'homme durent nécessairement prendre en considération la structure et le développement de l'embryon humain. Mais comme les premiers stades du développement de l'embryon sont aussi bien chez l'homme que chez les autres mammifères d'une étude très-difficile, on se tourna de bonne heure du côté des animaux vertébrés les plus rapprochés des mammifères, c'est-à-dire du côté des oiseaux, chez lesquels il est commode de suivre le développement de l'œuf à partir de son origine. Dès le xvii^e siècle, il est vrai, un grand nombre d'embryons de vertébrés furent décrits dans leurs périodes plus ou moins avancées de développement ; mais le premier, Gaspard-Frédéric Wolff, put exposer la véritable marche du développement des animaux, c'est-à-dire l'épigenèse, dans son livre paru en 1759 : *Theoria generationis*. Même après cet ouvrage, un demi-siècle s'écoula avant qu'on rendit unanimement justice à sa valeur.

Donc, lorsqu'au commencement de notre siècle l'embryologie prit un nouvel et puissant essor, notamment grâce à Pander et à Baer, on se préoccupait avant tout des animaux vertébrés, et en première ligne des mammifères et des oiseaux, examinés au point de vue de l'histoire de leur développement comparée à celle des hommes. A la vérité, Baer, dont les vues portaient plus loin, signalait déjà à grands traits, dans son *Histoire du développement des animaux*, histoire s'appliquant principalement aux vertébrés, les traits caractéristiques qui distinguent, dans leur ontogénie, les groupes principaux des animaux sans vertèbres. Toutefois, les études plus approfondies et plus étendues sur l'histoire du développement des diverses espèces d'animaux non vertébrés ne commencèrent à être en vigueur qu'au bout de quelques périodes décennales. Encore aujourd'hui, malgré les nombreuses et brillantes découvertes du siècle passé, nos connaissances correspondantes sur l'histoire du développement des animaux non vertébrés sont bien en arrière de celles que nous possédons sur les vertébrés. En tout cas, on a néanmoins fait assez de progrès pour qu'aujourd'hui, dans la zoologie de même que dans la botanique, les véritables représentants de ces deux sciences reconnaissent l'histoire du développement pour le principe fondamental sans lequel il serait impossible d'arriver à une véritable intelligence de l'anatomie des corps développés.

A la vérité, cette justice n'a été jusqu'à présent rendue qu'à une seule des deux branches de l'histoire du développement : savoir, à celle que nous venons justement de nommer, et qui s'applique aux animaux considérés comme *individus*. Par contre, l'autre branche, non moins importante, a été,

jusque dans ces temps les plus récents, négligée de la manière la plus étonnante. Cette seconde branche, c'est l'histoire paléontologique du développement des espèces d'animaux, c'est la phylogénie. Elle a pour mission d'étudier les modifications de forme qu'ont subi, pendant les longues périodes de l'histoire de la terre et dans le changement perpétuel de leurs espèces, les quelques grandes classes principales du règne animal, les races.

Mais en 1859 Charles Darwin exposa sa théorie, qui fit époque, la théorie de la sélection, et il donna ainsi un principe causal inébranlable à la théorie de la descendance inventée par Lamarck, cinquante ans auparavant. A dater de cette époque seulement, il est devenu possible de s'occuper sérieusement de cette branche importante et intéressante, qui jusqu'à ce moment n'avait pas même existé de nom. On comprend, d'après cela, que les matériaux de cette histoire de races, recueillis par l'empirisme, s'étaient accumulés sur un terrain bien éloigné de la science de la nature, terrain sans liaison intime avec la zoologie ; car les restes des animaux pétrifiés et enterrés dans le sein de la terre, « médailles commémoratives de la création » qui nous racontent l'histoire de races d'animaux morts depuis des milliers d'années, ces restes ont été d'abord, et principalement, étudiés au point de vue de leur utilité pour l'histoire du développement du globe terrestre. Ce furent les géologues qui, les premiers, accordèrent quelque attention aux fossiles ; et voilà pourquoi la paléontologie s'est tout entière développée au service de la géologie.

