

centre, un canal à paroi fibreuse, et, tout autour, une couronne de fibres striées.

Sur la moitié gauche du cou, il n'y avait aucune trace de fistule ; mais la dissection permit aussi de constater l'existence d'un muscle pharyngo-cutané, entièrement symétrique à celui du côté droit, et qui, comme lui, s'attachait en bas, près de l'articulation sterno-claviculaire, à la face profonde de la peau, pour remonter, en haut et profondément, jusqu'au pharynx, et venir perdre ses fibres au milieu de celles du constricteur supérieur. — Mais il n'existe pas, de ce côté, ni glandule ni canal excréteur ouvert à la peau.

La symétrie de ces deux faisceaux musculaires, leur situation, leur attache cutanée inférieure, semblent bien indiquer qu'il s'agit là d'un reste du quatrième arc branchial. Il en était de même, sans doute, de la glandule salivaire aberrante. — C'est un fait de plus à joindre à l'histoire de l'appareil branchial et des formations qui en dérivent ; on a décrit, à titre de dérivés de ces arcs, des plaques et des tractus creux et cartilagineux ; mais on n'avait pas signalé encore d'organe aussi complexe qu'un double muscle, symétrique, à insertions bien définies, et une glande de structure très nette et pourvue d'un long canal excréteur. Nul doute que, pendant la vie, ce canal ne versât à l'extérieur un liquide au moins très analogue à la salive, et c'est là une nouvelle variété de fistules du cou, d'origine branchiale.

COMMUNICATIONS.

**Sur la phylogénie.
À propos d'un lézard bipède ;**

PAR M^{me} CLÉMENCE ROYER.

I

Le lézard bipède dont je veux vous entretenir n'est point un bipède anatomique, n'ayant que deux membres, ce qui n'aurait rien de nouveau, puisque toute une division des

lacertiens sont normalement des bipèdes. Il s'agit d'un bipède physiologique qui, ayant quatre membres, marche ou du moins peut marcher sur ses membres postérieurs, en redressant toute la moitié antérieure de son corps.

J'ai trouvé la mention de ce fait dans le *Rapport annuel de l'Institution smithsonienne pour 1885*. Il m'a semblé intéressant de le signaler à la Société, parce qu'il peut éclairer certaines questions, encore obscures, de l'évolution zoologique. Les faits observés n'ont de réelle valeur scientifique que lorsqu'ils permettent d'atteindre, de déduction en déduction, les faits inobservables, pour en induire la loi qui régit leur enchaînement.

Le *Chlamido saurus* d'Australie est un lézard de la famille des agamides, qui est pourvu, comme plusieurs genres voisins, d'une membrane érectile en forme de capuchon autour de la tête et se terminant en jabot. Une fois déjà, il avait été observé marchant sur ses pieds de derrière, dans une attitude de bipède. Le fait a été observé une seconde fois par M. de Vis, qui en vit un marcher ainsi, le corps redressé selon un angle de 60 degrés, les deux membres antérieurs pendus, dans une attitude affectée, indiquant la contrainte et l'effort.

La bestiole trottina de cette façon l'espace d'une dizaine d'yards, gonflant son capuchon et tournant la tête à droite et à gauche, comme cherchant à voir ou à entendre quelque chose ; ce qui fit supposer à M. de Vis que cette membrane pouvait agir comme conque auditive. Puis l'animal reprit son mode de locomotion normale. Un peu plus loin, se redressant de nouveau, il recommença son manège, et enfin, sur ses quatre pieds, se dirigea directement vers un arbre élevé, sur le tronc duquel il monta et resta immobile, « plus longtemps, dit M. de Vis, que je n'avais loisir de continuer à l'observer ».

Il le capture pour le disséquer, s'attendant à trouver dans sa constitution anatomique des adaptations spéciales à ces fonctions. Il fut déçu dans son attente. Il ne trouva aucune

différence bien sensible, ni dans la constitution du capuchon, ni dans la disposition des muscles locomoteurs, et dut en conclure que c'était grâce à l'adaptation imparfaite de chaque muscle, qu'ils pouvaient concourir à une action commune, sans avoir subi de modification particulière.

M. de Vis ne fait pas mention qu'en marchant ainsi sur deux pieds, l'animal prit un point d'appui sur sa queue pour redresser la partie antérieure de son corps ; mais il ressort de la constitution et surtout de la construction de ses membres postérieurs courts et écartés, qu'il n'ait pu en être autrement, sa queue devant évidemment s'appuyer sur le sol par le fait de la courbure anormale de la région lombaire de la colonne vertébrale.

La faculté de progression bipède de ce petit reptile peut-elle avoir été acquise par sélection naturelle ?

Chacun a pu voir nos lézards gris chercher refuge, quand ils sont effrayés, soit sur un mur, soit sur un tronc d'arbre. Pour passer d'un plan horizontal sur un plan vertical, il faut, de toute nécessité, qu'ils courbent en quelque endroit leur axe vertébral. Suivant leur mode normal de progression, ils peuvent s'avancer sur le premier de ces plans, jusqu'à ce que leurs membres antérieurs arrivent au sommet de l'angle qu'il forme avec le second. Là, relevant seulement la tête sur les vertèbres du cou, très court chez eux, ils peuvent poser sur ce dernier d'abord un pied antérieur, puis l'autre, et continuer à progresser ainsi, leurs deux paires de membres marchant sur deux plans à angle droit, jusqu'à ce que leurs membres antérieurs, quittant à leur tour le plan horizontal, s'élèvent sur le plan vertical.

Durant tout ce processus, le centre de courbure de leur axe vertébral aura dû passer successivement du cou aux lombes, puis ensuite aux vertèbres caudales.

Il serait donc avantageux à ces petits animaux, poursuivis ou menacés par un ennemi, d'abréger leur route, et, au lieu de parcourir les deux côtés d'un angle droit, d'en suivre l'hypoténuse. Il y aurait pour eux économie de temps et de

force motrice, si, lorsque leurs membres antérieurs sont parvenus au sommet de cet angle, rapprochant d'un ou de plusieurs pas leurs membres postérieurs, et courbant leur dos en arc, ils pouvaient redresser la moitié antérieure de leurs corps, par la détente même de cet arc, et, lancer leur première paire de pieds à une certaine hauteur, et même à la plus grande hauteur possible, sur le plan vertical qu'ils veulent gravir. Il ne leur faudrait pour cela que la même énergie musculaire dépensée par le serpent, qui recourbe son long cou en arc pour projeter ensuite sa tête en avant, et qui peut ainsi redresser verticalement toute la partie antérieure de son corps, jusqu'aux viscères principaux.

De même, un lézard qui s'est accoutumé d'abord à redresser, par un effort instantané, la moitié antérieure de son corps pour grimper sur des plans verticaux, soit pour y chercher refuge, soit pour y surprendre les insectes dont il se nourrit, pour garder cette attitude n'a besoin ni d'un muscle de plus, ni même de muscles plus gros ou plus longs, mais seulement d'une somme plus grande d'énergie nerveuse, lui permettant de soutenir plus longtemps leur effort. Il peut ainsi arriver à prendre et à garder, plus ou moins longtemps, l'attitude et la locomotion bipèdes, constatées par M. de Vis chez le *Chlamido saurus* d'Australie.

S'il y a eu avantage pour lui ou pour ses ancêtres à grimper le plus vite possible, le plus haut possible, sur un rocher ou un tronc d'arbre, pour saisir une proie ou échapper à des ennemis, il peut également lui être avantageux de se redresser au milieu des herbes ou des aspérités du sol, qui limitent sa vue, tant qu'il marche sur ses quatre pieds, très courts, comme dans toute la classe des reptiles, pour découvrir de plus loin, soit quelque proie, soit ses ennemis, soit un refuge contre ceux-ci. En effet, c'est pour se diriger plus sûrement vers ce refuge, sans doute accoutumé, sur un arbre isolé, que M. de Vis a vu le *Chlamido saurus* se redresser et progresser, à plusieurs reprises, sur ses deux pieds postérieurs.

II

Ce petit fait peut nous donner des indications précieuses sur les conditions possibles d'évolution d'un des animaux les plus étranges et les plus intéressants dont les strates géologiques nous aient livré les débris. Je veux parler de l'iguanodon.

Un squelette très incomplet de ce genre, découvert dans un terrain lacustre de l'étage wealdien, en Angleterre, a été classé, par M. Mantell et par tous les paléontologistes, parmi les reptiles lacertiens, assez voisins de l'agamide bipède dont je viens de vous entretenir. Plus récemment, en Belgique, des terrains de la même époque ont fourni des squelettes entiers, conservés dans toutes leurs connexions, de nombreux individus de la même espèce, mais dont la taille varie de quelques mètres, jusqu'à 8 ou 10, je crois, de la tête à l'extrémité de la queue.

Ces animaux, herbivores, habitaient les bords d'un lac. Ils ont dû périr dans ses inondations périodiques, et ont laissé leurs squelettes enfouis dans la boue argileuse amassée par ses crues.

Comme il est impossible d'admettre que huit ou dix espèces de tailles aussi différentes aient vécu simultanément dans un même lieu, sous les mêmes conditions, il faut en conclure que tous ces squelettes représentent des individus d'âges différents, d'une seule espèce, dont la période de croissance était très longue et qui devaient jouir, sans doute, d'une grande longévité.

L'iguanodon était, en tout cas, un animal à locomotion exclusivement terrestre. Ses pieds n'étaient point palmés. Ses membres postérieurs étaient très forts, très développés ; ses membres antérieurs, très faibles et très courts. Son attitude normale, au repos, était celle d'un kangourou géant. Comme lui, il progressait en prenant appui sur sa longue et puissante queue, et peut-être, comme lui, sautait plus qu'il ne marchait.

Cet animal, qui a vécu à l'époque crétacée (étage néocomien, d'Orbigny), ne remplissait pas, comme on l'a dit, dans la faune du temps, le rôle des hippopotames et des éléphants dans l'époque actuelle, mais celui de nos girafes. Il devait vivre surtout du feuillage des fougères arborescentes (sphénoptères et ptécoptères), des grandes équisétacées, des cycadées et des conifères de cet âge, et, sans doute aussi, des lianes parasites qui vivaient dans les magnifiques forêts, véritablement vierges de tous pas humains, de l'âge secondaire.

Ses deux membres antérieurs étaient adaptés surtout pour embrasser les troncs des arbres et pour en saisir les branches.

Mais, comme ceux des kangourous, ils étaient presque improches à la marche et devaient rarement toucher terre. Car, lorsqu'il les appuyait sur le sol, la hauteur de son garrot devenait bien inférieure à celle de sa croupe, et il devait avoir besoin d'un effort considérable pour se relever. Dans la station horizontale, sa longue et pesante colonne vertébrale devait décrire une double courbure, et son sternum devait presque toucher terre comme ceux des lézards, tandis que sa croupe, au contraire, s'élevait à une grande hauteur.

Un tel animal, dont la locomotion exigeait une si grande dépense d'énergie motrice, pouvait-il être, comme les reptiles parmi lesquels on le classe, d'après les caractères de son squelette, un animal à sang froid ?

Si, chez tous les reptiles actuellement vivants, la circulation est incomplète, nous n'avons nullement le droit d'en inférer qu'il en a toujours été ainsi. Chez les crocodiles, le cœur est à quatre loges ; et, si leur circulation reste incomplète, cela tient à un détail de structure de leur appareil circulatoire, à une anastomose localisée de leurs vaisseaux sanguins, sans laquelle leur circulation, identique à celle des mammifères, en ferait, par cela même, des animaux à sang chaud, sans que pour cela leurs autres caractères erpéto-morphes fussent en rien altérés. On peut donc admettre que, chez l'iguanodon, la circulation a pu être complète, pour

rendre possible la dépense d'énergie motrice nécessaire pour mouvoir une aussi puissante masse. Car il faut tenir compte de ce fait que, chez tout animal, le poids à mouvoir augmente comme les cubes de ses dimensions linéaires, tandis que la force de résistance de ses os, de ses tendons, ainsi que le bras de levier de ses muscles, n'augmentent qu'en raison simple. De plus, l'iguanodon devait pouvoir éléver, soutenir et relever toute la moitié antérieure de son corps, à des hauteurs proportionnelles à sa longueur. Aucun animal à sang froid ne serait aujourd'hui capable d'une telle dépense d'énergie mécanique.