La principale valeur des os pétrifiés, pour le géologue, consiste en ceci : ils lui indiquent l'âge relatif des couches de terre superposées les unes aux autres, et sorties de l'eau. D'un autre côté, le zoologiste reconnaît dans les fossiles les restes d'ancêtres et de parents disparus des espèces d'animaux actuellement existants, et il doit chercher, avec la suite historique de ces restes, conforme aux lois, à construire une véritable histoire de la souche des animaux, l'histoire des transformations continues des formes représentant les espèces. Voilà pourquoi, par exemple, les divers restes de mammifères qui ont le plus haut intérêt pour le zoologiste, n'en ont qu'un très-restreint pour le géologue. D'autre part, les fossiles des nombreuses espèces de limaces et de coquillages qui possèdent la plus haute signification pour la géologie, en ce qu'ils peuvent aider à déterminer et à expliquer la formation des montagnes, ces fossiles-là n'ont qu'une valeur tout à fait inférieure en ce qui concerne l'histoire de la souche des animaux.

Dans l'étude de la zoologie, telle qu'elle s'est faite jusqu'à nos jours, aucune faute n'a engendré autant de méprises que celle qui résulte de la séparation antinaturelle des deux branches de l'histoire du développement. Il était impossible de comprendre l'essence propre de l'histoire du développement organique, tant qu'il n'y avait aucun rapport entre l'*ontogénie* et la *phylogénie*, entre l'histoire du développement des individus et celle du développement des espèces. Car de fait, ces deux moitiés de l'histoire du développement ont entre elles un rapport causal aussi intime que possible. La série de formes parcourue par l'individu organique dans son court et rapide développement, à partir de l'œuf, nous rappelle, en grands traits généraux, la série de formes parcourue par les ancêtres de l'individu, depuis le commencement de la création organique dans la marche longue et lente de l'histoire de leur souche ou du changement de leurs espèces.

En autres termes, l'histoire des individus, l'ontogénie est une courte et rapide répétition de l'histoire de la souche, de la phylogénie, répétition réglée par les lois de l'hérédité et de l'adaptation.

La reconnaissance certaine de ce rapport, d'une importance essentielle, a la plus grande signification non-seulement pour la valeur de l'histoire du développement, mais encore pour la valeur de la zoologie entière. Mais par cette circonstance, que cette vérité n'est devenue évidente que très-récemment, on peut conclure combien notre science est encore en retard. Le système naturel généalogique, qui envisagera comme son principe le système des espèces d'animaux et de végétaux, ce système-là ne pourra, comme nous l'avons déjà vu, se développer librement, que grâce à cette route nouvellement reconnue.

Les branches de la zoologie dont nous avons jusqu'à présent parlé, c'est-à-dire l'anatomie et la zoologie systématique, l'histoire du développement des individus et l'histoire du développement des races, appartiennent, dans leur ensemble, à ce terrain étendu de notre science compris sous le nom d'études des formes ou de morphologie des animaux. En face de cette étude, voici une autre moitié de la zoologie, la physiologie, l'étude des manifestations de la vie chez les animaux. De même que la morphologie se sépare en deux branches principales, l'anatomie et l'histoire du développement, de même la physiologie se divise en deux branches principales. Il y a la physiologie intérieure et la physiologie extérieure, la physiologie de conservation et la physiologie de relations. La première étudie les fonctions de l'organisme en lui-même, la seconde, les rapports de l'organisme vivant avec le monde extérieur. Ces deux études, elles aussi, ont pris leur point de départ dans des terrains des sciences naturelles entièrement différents et très-éloignés l'un de l'autre.

En ce qui concerne tout d'abord la physiologie extérieure ou physiologie de relations, c'est-à-dire l'étude des rapports de l'organisme animal avec le monde extérieur, celle-ci se divise elle-même en deux parties, l'écologie (1) et la chorologie des animaux. Sous le nom d'écologie, nous comprenons l'étude de l'économie, de la vie de ménage pour ainsi dire des animaux. Cette étude a à s'occuper de l'ensemble des rapports de l'animal avec les objets tant inorganiques qu'organiques de son entourage ; avant tout, elle recherche les relations amicales ou hostiles de l'animal vis-à-vis des animaux ou des végétaux avec lesquels il entre en contact direct ou indirect : ou plutôt, en un mot, cette étude comprend les rapports compliqués d'échange, que Darwin désigne comme les conditions de la lutte pour l'existence. Cette écologie (que l'on désigne souvent aussi et d'ailleurs improprement du nom de biologie dans le sens le plus étroit de cette science), formait jusqu'à présent la partie principale de la soi-disant « histoire naturelle » dans le sens ordinaire où l'on prend ce mot. Elle s'est développée, comme l'indiquent des nombreuses histoires naturelles populaires des temps anciens et modernes, dans le rapport le plus étroit avec la zoologie systématique ordinaire. Bien que cette économie des animaux fût pour la plupart du temps traitée d'une manière fort peu critique, elle rendit néanmoins le service d'aviver dans des cercles très-étendus l'intérêt qu'inspirait la zoologie.