D'une façon plus générale, nous devons en conclure que certains grands animaux de l'époque secondaire, classés comme des reptiles, mais à locomotion terrestre, ont pu avoir une circulation plus ou moins complète. Surtout ceux qui sont considérés comme herbivores ont dû être déjà des animaux à sang chaud, la digestion des aliments végétaux exigeant une plus grande dépense de chaleur et, réciproquement, leur assimilation en produisant davantage.

Nous sommes donc conduits à considérer comme ayant été déjà des animaux à sang chaud, les grands herbivores classés jusqu'ici parmi les reptiles, tels que le dinosaure et ses congénères : le pélorosaure, dont la longueur allait de 12 à 20 mètres, et le mégalosaure, de 7 à 10 mètres.

Le mosasaure, dont la taille atteignait 20 mètres, mais qui paraît avoir eu les pieds palmés, pourrait, comme presque tous les animaux pélagiques, être resté un animal à sang froid, c'est-à-dire un vrai reptile, la dépense d'énergie motrice pour mouvoir la masse de son corps dans l'eau étant bien moindre que sur le sol. Mais aussitôt que de tels animaux sont devenus riverains, avec des habitudes amphibiennes, ils ont dû, ou décroître rapidement de taille, ou disparaître devant des espèces à sang chaud, ou modifier leur mode de circulation.

III

Si, très généralement, une circulation complète, élevant la température du sang, est une des conditions de vie nécessaires des animaux à rapide locomotion terrestre, on peut se demander si c'est après s'être adaptés à ce mode de locomotion que leur circulation est devenue complète, ou si, au contraire, ils n'ont pu s'adapter à la locomotion terrestre que postérieurement à la modification de leur appareil circulatoire.

N'est-il pas infiniment plus probable que les animaux jouissant déjà d'une circulation très active ont seuls pu devenir des animaux terrestres, grands moteurs ? Car, si une circulation active est pour ceux-ci une condition d'existence, cette même activité de la circulation n'aurait pu leur être nuisible dans leurs conditions antérieures de vie amphibia ou même exclusivement pélagique.

Il ne répugne en aucune façon qu'un poisson, respirant par des branchies, puisse avoir une circulation double. Si les contractions d'un cœur à quatre loges étaient peu énergiques et peu fréquentes, elles ne donneraient pas plus de chaleur au sang qu'un cœur à deux loges, avec une circulation simple, mais complète, comme celle des poissons actuels.

N'y a-t-il pas des raisons de croire que chez les souches, encore ichtyomorphes, de certains mammifères, sinon de tous, il y a eu deux cœurs ? Cette dualité primitive a été constatée par notre collègue, M. Dareste, chez l'embryon du poulet, et chez celui du lapin, par M. Hensen. Chacun de ces cœurs pairs aurait eu d'abord trois cavités séparées par deux étranglements¹. C'est de la fusion de ces deux cœurs latéraux sur la ligne médiane que, chez le lapin, d'après Hensen, résulterait le cœur définitif à quatre loges.

Il y aurait, je crois, imprudence à conclure du développe-

¹ Tarnier et Chantreuil, *Traité des accouchements*, p. 838, 1882.

ment embryonnaire du lapin à celui d'un autre groupe de mammifères, dont l'évolution phylogénique a pu être toute différente. Mais, comme chez tous les mammifères les quatre loges cardiaques sont déjà constituées à une période embryonnaire très primitive ; que, chez l'homme, cette division est déjà très apparente, sinon complète, chez l'embryon de vingt-huit jours, nous sommes autorisés à en conclure que déjà, dans leur stade d'évolution ichtyomorphe, les ancêtres des mammifères, y compris ceux de l'homme, pouvaient avoir un cœur à quatre loges et une circulation double, bien que peut-être incomplète, comme chez le crocodile, ou très peu active, comme elle l'est encore, du reste, chez certains petits mammifères hibernants.

Un cloisonnement du cœur en quatre loges ne représente pas, par soi-même, un stage d'organisation plus élevé qu'une division en deux ou trois loges. Il semble, au contraire, qu'en vertu du principe de localisation des fonctions et de caractérisation successive des organes, permettant une division de plus en plus complète du travail physiologique, quatre loges cardiaques pourraient être considérées comme inférieures à deux, tant que leurs fonctions ne sont pas bien différencierées.

Il en est, en physiologie, de la circulation simple et de la circulation double, comme, en mécanique, de la machine à simple et à double effet. Watt, après avoir inventé l'une, n'a pas tardé à inventer l'autre. La première était suffisante pour certaines fonctions, telles que l'actionnement des pompes ; la seconde seule pouvait donner plus de régularité au mouvement avec une vitesse plus constante. La nature, comme Watt, peut avoir produit directement et simultanément, chez des êtres divers, des cœurs à double et à simple effet, qui d'abord purent ne pas donner un rendement d'énergie motrice très différent, bien que, par suite de leurs perfectionnements successifs, les cœurs à quatre loges aient seuls pu répondre aux besoins d'une locomotion terrestre.

Il a donc pu résulter de ce fait même que toutes les sou-

ches primitives ichtyomorphes qui avaient un cœur à quadruple loge, ayant eu seules la possibilité de s'adapter à la vie terrestre, et ayant eu avantage à le faire, seules aussi les autres souches à cœur simplement bilobé sont restées exclusivement pélagiques ; tandis que celles qui avaient un cœur trilobé se sont généralement adaptées à la vie amphibie ; sans qu'il soit impossible toutefois que, subséquemment, ces mêmes souches organiques, à cœur double ou triple, aient pu acquérir un cœur à quatre loges. Cependant, une fois un type de circulation établi, le moindre changement qui viendrait à s'y produire apporterait de tels désordres dans son fonctionnement, qu'on ne voit pas bien comment des variations un peu importantes pourraient s'y effectuer, à moins qu'elles ne se produisissent soudainement chez un seul et même embryon évoluant dès le principe selon un mode différent, à une époque où la morphologie générale de chaque souche était encore assez flottante.

Mais on peut être à peu près certain que, chez les descendants de nos poissons et chez nos reptiles actuels, jamais le cœur n'aura une ou deux loges de plus, et une circulation à la fois double et complète.

On a représenté la persistance de l'ouverture du trou de Botal, chez le fœtus, jusqu'après la naissance, comme la trace héréditaire d'une circulation incomplète, répondant à une phase erpétomorphe qu'auraient traversée les ancêtres de l'homme. En réalité, on ne peut voir dans l'existence du trou de Botal chez le fœtus qu'une de ces adaptations à la vie embryonnaire, qu'on est très souvent exposé à confondre avec les stades héréditaires de l'évolution phylogénique de l'espèce. Avant la naissance, le fœtus ne respire pas comme un reptile, puisqu'il ne respire pas du tout, et que son sang s'oxygène réellement, non dans ses poumons inactifs, mais, par endosmose, dans les vaisseaux et les villosités de l'allantoïde et du placenta, en relation de contact avec les vaisseaux maternels, et qui remplissent alors l'office de poumons ou plutôt de branchies.

S'il y a, chez l'embryon de tous les mammifères, des traces d'une phase erpéтомorphe, c'est moins dans son système de circulation que dans sa forme générale. Entre quatre et sept semaines, l'embryon humain, comme ceux du chien et de la tortue, et comme celui de la poule, du quatrième au huitième jour, ressemble à un têtard de grenouille en voie d'évolution plutôt qu'à un poisson, et présente plus d'analogie avec la texture générale et la physionomie d'un mollusque gastéropode qu'avec celle d'aucun autre animal adulte. Le développement énorme et précoce de l'œil ferait songer à ces formes indécises, dont les découvertes récentes du *Travailleur* et du *Challenger* ont constaté l'existence dans les mers profondes. Les ancêtres des mammifères ont traversé certainement une phase primitive toute pélagique ; mais, chez tous, cette forme pouvait bien n'être pas identique et devait accuser déjà certains des traits qu'ils ont conservés. Chez tous, la partie céphalique a été, dès l'abord, prédominante ; et le système nerveux a évolué chez eux plus vite que le système circulatoire. Si tous ont eu un prolongement caudal, servant de gouvernail pour la natation, cette queue a été toujours bien plus courte chez les ancêtres du poulet et surtout chez les ancêtres de l'homme, que chez ceux de la tortue et du chien ; et, tandis qu'elle s'est successivement allongée chez ces derniers, elle s'est constamment résorbée chez les premiers. D'où nous pouvons conclure que, lorsque ceux-ci devinrent des animaux terrestres, ils n'en gardèrent pas de traces à l'état adulte.

Nous en venons ainsi à conclure que la caractérisation définitive des types vertébrés actuels remonte à une époque beaucoup plus ancienne qu'on ne l'admet généralement ; qu'elle a été beaucoup plus rapide, beaucoup plus directe et beaucoup moins aberrante que ne paraît le croire Haeckel.

IV

Il nous faut revenir un moment à notre iguanodon, déjà bipède ou tripède, et à sang probablement chaud, qui, en

procédant de déduction en déduction, nous a déjà conduit si loin de l'observé à l'inobservable.

On peut se demander quel était le mode de reproduction de ce géant erpétomorphe.

La plupart des reptiles sont ovipares. Les plus grands sont les crocodiles et les caïmans, certaines tortues marines et, parmi les serpents, les boas. Mais notre faune actuelle n'offre rien de comparable à ces grands sauriens éteints, qui puisse nous guider quant à leur organisation interne.

Certains reptiles, tels que les vipères, sont ovovivipares ; on n'en connaît point de véritablement vivipares.

Il y a incompatibilité entre la gestation vraiment vivipare et l'existence d'un cloaque. Un embryon ne peut s'y développer qu'à la condition d'être protégé par une coque plus ou moins résistante contre les contacts et les pressions des excréptions intestinales.

Quel pouvait donc être le mode de reproduction de l'iguanodon ? L'œuf d'un pareil animal aurait dû être énorme, pour suffire à la nourriture de l'embryon jusqu'à un développement parfait, lui permettant de se nourrir lui-même. La chaleur solaire aurait-elle pu suffire à son incubation, comme à celle des reptiles actuels ? En général, ces reptiles, comme les tortues ou les crocodiles, déposent leurs œufs dans le sable, ou, comme les serpents, dans les trous des rochers ; et nous avons vu l'iguanodon habiter les bords marécageux d'un lac, ombragé, sans doute, de grands arbres, toutes conditions défavorables à cette incubation de ses œufs par le soleil.

Les couvait-il donc ? Un animal à sang froid ne saurait communiquer à ses œufs la température qu'il n'a pas ; c'est une raison de plus d'admettre que l'iguanodon était déjà un animal à sang chaud. Mais, dans ce cas, il aurait dû avoir le corps couvert soit de plumes, soit de poils ; car on ne conçoit pas l'incubation d'un animal à peau nue et encore moins d'un animal couvert d'écaillles, comme nos reptiles actuels.

Nous ne savons rien des téguments de l'iguanodon ; mais, si c'était un reptile ovipare, il devait être d'un genre tout spécial, très ambigu et très aberrant.

Il y a encore d'autres raisons de croire qu'il devait être au moins ovovivipare. C'est d'abord la conformation de ses membres postérieurs et la grande longueur de son tibia, relativement à celle de son fémur, qui ne semble pas lui avoir permis d'abaisser son bassin jusqu'à terre. D'ailleurs, l'épaisseur énorme de sa queue à sa naissance et la forme de ses vertèbres, qui ne semblent pas se prêter à une courbure de petit rayon, y auraient mis obstacle. L'iguanodon ne pouvait ni s'accroupir, comme la poule, ni s'asseoir, comme la chienne et la chatte. Pouvait-il se coucher sur le flanc ? Il lui eût fallu faire un effort énorme pour se relever. Or, dans la posture debout, son œuf, tombant de très haut sur le sol, se serait brisé ou endommagé dans le choc ; à moins qu'il n'eût la prévoyance de le déposer dans un nid élevé, sur lequel il se serait tenu à califourchon. Ce sont là des instincts bien complexes pour un animal qui avait une si petite tête, relativement à son grand corps, et que ses affinités rapprochent des lézards.

S'il était déjà vivipare, au moins comme l'ornithorynque, ces difficultés disparaissent ; mais il en surgit d'autre nature. Si, comme l'ornithorynque, il n'avait qu'un cloaque sans utérus, dès sa naissance son petit était-il en mesure de se nourrir ? Il est difficile de l'admettre chez une espèce herbivore dont les jeunes sont toujours, sans exception, alimentés plus ou moins longtemps par leur mère, soit qu'elle les nourrisse de son lait, comme chez les mammifères de tous les ordres, soit qu'elle leur ingurgite un bol alimentaire, déjà tritiqué dans son propre estomac, comme les oiseaux, soit, comme certains insectes, qu'elle les fournit d'aliments de nature assimilable par leurs organes.

Il est donc probable que l'iguanodon, malgré sa constitution anatomique de reptile, était vivipare et qu'il avait des mamelles au moins aussi développées que celles de l'orni-

thorynque, c'est-à-dire des glandes mammaires peut-être encore sans mamelon.

Mais ce n'était pas un didelphe, bien que son attitude fût celle d'un kangourou gigantesque, car son squelette ne porte aucune trace d'os marsupiaux. Comme il était bipède, que ses membres antérieurs étaient organisés pour la préhension, il pouvait porter son petit entre ses bras, ou le soutenir tandis qu'il était suspendu à ses mamelles et que peut-être il enchevêtrait sa queue autour de la queue de sa mère.

Mais on ne peut concevoir l'existence de mamelles, même embryonnaires, chez un animal recouvert d'écaillles, comme le sont les lézards dont on le rapproche. Il devait avoir au moins la peau nue, comme les salamandres, dont les formes exclusivement terrestres sont ovovivipares ; mais, comme l'existence de mamelles semble se rattacher au système glandulaire qui, chez les mammifères, produit les poils et les villosités des enveloppes de l'embryon, l'iguanodon, reptile seulement par son squelette et ses dents, serait, à tous autres égards, un vrai mammifère.

On est amené ainsi de tous côtés à conclure que l'iguanodon a présenté une de ces formes de passage entre les reptiles et les mammifères, qui ont été bien plus nombreuses qu'on ne le croit généralement et que ne l'a supposé Haeckel. L'iguanodon a eu un ancêtre jurassique dans le compso-gnathus des terrains de Solenhofen (oxfordien, d'Orbigny), qui déjà avait l'attitude d'un kangourou, avec un squelette de reptile. Quand ses ancêtres ont commencé à changer leur vie aquatique en vie terrestre, et que leur condition d'herbivore les a sollicités à prendre une attitude bipède ou plutôt tri-pède, leur longue queue leur servant d'un troisième point d'appui pour brouter les hautes branches des arbres, tous leurs organes internes ont dû subir des déplacements sous l'action de la pesanteur. S'ils n'avaient alors qu'un cloaque, les pressions exercées par la masse de leurs intestins, nécessairement très développés chez des herbivores, devaient exposer leurs œufs à être expulsés avant maturité. Il a donc

été nécessaire à leur reproduction que leur cloaque se cloisonnât. Il leur a fallu acquérir soit un utérus bien développé, soit un utérus rudimentaire et une poche mammaire, comme les didelphes. Puisque l'iguanodon n'avait pas de poche mammaire, il faut croire qu'il avait un utérus déjà assez parfait et que, par ce caractère encore, c'était un mammifère.

Chez les didelphes, l'évolution de la poche mammaire paraît n'avoir été, en effet, qu'une adaptation secondaire pour suppléer à l'insuffisance de l'utérus. Toutefois, une poche mammaire rudimentaire existant chez l'échidné, il faut admettre qu'elle peut s'être développée chez certains animaux dépourvus d'utérus, pour suppléer à l'insuffisance du cloaque et recevoir les embryons qui en étaient prématûrément expulsés. L'acquisition d'un utérus imparfait pourrait donc avoir été, chez les didelphes, postérieure à celle d'une poche mammaire qui, chez des animaux dépourvus de placenta et grands moteurs, a dû persister pour recevoir l'embryon, insuffisamment attaché à l'utérus, et, comme tel, expulsé trop tôt.

La poche mammaire est une adaptation très compliquée, et l'évolution directe, par sélection, d'un utérus bien développé ne paraît pas plus difficile.

Il semble donc tout à fait improbable qu'aucun mammifère vrai ait eu pour ancêtres des didelphes déjà bien caractérisés, comme l'a supposé Haeckel et comme on l'admet généralement, puisque l'existence préalable d'une poche mammaire aurait enrayer la formation, par sélection, d'un utérus complet.

L'organisation des didelphes étant au moins aussi complexe que celle des monodelphes et présentant des adaptations toutes spéciales qui, une fois produites et suffisantes pour assurer la reproduction de l'espèce, n'auraient pu avoir aucune occasion de se résorber, du moins en général, il faut regarder la classe des didelphes comme un rameau parallèle à celui des monodelphes et non comme représentant un des stades de l'évolution phylogénique de ces derniers.

Si l'on a considéré jusqu'ici les didelphes comme inférieurs aux monodelphes, c'est qu'on est toujours parti de ce faux principe que les animaux sont d'autant plus parfaits qu'ils ressemblent plus à l'homme. On ne constituera jamais un bon système phylogénique des êtres vivants qu'à la condition de ne tenir aucun compte de cette ressemblance.

Il est de toute évidence, par exemple, que les singes américains sont, au point de vue du type simien, les plus parfaits des singes. Ils réalisent l'idéal de l'animal grimpeur, du mammifère arboricole. Les lémuriens eux-mêmes sont en général des êtres admirablement adaptés à leurs conditions de vie ; tandis que le groupe des anthropomorphes ne contient que des genres aberrants, ambigus, entre le marcheur et le grimpeur, aussi mal construits pour la station oblique que pour la station droite, aussi improches à marcher sur deux pieds que sur quatre, maladroits dans tous leurs mouvements et si mal adaptés à toutes leurs conditions de vie qu'il faut s'étonner que leurs espèces aient persisté en face de l'homme, leur concurrent heureux. On pourrait toutefois admettre que les anthropoïdes représentent un des stages de l'évolution humaine, s'il n'y avait d'autres raisons de croire qu'ils sont issus de rameaux indépendants du groupe des mammifères, dont l'évolution, longtemps, parallèle à celle du rameau humain, en a divergé depuis longtemps ; de sorte que leur existence ne serait pas *antérieure*, géologiquement, à celle de l'homme.

V

On peut donc faire de graves et nombreuses objections au système phylogénique de Haeckel.

J'en avais tracé le cadre général dès 1862, dans une de ces notes de ma traduction de l'*Origine des espèces* qui m'ont tant fait accuser d'imprudence, pour ne pas dire plus, mais qui ont presque toutes été confirmées depuis. M. Haeckel, qui ne faisait alors que préluder à ses remarquables travaux, a reproduit les divisions que j'avais indiquées (traduction fran-

çaise de l'*Origine des espèces*, par M^{me} Clémence Royer, 1^{re} édition, in-18, 1862, Masson et Guillaumin, p. 259 ; 2^e édition, in-8°, mêmes éditeurs, 1863, p. 220 ; 3^e édition, in-8°, mêmes éditeurs, 1870, note 45 ; 4^e édition, in-18, Marpon et Flammarion, p. 288) et qui ne peuvent être sérieusement contestées par tous ceux, du moins, qui admettent le fait d'une évolution progressive ; tandis que les subdivisions que M. Haeckel a adoptées et l'arbre généalogique qu'il a construit peuvent au contraire fournir ample matière à la critique.

M. Haeckel a fondé ses principales subdivisions de l'embranchement des vertébrés, et plus spécialement des mammifères, sur les modes de leur reproduction et surtout sur les enveloppes de l'œuf. Il semble évident que l'apparition successive de ces enveloppes a été exclusivement en relation avec l'adaptation des vertébrés des divers groupes à des conditions de vie de plus en plus exclusivement terrestres.

Les vertébrés ichtyomorphes, tous pélagiques ou aquatiques, abandonnent leurs œufs dans l'eau où ils sont fécondés et où, s'ils ne sont mangés, ils se développent spontanément par la seule énergie vitale de leur germe. L'enveloppe vitelline suffit à protéger leur développement, parce que, dans le milieu aqueux où ils plongent, leurs liquides intérieurs ne peuvent s'évaporer, et aucun choc, aucune pression asymétrique, ne peuvent y gêner leur évolution embryonnaire.

Dès que des vertébrés amphibiens, prenant terre sur les grèves émergées, y déposèrent leurs œufs dans le sable ou sur le sol, à l'air libre, un amnios devint nécessaire pour envelopper l'embryon d'une membrane destinée à entretenir autour de lui ce milieu liquide qui lui était indispensable pour le protéger contre la dessication de ses tissus et contre les chocs que les œufs pourraient recevoir, en le suspendant, comme en un berceau, aux parois mêmes de l'œuf. Si, parmi les reptiles, les batraciens ont échappé à cette adaptation, c'est que tous déposent leurs œufs dans l'eau.

Plus tard, quand ces vertébrés amphibiens devinrent terrestres et grands locomoteurs, qu'il y eut nécessité pour eux de

devenir ovovivipares, puis vivipares, pour emporter leurs œufs dans leurs déplacements, et, par suite, protéger la vie de leurs jeunes au lieu de les abandonner, toute une série nouvelle de membranes embryonnaires devinrent indispensables, d'abord pour fixer de plus en plus solidement l'embryon à sa propre enveloppe, et tel fut le rôle de l'allantoïde, et ensuite pour suspendre l'œuf tout entier à l'utérus, pour l'empêcher d'y ballotter et d'y recevoir les contre-coups des chocs ou des pressions que la mère pouvait subir et des mouvements plus ou moins brusques que ses conditions de vie et de défense lui imposaient.

L'apparition successive, chez l'œuf des vertébrés, de l'allantoïde, du placenta, de la caduque, a été parallèle à l'accroissement de la taille et du poids de l'embryon, de la durée de la gestation, et de l'activité locomotrice des femelles. Si un amnios fut d'abord suffisant, plus tard il dut se doubler et se fortifier de l'allantoïde, qui commença à le fixer à l'utérus, en traversant, au moyen de ses villosités, la membrane vitelline, distendue et amincie. Plus tard encore, le placenta dut suppléer à l'insuffisance de l'allantoïde et, selon l'attitude de l'animal pendant la gestation, suspendre l'œuf à l'utérus, en certaine situation fixe, en formant autour de l'embryon un coussinet plus ou moins localisé, destiné à amortir toutes les secousses qui devaient résulter pour lui des mouvements de la mère, tout en supplétant au mode inactif de sa respiration pulmonaire par un autre mode de respiration, en même temps qu'à l'insuffisance de nutrition à laquelle l'exposait l'épuisement précoce de la substance du vitellus.

Il est donc impossible de supposer que tous les amniotes viennent d'un premier individu, ni même d'une première espèce chez laquelle un amnios se serait développé; on ne peut pas plus admettre que tous les placentaliens viennent d'un premier placentalien; ni que tous les déciduats sont les descendants d'un premier ancêtre chez lequel la membrane interne de l'utérus fut expulsée avec les autres enveloppes du fœtus; ni que, réciproquement, tous ceux chez lesquels ne se

produisit pas cette adaptation forment un seul et même rameau généalogique; ni enfin que la forme zonaire ou discoïde du placenta détermine les limites d'autres rameaux généalogiques, consanguins entre eux.

Car à l'époque où les premiers êtres, jusque-là pélagiques, devinrent amphibiens, chez tous ceux qui purent s'adapter à ce nouveau milieu, quelles que fussent leurs différences typiques, l'œuf dut produire un amnios. De même, chez les œufs de tous les vertébrés terrestres, durent se développer successivement un allantoïde et un placenta.

Chez tous les vrais quadrupèdes herbivores où, l'axe du corps étant horizontal, l'œuf est moins exposé à une expulsion prématurée, une caduque fut inutile; tandis qu'elle devint nécessaire chez tous les quadrupèdes susceptibles de prendre momentanément ou constamment la station verticale, comme tous les onguiculés. Mais chez les carnivores, de même que chez les pachydermes et les solipèdes, où la station verticale est impossible, ou du moins exceptionnelle et toute momentanée, tandis que leurs mouvements sont plus ou moins rapides ou saccadés, le placenta a dû former autour de l'embryon une ceinture à la fois élastique et résistante, tandis que, chez tous les rongeurs, les insectivores, les chéiroptères, les lémuriens, les singes, adaptés pour sauter, grimper et affacter souvent l'allure bipède, le placenta dut surtout attacher solidement l'œuf au fond de l'utérus par un disque épaisse en forme de coussin et parfois, comme chez les lémuriens, le recouvrir comme d'une sorte de capuchon ou de cloche.