Jusque dans ces derniers temps, on s'occupait beaucoup moins de l'autre branche de la physiologie des relations, savoir de la chorologie, c'est-à-dire de l'étude de la propagation géographique et topographique, des frontières horizontales et verticales qui bornent certaines espèces d'animaux, enfin de la géographie des animaux, dans le sens le plus étendu de cette expression. Jusqu'à présent cette dernière étude ne s'appliquait qu'à un chaos sauvage de phénomènes accumulés ensemble et incompris, chaos auquel un Alexandre de Humboldt et un Carl Ritter eux-mêmes pouvaient à peine, çà et là, emprunter un sujet d'intérêt vraiment profond. C'est seulement depuis la réforme de la théorie de la descendance par Darwin, qu'il est devenu possible de connaître dans ses causes mécaniques la propagation géographique et topographique des espèces d'animaux et de végétaux, et de l'expliquer dans son existence propre, envisagée comme un processus vital de la nature, processus qui est essentiellement le résultat des émigrations des variétés et de leur transformation dans la lutte pour l'existence. Bien qu'on comprenne d'après cela qu'elle en soit encore à ses débuts, la chorologie, de même que l'écologie des animaux, nous permet dès maintenant d'entrevoir dans le lointain une foule de résultats des plus intéressants.

Comme autre branche de la physiologie, nous avons déjà opposé à la physiologie extérieure ou de relations la physiologie intérieure ou physiologie de conservation, qui étudie l'activité de la vie de l'organisme considéré en lui-même, les fonctions de ses organes, et avant tout les manifestations de la vie les plus importantes et les plus générales, les fonctions de la conservation, de la croissance, de la nutrition et de la reproduction. Cette seconde partie de la physiologie a, dans un isolement complet de la première, pris son point de départ (de même que l'anatomie) dans la médecine. Aussitôt que la médecine scientifique eut reconnu que pour se rendre un compte exact du corps humain à l'état malade, il n'est pas seulement nécessaire de connaître l'organisation du corps, mais qu'il faut encore comme condition préalable et indispensable connaître l'ensemble des manifestations de la vie dans le corps à l'état sain ; aussitôt que cette vérité eut été admise par la médecine, cette dernière dut fonder sa pathologie sur l'hypothèse de la physiologie de l'homme. Mais comme pour de nombreuses recherches physiologiques, notamment pour les observations et les expériences relatives à la vivisection, l'organisme humain ne peut servir, les physiologistes de l'homme se tournèrent de bonne heure déjà du côté des animaux vertébrés les plus rapprochés de l'homme. Parmi ces derniers, le fidèle chien et la malheureuse grenouille eurent tout particulièrement la triste mission de livrer la masse de matériaux nécessaires à la physiologie expérimentale. A la vérité, cette recherche de certaines manifestations de la vie chez des vertébrés isolés, recherche résultant des besoins de la pratique, était loin de conduire à une véritable physiologie comparée. Cette science n'existe encore aujourd'hui que par rapport à sa conception et à son objet. La faute en est peut-être tout autant à la persistance avec laquelle les physiologistes occupés d'étudier l'homme chez les vertébrés ont voulu envisager un côté seulement de la question, qu'à l'indifférence des zoologistes systématiques. Quoi qu'il en soit, on a déjà fait assez de progrès dans cette voie pour que le spectre métaphysique de la soi-disant « force vitale » ait été entièrement et pour jamais chassé non-seulement du terrain