Des organes dont l'évolution se trouve aussi étroitement dépendante d'adaptations successives aux conditions de vie sont les plus défectueux pour fonder une classification méthodique et, plus encore, une liste généalogique; car il est évident, *a priori*, qu'ils ont dû se développer parallèlement, simultanément et indépendamment, chez toutes les formes organiques qui ont été soumises à ces mêmes conditions de milieu, quelles que fussent leurs différences d'autre part, et que les espèces chez lesquelles ces adaptations ont été pos-

sibles, se sont produites rapidement ou préexistaient au changement de leurs conditions de vie, ont pu seules survivre à ce changement.

Si, en somme, ces divisions correspondent néanmoins assez exactement au groupement des vertébrés, en général, et des mammifères en particulier, d'après leurs types morphologiques, c'est que ces variations des téguments embryonnaires étant en relation nécessaire avec la nature générale des téguments chez l'adulte, seuls les mammifères, chez lesquels l'activité de ces téguments se manifeste par un système glandulaire spécial, ont pu s'adapter à un mode de reproduction compatible avec une vie toute terrestre.

VI

Est-il absolument démontré que tous les mammifères aient traversé une phase où, à l'état adulte, ils avaient un cloaque ? Si l'on considère que, chez le poisson, et aussi loin que l'amphioxus, il existe une ouverture anale et une ouverture uréto-génitale, n'est-on pas sollicité à en conclure, au contraire, que depuis bien longtemps, et sans doute antérieurement à leur phase amphibia, l'existence d'un cloaque, chez la plupart des mammifères, n'a représenté qu'une de leurs phases embryonnaires. Si on ne retrouve cette disposition organique que chez les deux genres échidné et ornithorynque, l'un et l'autre si aberrants, on peut l'interpréter par arrêt de développement et par la persistance, à l'état adulte, dans des conditions de vie terrestres, et même encore amphibiies pour l'ornithorynque, d'une phase d'évolution très ancienne, que tous les autres mammifères avaient traversée depuis longtemps.

Le cloaque, chez l'embryon mammifère, a-t-il la signification qu'on lui donne ? N'est-ce pas un simple vacuum préorganique, le lieu vide où se développeront des organes, d'une apparition relativement tardive, étant sans emploi dans la vie fœtale ? Tant que cet espace est clos, ce n'est pas un cloaque, mais un simple méat. Si, lorsqu'il s'ouvre, à la

fois de dehors en dedans et de dedans en dehors, il n'a d'abord qu'une ouverture, c'est pendant un temps très court. La membrane du périnée ne tarde pas à se former. Pourrait-on concevoir une cloison se formant avant les parois de l'orifice qu'elle doit diviser? Il est fatal que, dans le développement d'un être organisé, certains organes se forment après ceux qui sont les conditions de leur apparition et leur fournissent les matériaux dont ils seront construits. Il y aurait de l'enfantillage à chercher, dans de simples nécessités toutes logiques, les traces de contingences phylogéniques qui auraient pu être tout autres.

Il se peut très bien que, chez les reptiles, l'organisation ne se soit pas élevée jusqu'à cloisonner le méat intestinal, et que par cet arrêt d'évolution, en relation avec leur mode de reproduction ovipare, ils aient dû s'arrêter à cette phase, sans pouvoir la dépasser. Mais tous les ancêtres des mammifères, qui peut-être n'ont jamais été ovipares, peuvent avoir eu à toute époque, à l'état adulte, les deux ouvertures adaptées aux deux appareils de la reproduction et de la nutrition qui existent chez les poissons. N'est-il pas d'ailleurs indispensable que, chez le fœtus, l'anus ne s'ouvre que tardivement, pour empêcher le liquide amniotique d'être infecté par ses déjections prématurées qui peuvent, sans lui nuire, séjourner dans le cloaque. De cette adaptation évidente aux nécessités de la vie fœtale, on n'a pas le droit de rien tirer quant aux phases de l'évolution phylogénique.

Si tous les mammifères sont devenus vivipares, c'est, sans nul doute, qu'à une époque très hâtive de l'évolution de leurs souches ancestrales, ils possédaient déjà une ouverture anale et une ouverture uréto-génitale. Par conséquent, au point de vue de l'appareil de la reproduction, aussi bien qu'au point de vue de l'appareil de la circulation, ils n'ont peut-être jamais traversé une phase réellement erpétomorphe, bien qu'ils aient pu avoir d'autre part de très grandes ressemblances anatomiques avec certains reptiles, au point de nous permettre de confondre leurs squelettes.

VII

On peut se demander comment se sont développées chez eux les mamelles, qui sont en corrélation si nécessaire avec leur mode de reproduction vivipare ?

Elles n'existent chez aucun reptile ; mais quelques batraciens, les poissons et les crustacés peuvent nous fournir, par analogie, des indications à cet égard.

Les œufs des crustacés supérieurs, en sortant de l'oviducte, se collent par grappes entre leurs fausses pattes, sous leur abdomen, et, là, attendent le moment de leur éclosion. L'animal peut ainsi emporter sa progéniture avec lui et ne l'abandonner qu'en bon lieu, quand le moment de l'éclosion est venu.

De même, certains batraciens, à mesure que leurs œufs sont pondus, les chargent sur leur dos, où ils sont retenus dans certaines dépressions de la peau, enduite d'une matière visqueuse qui les y tient serrés. On peut concevoir quelque chose d'analogique chez les sélaciens plagiostomes, vivipares et à peau nue, qui ont certainement représenté une des phases du type mammifère. On peut concevoir que l'habitude de porter leurs œufs entre leurs nageoires anales ou pectorales ait provoqué, dans ces régions, la formation de glandes, sécrétant un liquide destiné à les retenir ; que, peu à peu, ces œufs soient éclos ainsi, sans se détacher de la mère, et que le même liquide qui servait à les attacher leur ait alors servi d'aliment. De perfectionnement en perfectionnement, ces glandes peuvent avoir sécrété du lait et peuvent être devenues de vraies mamelles.

VIII

On voit ainsi combien est hypothétique le système généalogique de M. Haeckel, auquel on peut faire bien d'autres reproches.

C'est d'abord d'accorder trop d'importance aux caractères anatomiques, que seule la paléontologie peut constater, et

pas assez aux caractères physiologiques dont ils supposent l'existence ; c'est de considérer trop exclusivement l'organe et pas assez la fonction, car si la fonction développe et modifie l'organe, celui-ci, toutefois, doit préexister à sa fonction, du moins dans un état suffisant d'adaptation. C'est pourquoi les modifications des fonctions sont, en réalité, plus difficiles à accomplir que celles des organes ; puisque, tant que l'organe n'existe pas, la fonction est impossible.

M. Haeckel a peut-être accepté d'une façon trop absolue cette loi de corrélation organique qui a fait la popularité de Cuvier, mais qui lui a fait commettre plus d'une erreur et dont il y a danger à faire abus. Si, aujourd'hui, presque tous les mammifères ont des poils et tous les oiseaux un bec corné, l'ornithorynque nous avertit que nous n'avons pas le droit de conclure d'un poil à un mammifère et d'un bec à un oiseau. Que d'alliances étranges, inimaginables, ont eu lieu ainsi aux époques géologiques primitives, et que d'êtres aberrants se refuseraient à entrer dans nos cadres taxinomiques, s'ils étaient mieux connus ! Nous venons d'en voir un exemple probable chez l'iguanodon, et nous en avons bien d'autres exemples certains.

Il y a plusieurs sortes de corrélations organiques.

Il y en a de nécessaires en ce qu'elles sont liées aux conditions de vie de l'animal. Ainsi, chez un herbivore, les dents seront nécessairement construites de façon à pouvoir broyer des végétaux ; mais que de variétés possibles entre ces organes, qui doivent tous remplir la même fonction ! Que de différences entre les molaires de l'éléphant, celles du cheval, du mouton, de la girafe ou du cerf ! Quelles différences surtout entre toutes ces dents à couronnes plates et les dents coniques de l'iguanodon, qui formaient des ciseaux ou des hachoirs verticaux ! Comme la nature a toujours plus d'un moyen d'arriver aux mêmes fins, elle est bien moins enchaînée que nous ne le pensions, il y a cinquante ans, à répéter les mêmes formes dans les mêmes conditions.

Si, en somme, toujours un herbivore aura des dents adap-

tées à agir comme des ciseaux ou des meules, il semble bien moins évident qu'il doive avoir le pied corné. La preuve, c'est que bien des rongeurs sont herbivores avec des pieds onguiculés. La seule corrélation vraie, c'est que les herbivores, mal armés pour la défense, devant chercher surtout leur salut dans la fuite, doivent être de grands coureurs. Or, leur pied ongulé, réduit aux seuls doigts, donne ainsi une articulation de plus à la jambe et, lui permettant des mouvements plus amples et plus élastiques, est mieux adapté que tout autre à la nécessité d'une locomotion rapide; mais, par d'autres moyens, le même but est atteint chez les léporides, qui sont onguiculés et n'en sont pas moins bons coureurs.

Toutes les corrélations organiques ne sont donc pas nécessaires au même degré. Toutes n'ont pas pour chaque animal une utilité évidente. Il en est de toutes contingentes, qui semblent purement héréditaires, qui, nécessaires peut-être à quelques formes ancestrales, se sont conservées chez leurs descendants, sans utilité pour eux.

Mais il est aussi, certainement, des corrélations dépendantes de la nature même des organismes vivants, des lois de leur évolution, de la constitution de leurs tissus, et qui sont aussi fatales, aussi universelles, que celles qui imposent aux cristaux inorganiques des formes géométriques déterminées.

Si, par exemple, tous les vertébrés montrent une tendance à produire un squelette solide intérieur, tandis que tout un autre embranchement zoologique montre la tendance contraire à produire un squelette solide extérieur, on ne peut expliquer un fait aussi universel, ni par des nécessités d'adaptation, ni par l'hérédité, puisqu'il est antérieur à toute adaptation et à toute hérédité, mais seulement par des différences réellement constitutives, de nature toute moléculaire, de la vésicule germinative elle-même, de la cellule-mère qui sert de point de départ à tout organisme, et surtout de la structure des tissus des trois feuillets blastodermiques.

De même, si tous les mammifères, sans exception, mon-

trent une tendance à produire, avec des dents implantées profondément dans les mâchoires, des téguments aptes à développer des mamelles, à se couvrir de poils et à produire les villosités de l'enveloppe de l'œuf; tandis que ces tendances, absentes chez les oiseaux, y sont remplacées par une aptitude à se couvrir de plumes, à produire un bec corné au lieu de dents, et à sécréter à leurs œufs une coque calcaire; si, chez les reptiles et les poissons, on observe, au contraire, l'aptitude à produire des dents cornées, avec des écailles, ou des plaques osseuses et un squelette qui parfois ne l'est pas, il faut moins attribuer la constance de ces caractères différentiels à une somme d'hérédités communes à chaque grande classe zoologique, qu'à l'organisation histologique et moléculaire identique des premiers germes, des premières monères qui ont été les souches, sans doute très nombreuses dès le principe, de chacun des rameaux de ces groupes, rameaux qui peuvent n'avoir entre eux aucun lien direct de consanguinité.

On peut objecter que, parmi les mammifères, existent certains groupes aberrants, tels que les tatous, les pangolins, les hérissons, les porcs-épics, dont le tégument externe, au lieu de sécréter des poils, sécrète des dards cornés ou des plaques osseuses. Ces genres ont eu des représentants aux époques antérieures. Il faut admettre qu'ils représentent réellement une sous-classe distincte, provenant sans doute de souches primitives spéciales, chez lesquelles le feuillet ectodermique du blastoderme avait une constitution particulière et une disposition aberrante à sécréter ces sortes de cuirasses; le feuillet entodermique et le feuillet moyen étant, au contraire, identiques à ceux des autres mammifères.

Les tortues, chez les reptiles, forment une sous-classe analogue, mais qui s'éloigne moins du type général des reptiles écailleux, eux-mêmes si différents à cet égard des reptiles nus. Ces trois types erpétomorphes doivent avoir évolué de trois types ichtyomorphes distincts, ayant les mêmes dispositions tégumentaires, depuis la phase de la gastrula.

En effet, chez les sélaciens primitifs, nous trouvons des sélaciens nus, à squelette cartilagineux, tels que les torpilles et les étranges chimères, leurs représentants actuels. Ce sont les ancêtres des batraciens ou reptiles à peau nue. Les sélaciens à plaques osseuses, tels que les squales et les raies, précurseurs des placoïdes cartilagineux, cuirassés de plaques osseuses (ganoïdes tabulifères de Haeckel), sont rapprochés par Agassiz des reptiles et semblent préluder aux tortues. Mais il faut chercher parmi les premiers les ancêtres, peut-être relativement très directs, des mammifères, puisque déjà existaient chez eux des genres vivipares¹ et des organes sexuels mâles extérieurs, propres à l'accouplement², qui ne se retrouvent plus dans les autres classes. Les mammifères, tels que les tatous, les pangolins, les porcs-épics, peuvent procéder aussi très directement de sélaciens plus ou moins cuirassés, peut-être par les tortues, ou parallèlement à elles.

On peut donc reprocher à M. Haeckel d'avoir cédé inconsciemment à la tendance générale du siècle dernier, qui a toujours porté les biologistes à distribuer les êtres organisés en séries linéaires, formant un système unique. Si sa classification est ramifiée comme un arbre généalogique, les ramifications en sont bien trop simples et ne partent pas d'assez bas. Chacune de ses divisions doit être considérée, moins comme un rameau unique, isolé à son origine, que comme les formes successives affectées par des faisceaux de rameaux parallèles, pendant la suite de leurs variations.

M. Haeckel a poussé trop loin le principe monogéniste, qui d'abord semble, en effet, résulter de la loi darwinienne de variation divergente, dont la dernière conséquence serait de faire de tous les êtres qui vivent ou ont vécu sur la terre les descendants multipliés d'un seul individu, d'un seul germe primitif, d'une seule cellule-mère universelle, d'un

¹ *Cours de paléontologie*, d'Orbigny, t. I, p. 222.

² Voyez PLAGIOSTOME, *Dictionnaire de médecine*, Littré et Robin.

œuf unique qui aurait renfermé dans sa vésicule germinative toute la création vivante terrestre.

L'invraisemblance d'une telle hypothèse ne permet pas de la défendre, et, avec elle, tombent toutes celles qui viennent y aboutir. Si Darwin a pu conclure que toutes les formes vivantes dérivent peut-être de quatre ou cinq types primordiaux, jamais il n'a conçu la pensée que chacun de ces types eût été, à l'origine, représenté par un individu unique, mais par un nombre illimité d'individus semblables, qui, en vertu de leur identité de nature, devaient évoluer parallèlement sur le même plan général, permettant, par la suite, des divergences de plus en plus grandes et des adaptations de plus en plus variées.

IX

En 1871, à l'époque où fut discutée dans le sein de la Société la question du transformisme (séance du 21 avril), j'ai déjà opposé à la loi darwinienne de divergence des caractères la *loi d'évolution parallèle* et même convergente, qui doit la compléter en la limitant. (Comp. *Origine de l'homme et des sociétés*, in-8°, Masson et Guillaumin, Paris, 1870, ch. III ; notes 82, 84, 99, 102 et 104 de la traduction de l'*Origine des espèces*, 4^e et 5^e édition, in-18, Marpon et Flammarion, p. 614, 615, 629, 635 et 637; *Lois de l'atavisme convergent*, in *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2 octobre 1873.)

S'il y a généralement divergence des variations entre les races des mêmes espèces, les espèces de même genre, les genres de même famille, c'est à condition qu'ils entrent en concurrence dans le même milieu. Il faut bien admettre, au contraire, que, dans des milieux différents, ces mêmes variations peuvent devenir convergentes, sous des conditions de vie identiques. Darwin a constaté que les espèces de même genre présentent des variations analogues (*Origine des espèces*, ch. V, § 10). Il en est de même des genres voisins.

Il faut bien admettre aussi que, chez des souches originellement distinctes, mais de nature identique, des variations

même divergentes peuvent se produire suivant les mêmes angles. C'est ainsi que si, sur chaque arbre, les branches s'écartent du tronc, et les rameaux des branches, les rameaux, les branches et les troncs d'arbres voisins peuvent être exactement parallèles, et même souvent converger jusqu'à s'entre-mêler.

Dès cette même époque, je fis remarquer, comme aujourd'hui, qu'il est impossible d'admettre que toute l'organisation vivante puisse descendre généalogiquement d'une souche unique; que lorsque les premiers germes vivants surgirent dans les mers primitives, sous des conditions physico-chimiques encore inconnues de nous, ils doivent s'être multipliés partout à la fois, sur toute la surface alors émergée du globe terrestre, et non pas en un seul instant, mais pendant des périodes géologiques entières, sans qu'il soit bien prouvé que cette création de nouveaux germes ne s'est pas continuée jusqu'à nous.

De ces germes, ainsi produits par myriades, le plus grand nombre, sans doute, n'est jamais arrivé à se reproduire sous des formes fixes, selon des lois définies et constantes. Un nombre relativement très petit d'entre eux devinrent, à chaque époque successive, les souches premières d'espèces physiologiques, aptes à se continuer pendant plusieurs générations, par les modes de reproduction les plus primitifs. Dès que ces premières formes ont été constituées assez différemment pour que leur évolution héréditaire ne puisse se faire dans des conditions identiques, dès lors, la destinée ultérieure, le devenir de chacune de ces souches a pu être fixé d'une façon générale. Il a dû résulter de leurs différences constitutives que les unes donneraient naissance à certains types organiques, et d'autres à des types tout différents, construits sur des plans de symétrie tout opposés.

Si, à chaque génération, beaucoup de ces souches ont dû s'éteindre sans laisser de descendants, elles ont été remplacées par les descendants multipliés d'autres souches de même type, ou par des souches nouvelles de types un peu différents. A

chaque époque géologique il peut s'être produit de ces nouvelles souches, destinées à remplir les vides formés par les lignées éteintes, à multiplier et varier les formes de la vie, à entretenir ses cadres au complet en renouvelant ses formes inférieures. Il se produit peut-être encore de ces nouvelles lignées dans les profondeurs des océans ! Les dragages du *Travailleur* et du *Challenger* ont fait connaître l'existence dans les mers profondes de formes vivantes analogues à celles qui ont vécu aux plus anciennes époques et qu'on croyait éteintes. Ces êtres sont peut-être les représentants de souches cadettes qui recommencent la série des phases évolutives traversées autrefois par leurs aînées.

C'est un fait général que toutes les manifestations de l'être dans le monde sont gouvernées par les lois géométriques qui en régissent les formes et par les lois arithmétiques qui régissent les quantités numériques concrètes. Une molécule de plus ou de moins d'un corps dans un germe a pu décider de sa forme à venir.

Mes recherches récentes sur la constitution des gaz¹ me permettent de dire que le noyau d'une cellule construit autour d'une molécule d'azote prendra une symétrie pentagonale, tandis que le noyau d'une autre cellule, construit autour d'une molécule d'hydrogène ou d'oxygène, affectera une symétrie hexagonale, quel que soit le nombre d'atomes ou de molécules des autres corps qui l'entourent, s'ils l'entourent symétriquement.

Dès les premières phases de leur évolution, chacune des monères primitives a dû évoluer ainsi suivant le plan de symétrie qui lui était propre et qui était déterminé par sa constitution atomique.

Chacune de ses formes ultérieures a de même été déterminée, à chaque génération, par le plan de symétrie particulier selon lequel d'autres molécules se sont agrégées au noyau de la cellule embryonnaire primitive, ou se sont intro-

¹ Mémoire sur la constitution moléculaire de l'eau et les propriétés physiques des gaz, d'après une nouvelle hypothèse (Association française, 1889).

duites entre ses atomes constituants. De même, le mode d'agrégation des cellules entre elles a déterminé le plan de symétrie de chacun des êtres plus complexes formés par ces agrégations, de sorte qu'un nombre considérable de types dérivés en ont dû sortir dès les plus lointaines époques et se multiplier encore aux époques suivantes.

Comme le nombre possible des formes géométriques et de leurs combinaisons est d'autant plus limité qu'elles sont plus simples, et que le nombre des éléments matériels organisables est très petit, puisque quatre corps gazeux seulement constituent la matière de tous les organismes, un nombre considérable de germes primitifs ont dû être primitivement identiques, évoluer sur les mêmes plans et constituer des séries indépendantes destinées à suivre des phases d'évolution parallèles.

X

Il se peut donc que, dès l'origine, la destinée à venir de chaque souche primitive fût arrêtée par le fait de sa constitution chimique même ; que les unes n'aient pu produire que des organismes monocellulaires, d'autres des organismes plus complexes ; que certaines d'entre celles-ci n'aient pu s'organiser que selon le type rayonné et d'autres selon le type binaire ; et que, parmi celles qui étaient déjà arrivées à la phase de la gastrula, l'ordre des trois feuillets du blastoderme fût renversé, de sorte que les vertébrés qui en devaient sortir furent, à certains égards, des entomostracés retournés.

Les souches primitives, prédestinées par leur constitution ovulaire à ne former que des vertébrés, et qui peuvent à chaque époque avoir augmenté de nombre par voie de génération, ou par suite de l'évolution parallèle de germes nouveaux, sous des conditions variables de milieu, devaient toutefois évoluer un peu différemment ; et, au contraire, évoluer parallèlement sous des conditions identiques, sans qu'aucune variation de ces conditions pût altérer les lignes fondamentales de leur organisation primitive, héréditairement

transmises les unes aux autres à chaque génération depuis la cellule-mère.

On peut comprendre ainsi pourquoi, en dépit de l'identité apparente, chez toutes les espèces, des premières phases de développement de l'ovule, dès la phase de la gastrula certaines différences typiques se produisent qui deviennent plus tranchées à la phase suivante, quand le type vertébré se différencie des autres types. Quelles que soient les ressemblances des embryons des vertébrés jusqu'à des époques de plus en plus tardives de leur évolution, toutefois, ni comme temps, ni comme forme, cette évolution ne suit exactement les mêmes phases chez chaque espèce; et ces phases successives, chez chacune d'elles, loin de reproduire aucun type adulte supérieur, n'en reproduisent jamais que les formes embryonnaires. A aucun moment de son évolution, un embryon de vertébré n'est un ver, ni un poisson, ni un reptile; il passe par une série de phases, sous lesquelles aucun animal adulte ne pourrait vivre, mais qui, sans nul doute, rappellent le dessin effacé et troublé des formes traversées par la lignée ancestrale dont il descend.

L'évolution embryonnaire nous montre donc bien en raccourci l'histoire de l'évolution généalogique de chaque souche primitive, et nous la montre identique chez tous ses descendants, jusqu'au moment où ils ont subi la loi de variation divergente qui n'a jamais dû altérer beaucoup le plan primitif de l'organisation, et peut l'altérer d'autant moins, à chaque génération, que le type organique est plus nettement caractérisé. C'est ce qui peut rendre compte de ces corrélations organiques où l'on chercherait en vain le résultat d'adaptations successives, parce qu'elles sont seulement l'effet des lois générales de l'organisme. Mais chaque plan d'organisation s'est trouvé assez flexible pour se plier à toutes les adaptations nécessaires, sans dévier de la symétrie qui lui était propre et sans perdre jamais ses caractères réellement typiques et constitutifs. Ainsi la variabilité de nos chiens est considérable; cependant, ces variations n'arrivent jamais à

dissimuler leur type générique fondamental jusqu'à le rendre méconnaissable à première vue. Un enfant même est frappé de la ressemblance du chat et du tigre et saisit très bien celle du loup ou du renard avec le chien; mais il hésite devant l'hyène et y reconnaît aussitôt une forme intermédiaire.

Ces types ainsi déterminés par « l'air de famille » plutôt que par des ressemblances de silhouette, sont bien plus larges que nos genres et surtout nos espèces actuels. Ce sont des genres linnéens. Il y a grande probabilité que chacun d'eux représente la descendance modifiée d'une souche unique. Tous les mammifères pourraient se classer peut-être entre vingt ou trente de ces groupes; il en faudrait plusieurs centaines pour ordonner les vertébrés dans des familles naturelles, et des milliers pour le règne animal entier. Cependant, à mesure qu'on descendrait l'échelle des phases évolutives, on serait plus disposé à confondre les traces d'hérédités communes avec les identités des souches de même type, aux premières phases de leur évolution; car ce qui différencie une gastrula de mammifère d'une gastrula d'insecte peut être moins facile à saisir que les différences des embryons de poulet et de chien à des périodes plus avancées de leur évolution divergente, et les différences d'une monère animale et d'une monère végétale sont peut-être plus insensibles encore, bien qu'elles soient bien plus profondes.