(1) Néologisme allemand,

de la physiologie de l'homme, mais encore du terrain de toute physiologie s'appliquant aux animaux. Aujourd'hui, dans une recherche et une explication vraiment scientifiques des manifestations de la vie, il ne peut plus être question de ce produit mystique d'une confusion dualiste, qui a fait tant de mal, qu'on l'ait considéré, soit comme un principe vital actif, soit comme une cause finale agissant conformément au but, soit enfin comme une force créatrice organique. Nous savons maintenant que toutes les manifestations de la vie chez les animaux de même que chez l'homme se produisent nécessairement, inévitablement, d'après les grandes lois naturelles du mouvement; qu'elles ne sont pas engendrées par certaines fins (*causæ finales*), mais bien par des causes mécaniques (*causæ efficientes*); enfin, qu'elles reposent sur des opérations physico-chimiques, sur les manifestations du mouvement infiniment délicates et compliquées des plus petites molécules qui composent le corps. Mais ici dans la physiologie de même que dans la morphologie, la lumière complète sur la relation de tous les phénomènes naturels et mécaniques sera faite pour la première fois par la théorie de la descendance de Lamarck et de Darwin. Cette théorie nous montrera comment, semblables aux formes des cellules et des organes, les mouvements de la vie propres à ces formes, leurs fonctions spécifiques, se sont développés successivement et progressivement dans la voie longue et lente des progrès continus et de la division du travail.

Sur aucun terrain de la zoologie la découverte de Darwin ne causera de plus grands bouleversements que sur le domaine de la psychologie animale, à laquelle il nous faut encore, en dernier lieu, accorder une attention particulière. Car la théorie de l'âme des animaux s'est précisément développée dans le plus grand isolement, et elle est par là même restée bien plus en arrière que toutes les autres branches de la zoologie. Bien plus: la psychologie de l'homme, qui est bien le premier point de départ de toute psychologie comparée des animaux, s'est développée jusqu'à présent presque entièrement au service d'une philosophie spéculative, qui professait d'avance le plus grand mépris pour les fondements indispensables qu'il fallait emprunter à la physiologie empirique.

Que dirions-nous aujourd'hui d'un botaniste qui voudrait séparer la vie de l'âme des végétaux des autres manifestations de la vie qui se produisent chez eux et qui voudrait assigner l'étude de ces dernières à la physiologie empirique, tandis que la vie de l'âme serait réservée à la philosophie spéculative? Et pourtant les manifestations de l'âme chez certaines plantes (telles que le mimosa pudique, l'attrape-mouches sensitive et même notre épine-vinette indigène), ces manifestations atteignent un degré de perfection bien supérieur à celui de bien des animaux inférieurs, comme par exemple les éponges, un grand nombre de coraux, et les ascidies! Néanmoins, ces derniers, les ascidies, sont parmi les animaux non vertébrés ceux qui possèdent la parenté la plus proche avec les animaux vertébrés; et chez eux, nous trouvons une continuité si ininterrompue du développement graduel de la vie de l'âme, que nous pouvons dresser une liste correspondante des progrès de certains amphibiens dont le développement spirituel se laisse de beaucoup distancer par celui de ces animaux non vertébrés d'un ordre supérieur, en nous élevant ainsi jusqu'à certains mammifères qui sont peut-être supérieurs aux degrés les plus bas de l'homme,

Dès que sur ce terrain déjà obscur et encore obscurci par des spéculations mystiques, on a recours aux méthodes d'investigation qui partout dans la biologie nous conduisent au but, c'est-à-dire aux deux méthodes de la comparaison et de l'histoire du développement, il faut nécessairement arriver à ce résultat: c'est que la vie de l'âme chez l'homme, de même que les autres fonctions de la vie, s'est développée lentement dans le cours de l'histoire, dans la lutte pour l'existence, et en suivant pas à pas le perfectionnement continu du système nerveux. La recherche de ce fait ne peut donc être attribuée à aucune autre science qu'à la physiologie comparée, c'est-à-dire à une branche de la zoologie.

Voici donc maintenant essentiellement le point où la zoologie entre avec la philosophie spéculative dans le contact le plus intime. Mais nous, nous aurons à veiller à ce que ce contact ne mène pas à une séparation hostile mais plutôt à un rapprochement utile. Car dans notre conviction, la zoologie ne peut pas davantage qu'aucune autre science naturelle quelconque se passer du concours de la spéculation philosophique. Elle peut tout aussi peu arriver sans cette dernière à des succès durables, que la philosophie spéculative elle-même sans la base empirique de la science naturelle. Les buts et les problèmes les plus élevés de toute science naturelle à l'état normal sont des connaissances générales d'une nature philosophique. Les fondations les plus profondes et les points d'appui de toute philosophie normale sont les lois physiologiques dont l'origine est due à l'expérience. Ce n'est qu'en se pénétrant l'une l'autre de la manière la plus intime, en se donnant mutuellement une impulsion que la science de la nature due à l'expérience et la philosophie spéculative pourront atteindre leur but commun: la connaissance de la nature vraie.

Les explorateurs de la nature, qui, fiers de leur empirisme absolu, prétendent pouvoir faire progresser la science de la nature sans le secours des opérations de la philosophie, ont à se reprocher l'effroyable confusion des idées et des jugements et l'étonnante insulte à la logique naturelle que l'on rencontre partout dans la littérature zoologique et botanique, et qui causent chez tout philosophe un haussement d'épaules plein de pitié. D'autre part, les philosophes qui s'imaginent parvenir à la connaissance des lois générales par de pures spéculations sans une base empirique et scientifique, ceux-là bâtissent des châteaux en l'air que le premier empirique venu peut renverser à l'aide d'expériences perceptibles aux sens.

Combien est nécessaire pour le véritable progrès de la science, et principalement de la zoologie, cette action intime et réciproque de l'empirisme et de la philosophie synthétique; c'est ce que rien ne montre mieux que la grosse question qui de nos jours agite tous ceux qui pensent dans toutes les parties du monde. Je veux dire la question du rang de l'homme dans la nature. En considérant cette question comme décidée dès à présent dans le sens de la théorie de la descendance, et en admettant d'après cela un développement par degrés de la race humaine à travers une série d'animaux vertébrés d'ordre inférieur, nous nous appuyons sur le jugement confirmatif des plus grands naturalistes de notre époque. Nous ne voulons citer parmi eux que les illustres Anglais: Darwin, Lyell, Huxley, Hooker, Spencer, Lewes, afin de nous taire entièrement sur les naturalistes allemands qui nous touchent de plus près.

En face des hommes intelligents et éclairés qui sont encore

d'un avis opposé et se rangent parmi les nombreux adversaires de la doctrine nouvelle, nous ne pouvons nous empêcher de faire expressément remarquer ici que dans tous les cas cette « question de toutes les questions » est dans le sens le plus propre de ce mot une question purement zoologique. Le champ de bataille sur lequel elle recevra une solution définitive est le terrain seul et unique de la zoologie scientifique, c'est-à-dire, de la science des animaux réunissant l'empirisme et la philosophie. Car seul le zoologiste possède sûrement la connaissance fondamentale de la morphologie et de la physiologie et sait utiliser ces connaissances dans un sens étendu et éclairé : il est donc seul à même d'apprécier à leur juste et immense valeur les raisons qui prouvent d'une manière irréfutable que la théorie de la descendance trouve également son application chez l'homme. Par conséquent, lorsque les philosophes spéculatifs prétendent traiter cette question sans les connaissances indispensables dans l'anatomie comparée, dans l'histoire du développement et dans la physiologie, la part qu'ils apportent pour la solution de la question reste tout aussi dépourvue de valeur que les produits mis en avant par ces grossiers empiriques incapables, par suite de leur manque d'intelligence philosophique, de s'élever jusqu'à la combinaison et à l'utilisation spéculative des séries de phénomènes. Or, bien que la plupart des innombrables traités qui prétendent aujourd'hui déterminer le rang de l'homme dans la nature, appartiennent à l'une ou à l'autre de ces deux dernières catégories, cependant d'un autre côté la détermination définitive de la question est tellement proche, grâce aux efforts de la véritable zoologie empirico-philosophique, qu'avant peu la prophétie de Lyell pourra se réaliser : « Il en arrivera aujourd'hui ce qui arrive toujours quand une vérité scientifique nouvelle et surprenante est découverte : les hommes commencent par dire « Ce n'est pas vrai ! » Ils disent aussi : « Cela est contraire à la religion », et en dernier lieu : « Il y a longtemps qu'on savait cela. »