XI

S'il en est ainsi, il se pourrait, comme je l'ai déjà fait observer en 1871, que l'espèce physiologique eût un fondement dans la nature des choses; que les individus issus des mêmes germes primordiaux et ayant évolué plus ou moins parallèlement seraient seuls capables de fécondité mutuelle à un degré quelconque; mais que cette fécondité diminuerait et finirait par disparaître totalement entre deux rameaux de cette souche ayant déjà subi des variations trop divergentes. L'évolution embryonnaire, peut-être possible à son début, cesserait de l'être au moment où, sollicité par deux faisceaux

de forces trop divergentes, l'embryon, leur produit commun, ne trouverait pas dans leur résultante l'énergie vitale nécessaire à son développement, ou ne pourrait donner qu'un être hybride, plus ou moins monstrueux, chez lequel toutes les conditions normales de la vie seraient troublées plus ou moins profondément (*Origine de l'homme et des sociétés*, ch. III, p. 46 et suiv.).

Si toute fécondité doit disparaître ainsi entre deux souches originelles distinctes, quelles que soient les ressemblances de leurs représentants, ce n'est nullement en vertu de quelque diversité de substance ou d'une incompatibilité de nature occulte, mais seulement par suite d'une incompatibilité de forme résultant d'une direction et d'une distribution différentes des forces organisatrices ; parce que, quel qu'ait été le parallélisme de l'évolution de ces deux souches originelles, sous des conditions de vie analogues, cependant ces conditions de vie ne peuvent avoir été assez identiques, dans la succession de leurs changements, pour que la série des variations qui en ont résulté chez chaque génération puisse être absolument équivalente dans les deux lignées généalogiques.

Il en serait de même, d'ailleurs, des branches de même souche qui, après avoir longtemps divergé, auraient convergé de nouveau, jusqu'à redevenir semblables, ou qui, après avoir été affectées de variations divergentes, auraient subi des variations réversives de façon à revenir à leur identité.

On comprendrait ainsi comment, parfois, deux formes très voisines sont rebelles à tout croisement, tandis que des formes très différentes s'y prêtent aisément et donnent des produits dont la fécondité augmente, au lieu de diminuer, après plusieurs générations.

Si chacun de nos genres ou familles phytologiques ou zoologiques actuels représente la descendance d'une souche distincte qui n'a jamais eu aucun lien de consanguinité avec aucune autre, nous devons en conclure aussi que, depuis la phase de la gastrula, où les divers types vivants commencent à se différencier dans l'embryon, l'évolution de chaque sou-

che vers la forme actuelle a été beaucoup plus directe, sinon plus courte, que ne le représente la généalogie haeckelienne ; que si chaque souche a successivement subi un grand nombre de variations, soit divergentes, soit parallèles, ces variations ont toujours été très serrées et n'ont jamais dépassé les différences individuelles qui résultent nécessairement de ce que deux êtres vivants n'évoluent jamais dans des conditions identiques, et qu'à chaque génération la forme des produits est déterminée par leur résultante généalogique totale.

Si, en accumulant ces variations individuelles, la sélection naturelle ou méthodique peut faire dévier rapidement une race de son type ethnique, toutefois, ces déviations peuvent plus aisément produire un type nouveau que singler un type sorti d'une autre souche, sans que les caractères principaux de son type originel soient jamais effacés, tant que les conditions de sa reproduction généalogique restent intactes.

Toutefois, il serait sans doute possible, en provoquant, chez l'embryon, pendant les générations successives, des arrêts de développement de plus en plus précoces, de faire remonter à un rameau d'une souche organique, par une suite de variations régressives, la série évolutive de ses variations antérieures.

Si les variations de chaque souche ont toujours été très serrées et limitées à la mesure des variations individuelles viables ; si surtout elles ont été généralement directes, depuis la phase de la gastrula jusqu'à la forme adulte actuelle ; et si les phases embryonnaires nous montrent, en traits effacés et superposés, la série totale de ces variations ; si surtout leur succession chronologique pendant la vie embryonnaire est en rapport exact avec leur succession chronologique sous la forme adulte dans la succession des temps géologiques, nous sommes conduits à admettre que les formes actuelles ont été représentées sous des formes assez voisines à des époques géologiques très éloignées ; que c'est très vite que les souches des vertébrés actuels ont accusé leur type organique, et que, parmi les vertébrés les plus primitifs, devaient exister, sous

des formes déjà bien distinctes, des représentants de tous nos types morphologiques supérieurs.

On ne tient pas assez compte, en général, du beau chapitre de l'*Origine des espèces*, consacré à faire ressortir les lacunes irrémédiabes de nos documents paléontologiques. Si M. Haeckel a insisté sur ce point et s'il a cherché à combler ces lacunes en supposant des groupes de transition entre les groupes connus, il a été plus préoccupé de l'idée de relier ces groupes entre eux que de rattacher chacune de nos formes actuelles à sa souche ancestrale particulière. Loin de procéder par ordre ou par classe, c'est de l'individu à l'espèce et de l'espèce au genre que, comme l'a fait M. Gaudry, il faudrait remonter pour reconstituer ces généalogies. Seulement, lorsqu'on aura pu tracer les filiations de chacun de nos genres, on pourra suivre rétrogressivement leur évolution, plus ou moins rapidement convergente, vers la monade primitive, et constater chez des groupes entiers le parallélisme de leur développement pendant ses premières phases.

De même qu'il est certain que tous les êtres vivants ont un père, mais que tous les pères n'ont pas d'enfants, nous sommes certains que les formes vivantes actuelles ont été représentées par d'autres formes plus ou moins proches alliées aux époques antérieures; mais nous devons admettre aussi que beaucoup des formes végétales ou animales que nous livrent la paléontologie sont les derniers rameaux de souches qui se sont éteintes et dont aucun descendant ne survit parmi nos groupes actuels. La difficulté est de reconnaître ces branches mortes et de distinguer, parmi les formes perdues, celles qui sont représentées de nos jours chez leurs descendants par certains états embryonnaires. M. Haeckel l'a essayé parfois avec succès; mais, d'autres fois, il s'est évidemment trompé.

Il y a tout à parier que l'archéoptérix est maintenant une souche éteinte; tandis que nos palmipèdes peuvent être les descendants directs des plésiosaures jurassiques ou des simosaures triasiques, successivement modifiés. Le kangourou

peut être dérivé, presque directement, du compsognathus ou de l'iguanodon. Mais il faudrait chercher d'autres origines aux autres ordres de didelphes, qui, depuis la période secondaire, ont envoyé des représentants jusqu'à notre époque et qui se rattachereraient probablement à un certain nombre de souches distinctes, comme l'a supposé Huxley.

XII

L'arbre généalogique construit par Haeckel, trop simpliste quant au nombre de ses ramifications, tend, au contraire, à compliquer à l'extrême chaque généalogie particulière. Haeckel cède à la tendance de faire passer chaque forme actuelle par toute la série des formes antérieures connues.

C'est ainsi que, pour expliquer l'évolution des cétacés, il fait passer leur généalogie des poissons sélaciens, dont ils sont physiologiquement si voisins, par les AMPHIPNEUMONES, qui ne sont qu'une généralisation du type aberrant lepidosiren ; puis par les *amphibies*, auxquels ils ressemblent moins qu'aux sélaciens, puis par le stage *amniote*, par celui des promammaliens ou monotrèmes ; enfin, il les égare parmi les didelphes, qui ne leur ressemblent plus du tout, pour les faire aller chez les ongulés herbivores dont ils s'éloignent encore plus, avant de les faire devenir enfin des cétacés marins, qui n'auraient ainsi acquis des dents que pour les perdre et des pieds que pour les résorber. Les dents fœtales des baleines peuvent être aussi bien un organe embryonnaire qu'un organe en voie d'atrophie.

Tout ce voyage à travers tant de groupes zoologiques et de stages anatomiques que Haeckel leur fait accomplir a simplement pour but de leur faire acquérir, avec des poumons, une circulation plus complète, et de modifier leur mode de reproduction ovipare en reproduction vivipare. Mais tout cela peut s'être fait très simplement, très directement, par quelques variations très serrées, qui n'ont en rien modifié leur plan ichtyomorphe primitif, et qui successivement ont pu doter de poumons un sélacien à peau nue, qui déjà

avait un squelette à une ou deux paires de nageoires et peut-être aussi un cœur à quatre loges. Il a pu suffire que le germe primitif d'où ce sélaciens dérivait fût construit sur le type tégumentaire apte à produire soit des poils, soit un derme épais, ainsi que des villosités ovulaires et des dents, pour que tous ces caractères évoluent successivement, mais fatalement, dans sa descendance, et que, même chez les baleines, naissent des dents, restées chez elles à l'état embryonnaire, en même temps que se transformait leur mode de reproduction par une série de variations corrélatives, parallèles dans tout le groupe. Comme les cétacés ne semblent pas avoir paru avant l'époque tertiaire ou que, du moins, nous n'en connaissons pas avant, et que les sélaciens à squelette cartilagineux remontent aux époques les plus primitives, le temps n'a pas manqué aux cétacés sirénoïdes ou pinnipèdes pour accomplir cette évolution directe des poissons en mammifères, qui n'intéressait en rien leur plan général et ne modifiait pas même leurs conditions de vie.

On se représente toujours les poissons de toutes les époques comme ayant dû vivre sous les eaux comme nos poissons actuels. Si, en effet, la surface de nos mers est aujourd'hui presque déserte, il n'y a pas lieu de croire qu'il en ait toujours été ainsi. Quand aucune terre n'était émergée, des milliers de zoophytes, mollusques, crustacés et poissons spéciaux ont probablement vécu à la surface des eaux en modifiant leurs organes pour respirer l'air en nature. C'est à la surface des mers que les ancêtres de la plupart des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des insectes, ont acquis les uns leurs poumons, les autres leurs trachées.

Aussitôt que des terres ont été émergées, ces pulmonés et ces trachéates ont pu s'en emparer et yachever leur transformation en animaux terrestres, parfois en modifiant très peu leur type primitif.

Jusqu'à la fin de l'époque secondaire, la surface des mers a été peuplée de grands mollusques céphalopodes, qui devaient pouvoir respirer l'air en nature. A cette époque, de

nombreux poissons, peut-être pulmonés, à sang chaud et à peau nue, mais encore cartilagineux, pouvaient en disputer la domination à des reptiles et à des palmipèdes déjà couverts de plumes, mais dont le squelette n'avait pas encore acquis les caractères actuels de celui des oiseaux.

Si le désert règne aujourd'hui à la surface des mers, il faut sans doute attribuer la disparition de leur ancienne population aérienne aux grands ravageurs sauriens et surtout crocodiliens, qui s'y sont multipliés depuis l'époque du trias jusqu'à la fin de l'époque crétacée, et qui, après avoir détruit toute vie autour d'eux, paraissent avoir fini par y mourir de famine ou par se détruire entre eux.

C'est alors, sans doute, que les premiers palmipèdes emplois durent se servir, pour le vol, de leurs nageoires, déjà modifiées en voiles, afin d'échapper à leurs terribles adversaires, aussi agiles à la natation que puissamment armés.

C'est aussi en cherchant sur les terres émergées un refuge contre ces puissants destructeurs, que les populations pélagiques, déjà mammifères virtuels par la nature de leurs téguments et par leur système glandulaire, la plupart déjà à sang chaud, en leur qualité de pulmonés doués d'une circulation active, ont peuplé les terres émergées de formes d'abord amphibiennes, qui bientôt y devinrent exclusivement terrestres en modifiant simultanément leurs organes du mouvement, leur mode de reproduction et les membranes protectrices de leurs embryons.

Toutes ces transformations durent se faire chez tous les groupes à la fois, en vertu de variations parallèles et simultanées, produites par les mêmes causes et répondant aux mêmes besoins : le besoin énergiquement senti de la conservation de l'individu et de l'espèce, excité, entretenu et dirigé par la sélection des mieux adaptés.

C'est alors, certainement, que se produisirent les variations les plus amples et les plus rapides, au point de vue morphologique comme au point de vue organoleptique ;

mais une trace resta chez chaque groupe, devenu terrestre, de sa forme primitive, amphibia ou pélagique, qui donna lieu, chez chacun d'eux, à des adaptations spéciales, dérivées de ses adaptations antérieures et commandées ou limitées par elles. Chaque forme terrestre doit avoir répondu à une forme aquatique préexistante, qui s'en éloignait moins que toutes les autres, et dont elle n'a fait que développer le type, en le caractérisant progressivement.

On peut objecter que, si tous les vertébrés ont sept vertèbres au cou, ils doivent descendre tous d'une forme qui présentait ce caractère ; mais cette même identité pouvait aussi bien exister antérieurement chez tous les mammifères pélagiques qui donnèrent naissance à des genres terrestres. Elle est même plus facile à expliquer par l'identité de leur mode de locomotion aquatique, qui a déterminé chez tous la même adaptation à la natation, en rapprochant également de la tête l'insertion de la première paire de nageoires ; tandis que l'insertion de la dernière pouvait dépendre de la longueur totale du corps et de son poids, relativement à celui de la queue. D'une façon très générale, les deux paires de membres ont ainsi gardé un écartement proportionnel qui, chez le mammifère quadrupède, réalise l'animal *carré*, presque aussi haut que long. Le reste des vertèbres surnuméraires a formé la queue, de sorte que les genres qui n'ont qu'une queue très courte sont ceux qui avaient primitivement le moins grand nombre de vertèbres à leurs phases ichtyomorphes.

Comme, dans leur adaptation à la vie terrestre, les mammifères ont dû acquérir par sélection un cou plus ou moins long, mais que la multiplication des vertèbres ou leur résorption totale est un processus plus complexe que le changement de leurs proportions, les vertèbres du cou se sont allongées ou raccourcies chez les mammifères, par des adaptations successives à leurs conditions de vie ; mais le nombre en est resté constant, et tel qu'il était lors de leur phase de mammifères pélagiques.

Il y a d'ailleurs une raison mécanique pour que le cou de tous les animaux, terrestres ou aquatiques, ait au moins sept vertèbres. L'effort musculaire qu'ils doivent faire pour tenir leur tête en équilibre augmentant avec le bras de levier qui la supporte, et ce bras de levier croissant avec la distance de son centre de gravité au point d'appui de leur corps, ils doivent la ramener aussi près que possible de la verticale passant par le point d'appui en donnant à leur cou cette courbure en S, si remarquable chez le cygne et chez tous les animaux qui l'ont très long. Or, la courbure des vertèbres cervicales étant nécessairement une ligne brisée, pour que la courbe en soit régulière, elle doit avoir au moins sept segments ; mais elle peut en avoir bien davantage, comme chez les oiseaux, dont le cou doit être d'autant plus flexible que leur corps est complètement rigide.

Nous ne devons garder aucun espoir de retrouver jamais les formes de transition entre les mammifères pélagiques et les mammifères terrestres. Outre que ces transitions furent particulièrement rapides, dans des habitats encore déserts, où même les moins bien adaptés purent vivre, les formes transitoires les plus intéressantes devraient se trouver sur les côtes des anciennes îles et des premiers continents, où leurs squelettes, battus des vagues contre les rochers, ont été inévitablement détruits. Ceux qui ont laissé le leur sur le sol vierge de ces terres, à travers les couches épaisses d'humus accumulé par leur végétation, ont disparu moins vite, mais aussi inévitablement. Peut-être en trouverons-nous un jour quelques fragments sur les points littoraux des mers secondaires, et ce serait par le plus grand hasard que le delta d'un petit cours d'eau ou la vase des marais intérieurs pourraient, de temps à autre, nous en livrer quelques débris dépareillés, dont les affinités aberrantes nous cacherait la vraie nature.

Mais la science consiste en réalité à saisir par induction, à l'aide des faits observés, les faits inobservables. Sans crainte d'être accusés d'un abus d'imagination, nous pou-

vons penser que des sirénoïdes firent sur ces terres, souches d'herbivores, et des pinnipèdes souches de carnivores et de carnassiers ; ce qui peut se supposer au moins avec autant de droit que l'hypothèse contraire de Haeckel. En même temps, des lézards y devenaient des *compsognathus* et des *archéopterix* ; des reptiles à peau nue, déjà pulmonés, de l'ordre des batraciens urodèles, y donnaient naissance à une foule de formes variées d'insectivores ou de frugivores, pourvus de quatre membres, armés en général de cinq doigts, et d'une longue queue, d'où sortirent, successivement mais peut-être relativement vite, les divers ordres des didelphes, des lémuriens, des rongeurs ; tandis que des batraciens anoures, déjà sans queue, sortaient des animaux ayant, avec un squelette plus complet, analogue à ceux du phoque et du morse, les formes de la grenouille adulte et nageant comme elle, mais avec un mode de reproduction déjà vivipare, et qui devenaient ainsi les premiers ancêtres, encore amphibiés, des anthropoïdes.

Établir la filiation de chacun de ces groupes avec leurs formes pélagiques semble devoir être à jamais impossible, faute de documents assez complets ; mais nous pouvons être certains que, d'une façon générale, les premières terres émergées se sont peuplées ainsi de formes pélagiques rapidement modifiées, à l'une quelconque des phases d'évolution du type vertébré et de ses quatre sous-types.

XIII

De même qu'un lézard triasique marin, peut-être à peau nue et à sang déjà chaud, ancêtre de l'iguanodon, a pu devenir bipède et mammifère en se dressant contre les arbres pour en manger les feuilles, c'est en quittant la mer et en cherchant des mollusques ou des œufs d'oiseaux sur les rochers des côtes que les ancêtres de l'homme prirent une attitude bipède, d'abord très imparfaite (*Origine de l'homme et des sociétés*, ch. V, p. 153, 1870).

A cet égard, les ancêtres de l'homme durent néanmoins

prendre une avance considérable sur leurs congénères, ancêtres des anthropoïdes, par une adaptation plus rapide de leurs pieds à la marche et de leurs mains pour la préhension tactile. Ils ne durent peut-être cet avantage qu'à la plus grande longueur de leurs membres inférieurs, qui leur rendait impossible la marche quadrupède et qui les obligeait, au repos, à s'accroupir sur leurs talons, en gardant les mains libres pour quêter dans le sable des œufs de tortues et détacher des rochers les zoophytes ou les mollusques.

Devant la supériorité ainsi acquise des ancêtres de l'homme, leurs rivaux anthropoïdes, dès lors vaincus dans la lutte pour la vie, par suite de leur attitude plus oblique, de leurs pieds moins fermes pour la marche, de leurs bras plus longs, sur lesquels ils s'appuyaient gauchement, à la fois incapables de courir sur deux et sur quatre membres, durent partout reculer devant les précurseurs de l'homme, déjà bipèdes presque parfaits.

Quand ceux-ci, quittant à leur tour les grèves, se répandirent dans l'intérieur des continents et des îles, les autres anthropoïdes, qui n'étaient peut-être à aucun degré leurs consanguins, mais provenaient sans doute de souches primitives distinctes, dont l'évolution avait été jusque-là parallèle, durent chercher un refuge sur les arbres contre ces heureux conquérants à venir du monde, qui en tenaient la royauté dans leurs mains déjà tactiles, plutôt que contre des carnivores alors à peine nés et très peu nombreux.

Car ces choses devaient se passer au commencement de la période tertiaire, lorsque les grands ravageurs pélagiques de la période secondaire avaient déjà en partie disparu des mers, où commencèrent à les remplacer de nouveau les cé-tacés, dont les ancêtres avaient dû chercher un refuge contre eux dans les fleuves et les lacs où nous trouvons leurs ossements.

La généalogie de l'homme serait ainsi bien plus simple et plus directe que ne le suppose M. Haeckel. Comme je l'ai dit en 1870 (*Origine de l'homme et des sociétés*, p. 168), l'homme

n'a jamais monté aux arbres, parce qu'il n'en serait jamais descendu. C'est en y montant que l'anthropoïde, incomplet et maladroit, a perdu à jamais la souveraineté de la terre.

Déjà, à cette époque, le nombre des espèces dont les quatre extrémités prenantes avaient des pouces opposables était considérable et plus grand peut-être qu'aujourd'hui. Ainsi que le faisait observer M. Hervé dans une récente conférence, on trouve, dans tous les ordres supérieurs des vertébrés, des animaux qui ont ou des pouces opposables, ou au moins des mains prenantes à l'une ou l'autre de leurs paires de membres et parfois aux deux. Mais l'homme seul et les anthropoïdes, à un moindre degré, ont des mains tactiles (*Origine de l'homme et des sociétés*, p. 120 et 154).

La station droite bipède est arrivée à sa perfection anatomique et physiologique chez l'homme seulement ; elle n'a jamais été qu'oblique chez les anthropoïdes. Mais on retrouve cette station oblique à divers degrés et parfois presque droite chez beaucoup de singes à queue, chez des lémuriens avec ou sans queue, chez des rongeurs, grimpeurs ou sauteurs de divers genres. L'écureuil est un bipède presque parfait, et déjà un bimane tactile ; on ne peut en douter en le voyant éplucher une noix. Jusque chez les oiseaux, les pingouins, à certains égards, réalisent la station droite, mais sur deux pieds ployés à angle très aigu. Ils marchent assis plutôt que debout.

En 1878, dans un mémoire présenté à l'Association française, j'ai contesté que l'homme ait jamais eu une fourrure complète ; car, s'il l'eût eu acquise une fois, elle lui eût été trop utile pour qu'il l'eût perdue (*le Système pileux chez l'homme et dans la série organique*, Association française pour l'avancement des sciences, 1878).

Bien que, dès cette époque, chez tous les ordres de mammifères, les téguments externes eussent une tendance très générale, soit à s'épaissir, soit à se recouvrir de poils, bien peu de genres de la période éocène sans doute avaient déjà un vêtement complet. Cette tendance, développée depuis, plus

ou moins, chez presque tous les mammifères, s'est arrêtée chez l'homme à un état embryonnaire, ou ne s'est développée que sur les parties de son corps qui, chez les autres espèces, restent le plus glabres.

Il y a là une trace évidente de la lutte ardente qui s'établit, dès l'origine, entre l'homme et les autres anthropomorphes. Il faut admettre que la sélection sexuelle est intervenue, en même temps que la concurrence spécifique, pour maintenir la nudité primitive de l'espèce humaine et arrêter chez elle l'évolution progressive du système pileux (*Origine de l'homme et des sociétés*, p. 424).

C'est la lutte soutenue par les ancêtres de l'homme contre les ancêtres des anthropomorphes actuels, qui leur a donné l'horreur des êtres qui, leur ressemblant quant à la forme et à l'attitude du corps, étaient couverts d'une fourrure, et qui, dans l'espèce humaine, a porté les deux sexes à préférer ceux de leurs congénères dont la nudité était intacte, ou dont le système pileux se développait en sens contraire de son évolution chez les singes et chez presque tous les autres animaux.

Le désir de cacher les poils du pubis a eu peut-être plus de part que tout autre sentiment dans l'éclosion de la pudeur.

Il est certainement remarquable que les singes, assez nombreux en Europe aux âges éocènes et miocènes, à l'époque pliocène en avaient disparu, détruits, sans nul doute, par la haine qu'inspiraient à l'homme ces êtres qui semblaient le narguer en l'imitant.

L'homme, également, n'a jamais eu de griffes ; ses ongles n'ont jamais été coniques et recourbés. Ils n'ont jamais entouré l'extrémité de ses phalangettes. Ils ont toujours été plats ou plus ou moins bombés, comme on les voit chez le fœtus. Ils ont été plus propres à lui servir de pelles pour fouir, ou de couteaux pour détacher les mollusques des rochers, pour les ouvrir et pour peler des fruits, que pour saisir des proies vivantes. Si les phalanges de son pied ont

été plus écartées qu'aujourd'hui, si son gros orteil surtout a eu une insertion plus oblique, c'est lorsque ce pied encore palmé jusqu'à l'extrémité des doigts, comme celui d'un ornithorynque, n'était qu'une rame. Dès qu'il est devenu un bipède terrestre, cette palmure, contractée, devenue sans emploi, a servi au contraire de ligament à ses doigts pour donner plus de sûreté à son équilibre, en allongeant son pied, au lieu de l'élargir.

Pour une autre cause contraire, c'est-à-dire par une fréquente surextension, la palmure de ses mains se résorbait également, creusant, séparant plus complètement ses doigts, qui, au pied, devenaient de moins en moins libres par le développement d'autres muscles.

De même, les ancêtres adultes de l'homme, dès leur prise de possession des continents, du reste pas plus que les anthropomorphes, n'avaient de queue apparente. La résorption de la queue, dans la souche mammifère de l'homme, s'est faite surtout pendant sa phase aquatique. C'est grâce à sa queue, trop courte dès l'origine pour lui servir de gouvernail, déjà même peut-être soudée au sacrum ou tout au plus capable de mouvements verticaux d'une faible amplitude, que ses membres inférieurs se sont développés pour la natation, comme chez son modèle morphologique inférieur, la grenouille.