En terminant maintenant mon exposition de l'objet et de l'importance de la zoologie scientifique par cette allusion au plus haut problème de cette science, j'espère par là même avoir donné une indication approximative de la faculté prodigieuse de développement de notre jeune science ainsi que de l'avenir important à laquelle elle est appelée. L'étude des animaux n'existe à l'état de science indépendante que depuis à peine un siècle et demi : encore a-t-elle passé la plus grande partie de ce temps dans un état d'enfance qui lui enlevait toute matière à prétention : elle était alors inconsciente des forces qui existaient chez elle et sans pressentiment du but élevé vers lequel elle devait tendre. Malgré tout cela elle s'est, depuis le commencement de notre siècle, préparée à un degré supérieur de développement, en commençant à rassembler autour d'elle ses différents éléments intégrants qui s'étaient développés à l'état isolé et sans lien entre eux au service de sciences étrangères. Mais depuis dix ans Charles Darwin a attaché le lien unique qui réunit en un puissant ensemble toutes ces branches profondément séparées : il a ainsi insufflé une vie nouvelle et vigoureuse au jeune corps gigantesque de la zoologie renaissante ; et à partir de ce moment l'horizon et le but de notre science sont agrandis à l'infini. Elle attire de tous les côtés des travailleurs pleins d'ardeur ayant soif d'apprendre, et promet partout la plus riche moisson. Et même si nous voulions estimer au plus bas toutes les autres acquisitions de la zoologie, sa seule alliance

indissoluble avec l'anthropologie empirico-philosophique suffirait à lui donner la plus haute importance. Pour cette seule raison la philosophie de l'avenir ne pourra plus du tout se passer de la science comparée des animaux : et de cette manière la zoologie, telle qu'un petit grain humble et méprisé, n'en sera pas moins la source du développement d'un arbre scientifique qui dans l'avenir couvrira de son ombre toutes les autres sciences, qui elles-mêmes seront obligées de se nourrir plus ou moins des racines de l'arbre. E. HÆCKEL.

FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

GÉOLOGIE

COURS DE M. A. F. MARION

Géologie et Paléontologie de la Provence

Je me propose d'étudier avec vous les faunes et les flores anciennes de la Provence. Permettez-moi de vous rappeler que les naturalistes comprennent sous le nom de faune l'ensemble des animaux vivant librement au sein d'une contrée, en dehors de l'action de l'homme, tandis que les végétaux croissant naturellement constituent la flore de cette même contrée. Le plus grand mérite des savants contemporains a été, sans contredit, de démontrer d'une manière certaine que les êtres distribués de nos jours à la surface de la terre ne sont point isolés et indépendants ; qu'ils ont été précédés par de nombreuses associations d'animaux et de végétaux dont ils doivent être considérés comme une suite normale. La paléontologie est venue dévoiler ainsi des horizons inattendus : en effet, de même que dans l'histoire des sociétés modernes, l'étude d'un peuple est incomplète si elle ne réunit en un seul corps les annales de ce peuple dans le présent et dans le passé, l'histoire plus générale des êtres, la *biologie*, ne deviendra l'expression synthétique des connaissances humaines qu'après avoir déterminé les principales phases de la vie, à la fois dans le temps et dans l'espace, subordonnant ainsi les recherches expérimentales aux grandes théories philosophiques. Les diverses branches des sciences naturelles doivent également concourir à ce résultat et retirer de cette union des forces nouvelles. La physiologie, malgré ses précieuses applications, demeure par son champ d'étude nécessairement borné, une science analytique que l'on distinguerait à tort de la zoologie générale, aux progrès de laquelle son avenir est lié ; et les découvertes de la zoologie elle-même resteraient incomplètes, si elles ne se rattachaient à celles de l'étude des animaux anciens.

Vous le savez, messieurs, la paléontologie, cette science récente, est riche déjà de résultats importants. Nous pouvons distinguer dans l'histoire de la vie trois grandes périodes durant lesquelles les êtres se sont bien souvent renouvelés, abandonnant quelquefois une région pour y reparaitre plus tard sous des formes nouvelles. Les géologues donnent le nom d'*étages*, aux couches de l'écorce terrestre qui nous représentent pour ainsi dire, par les fossiles qu'elles contiennent, les étapes successives de l'animalité. La liste de ces terrains renfermant des faunes et des flores plus ou moins