C'est donc grâce à cette résorption très précoce de son prolongement caudal, que ses membres inférieurs plus développés, le rendant plus apte à l'attitude bipède, ont fait sa main plus libre pour le toucher, et c'est en repoussant vers son extrémité céphalique le contenu de sa moelle épinière, que la perte de sa queue a assuré à l'homme sa suprématie à venir sur le monde.

Bien lui en a pris de ne pas monter aux arbres, où son toucher aurait perdu de sa finesse ; bien lui en a pris de forcer le singe à s'y réfugier. Bien heureux doit-il se trouver d'être resté nu, parce qu'en apprenant à se vêtir, il a acquis ses plus belles facultés industrielles ; bien fortuné a-t-il été

de n'avoir d'abord pas d'autres armes qu'une main sans griffes, parce qu'il a appris à s'en servir pour en fabriquer de bien plus puissantes (*Origine de l'homme et des sociétés*, p. 168).

Lors de la première conquête des terres émergées par les mammifères et reptiles pélagiques à quatre membres, presque tous ont plus ou moins hésité, tout d'abord, entre l'attitude bipède et l'attitude quadrupède. Les espèces amphibiennes, déjà herbivores, telles que les sirénoïdes, ont dû prendre de préférence l'attitude quadrupède, comme les reptiles, à l'exception de ceux qui, comme l'iguanodon, profitèrent de leur grande taille pour brouter les feuilles des arbres en se redressant contre leur tronc. Les espèces aquatiques, déjà carnivores et carnassières, qui, pour chasser leurs proies herbivores, durent acquérir un mode de locomotion rapide et pouvoir bondir sur elles, prirent également, par sélection, l'attitude quadrupède. Mais tous gardèrent la faculté de s'accroupir sur leurs membres inférieurs et leur bassin, en gardant, pour déchirer leurs proies, une liberté relative de leurs membres antérieurs, armés de griffes puissantes.

Les seules espèces carnassières ou frugivores prirent toutes plus ou moins une attitude oblique et, par moment, bipède, pour saisir les petits animaux, les graines, les fruits dont ils se nourrissaient, et la plupart d'entre eux gardèrent des pieds plus ou moins préhensiles.

L'ancêtre de l'homme, également carnassier et frugivore, mais qui semble avoir traversé une longue phase d'ichtyophagie et de molluscophagie, et qui s'est toujours montré surtout friand d'œufs d'oiseaux, sur les côtes où il s'établit peut-être l'un des premiers, parmi les mammifères pélagiques, doit peut-être à cette alimentation, riche en phosphates, l'adresse acquise de ses mains, le perfectionnement de ses sens et le développement supérieur de son système nerveux et de son cerveau (*Origine de l'homme et des sociétés*, p. 146, ch. IV).

Pendant toute cette période, sa taille, sans doute, resta

petite. Nous n'avons guère de chances de retrouver un jour ses ossements délicats sur les grèves rocheuses où il vivait, où ils étaient dévorés ou dispersés par les carnassiers marins, où les vagues, deux fois le jour, achevaient de les briser contre les rochers et d'en détruire les dernières traces.

C'est seulement lorsque, en prenant possession des terres intérieures, il joignit à sa nourriture habituelle les fruits des arbres et la chair des herbivores, devenus plus nombreux, que sa taille s'éleva rapidement, sans avoir jamais dépassé beaucoup celle qu'il a aujourd'hui.

A cette époque, son cerveau et ses mœurs subirent peut-être une rétrogradation momentanée, sous l'influence d'habitudes et d'instincts nouveaux, développés en lui, qui en firent une bête de proie (*Origine de l'homme et des sociétés*, ch. VII, p. 214 et suiv.).

C'est dans cette phase que, dans son imprévoyance gloutonne et sanguinaire, il a contribué à détruire la grande faune pliocène et quaternaire. Ainsi s'expliquerait que, chez le jeune enfant humain, le cerveau est plus développé que chez l'adulte, relativement au poids de son corps, et doué de merveilleuses facultés d'adaptation éducative ; que son crâne est alors plus arrondi, a des contours plus moelleux ; que ses bosses frontales sont plus développées ; ses arcades sourcilières, moins saillantes et moins rudes ; ses yeux, moins enfoncés dans l'orbite, plus clairs et plus ouverts ; que son angle facial est plus ouvert ; que sa bouche est plus petite ; ses dents, plus faibles ; ses lèvres, plus roses, plus sensuelles et plus expressives, toujours prêtes pour le rire, dès qu'il ne pleure pas.

Ce n'est alors qu'un petit animal très sociable, qui veut vivre et jouer, et se livre avec confiance à une existence qui lui semble facile.

Plus tard, vers l'âge de huit à dix ans, tout change en lui, ses instincts comme ses besoins et ses mœurs. Il devient querelleur, batailleur, défiant, narquois, rusé, menteur, vo-

leur, indiscipliné, avec moins de finesse dans les goûts, une vie physique moins calme, une vie nerveuse plus ardente, plus inquiète, jusqu'au moment de la puberté, où d'autres instincts sociaux s'éveillent.

Son type physique prend alors une nouvelle empreinte, comme son type moral, qui répond aux généreux instincts de l'âge héroïque de l'espèce où s'éveillèrent ses premiers besoins moraux, esthétiques et intellectuels.

Cette nouvelle théorie phylogénique, qui raccourcit considérablement la généalogie de l'homme, se trouve mieux d'accord avec les faits observés que la généalogie compliquée et tortueuse que lui a supposée Haeckel. Elle supprime toute cette excursion qu'il aurait dû faire à travers les didelphes, les lémuriens, les singes inférieurs. Elle ne lui donne pour congénères possibles, après la longue phase de sa vie pélagique, que les quelques genres d'anthropomorphes qui avaient suivi jusque-là une évolution à peu près parallèle à la sienne, depuis l'époque où naquirent leurs souches primitives de germes ou monères alors identiques, et également identiques à celles d'où sortirent toutes les souches des autres mammifères et très peu différentes de celles qui donnèrent naissance aux autres classes des vertébrés.

Celles-ci également ont évolué longtemps suivant des lignes parallèles, à travers leurs phases pélagiques. Les reptiles ont commencé à diverger les premiers, dès l'époque primaire; les souches ornithomorphes, qui en différaient très peu aux époques primitives, n'ont commencé à accuser leur type qu'à l'époque secondaire, sous des formes aujourd'hui faciles à confondre avec celles des reptiles de la même époque, mais qui s'en distinguaient, si nous étions mieux renseignés sur leurs organes internes et sur leurs revêtements épidermiques.

Ces conclusions, d'ailleurs, sont celles auxquelles était arrivé Ch. Darwin dans l'*Origine des espèces*, en attribuant à cinq ou six types primitifs construits sur des plans différents,

mais infiniment nombreux en individus, l'origine de tous les êtres vivants.

Il est à remarquer que, chez tous les anthropomorphes, anciens rivaux vaincus de l'homme, on peut constater des phases à peu près équivalentes. Comme l'enfant humain, le jeune anthropoïde est physiquement et moralement supérieur à l'adulte et très éducable. Vers la puberté, il subit également une rétrogradation, qui ne fait plus que s'accentuer dans la vieillesse ; tandis que l'homme, au contraire, à partir du moment de l'adolescence, continue à progresser, à mesure que de nouvelles notions, acquises par son cerveau, font prédominer son intelligence sur ses instincts, et ses passions sociales sur son égoïsme.

XIV

CONCLUSIONS.

De ces considérations, on peut conclure :

1° Que les caractères empruntés aux divers modes de la respiration et des enveloppes de l'œuf, n'étant que des adaptations successives à la vie terrestre, et s'étant développés simultanément et parallèlement chez les souches primitivement indépendantes, peuvent avoir une valeur taxinomique, en relation avec les phases évolutives successivement traversées par toutes les lignées généalogiques qui, de pélagiques, sont devenues terrestres, mais *n'en ont aucune* au point de vue de la phylogénie ; que, loin d'être les noeuds ou points de convergence d'un arbre généalogique unique des êtres vivants, ils indiquent seulement les stages successivement traversés par ces rameaux, distincts dès leur origine ;

2° Que les seuls vrais caractères phylogéniques, indiquant entre les diverses formes vivantes un lien de consanguinité plus ou moins lointain, doivent être cherchés dans les appareils de nutrition et de locomotion, dans la forme, le nombre et les connexions des segments du squelette, et surtout dans la forme générale qui n'a jamais varié considérablement

chez chaque souche généalogique, et qui, sous ses phases pélagiques, présentait déjà les traits principaux qu'elle conserve chez ses dérivés terrestres et qui n'ont fait que se caractériser davantage ;

3° Que les caractères taxinomiques généraux, qui permettent de classer en un certain nombre de faisceaux, divergents entre eux, les diverses souches généalogiques indépendantes dont l'évolution a été plus ou moins parallèle, doivent être tirés surtout de la nature des téguments et de leurs sécrétions, de la constitution histologique et chimique du squelette, et de sa situation interne ou externe ; caractères qui restent tous constants chez chaque souche, pendant toute la durée de son évolution, et qui dépendent de la constitution histologique des trois feuillets du blastoderme, dépendante elle-même de la constitution chimique et dynamique de la cellule primitive d'où chaque souche généalogique est issue ;

4° Que toutes les souches généalogiques indépendantes sont caractérisées par l'« air de famille » reconnaissable au premier coup d'œil ; que chaque famille peut comprendre des nombres très variables de genres ou d'espèces ; que l'espèce physiologique véritable a son fondement réel dans l'identité de souche primitive, d'où résulte l'identité du développement embryonnaire ; mais que, chez les souches très ramifiées où se sont produites des variations très divergentes, la fécondité mutuelle cesse avec le parallélisme du développement embryonnaire qui reproduit, en l'abrégeant, le développement phylogénique de chaque branche généalogique spéciale ;

5° Que toutes les formes devenues terrestres ont traversé une phase *superpélagique*, durant laquelle se sont préparées ou accomplies leurs transformations en formes aériennes ; qu'à l'époque secondaire, une destruction considérable de ces formes, déjà aériennes, a été accomplie par les grands carnassiers pélagiques de l'époque, et que cette destruction a coïncidé avec l'agrandissement des terres émergées, sur

lesquelles les descendants de ces formes pélagiques, à respiration aérienne, ont cherché refuge et ont achevé de s'adapter à la vie terrestre ;

6° Qu'il y a peu d'espoir de retrouver les débris des formes de passage de chacune des souches qui, à cette époque, ont passé de la vie pélagique à la vie terrestre, puisque leurs représentants ont péri dévorés et que même leurs cadavres flottants, subissant une rapide décomposition, ont été pour la plupart dispersés et détruits dans les hautes mers, où la formation des limons est très lente ;

7° Que les premiers ancêtres terrestres de l'homme et des autres anthropomorphes sont directement issus d'autant de formes pélagiques de souches distinctes, dont l'évolution avait été jusque-là sensiblement parallèle ; mais que les ancêtres de l'homme sont devenus directement bipèdes, en s'adaptant à la station droite, dans une phase d'ichtyophagie amphibia ; tandis que les ancêtres des autres anthropomorphes s'adaptaient directement, dans une phase équivalente, à la station oblique. Cette caractérisation divergente a dû résulter de ce que, chez les ancêtres pélagiques des anthropomorphes, les membres antérieurs étaient plus longs que les membres postérieurs ; tandis que, chez les ancêtres de l'homme, les membres inférieurs l'emportaient déjà en longueur sur leurs membres supérieurs, la queue n'existant dès lors ni chez les uns, ni chez les autres, à l'état adulte ;

8° Que de cette différence primitive d'attitude a dérivé l'adaptation directe des premiers types humains à une locomotion toute pédestre, et celle des premiers anthropomorphes à une vie plus ou moins arboricole, à laquelle ils ont été réduits surtout par la concurrence victorieuse de l'homme ; mais que ni l'homme ni les autres anthropomorphes ne comptent aucun ancêtre terrestre adapté à la station quadrupède horizontale, à laquelle se sont directement adaptés les herbivores ongulés et les carnivores onguiculés, les onguiculés carnassiers ayant au contraire plus ou moins hésité entre l'allure bipède et l'allure quadrupède.