

Les coups de théâtre de l'évolution

Guillaume
Lecointre



éditions
Quæ

LES COUPS DE THÉÂTRE DE L'ÉVOLUTION

Guillaume **Lecointre**

Éditions Quæ

Du même auteur aux éditions Quæ

L'Évolution : question d'actualité ?

2023, 2^e édition, 134 p.

(Prix La Science se livre 2015, pour la 1^{re} édition)

Les sciences face aux créationnismes

Ré-expliciter le contrat méthodologique des chercheurs

2018, 2^e édition, 176 p.

(Prix L'Union rationaliste 2011, pour la 1^{re} édition)

Du même auteur aux éditions Belin

La classification phylogénétique du vivant (tome 2)

Guillaume Lecointre, Hervé Le Guyader, 2013, 608 p.

La même thématique aux éditions Quæ

L'homme coauteur de l'Évolution

Pierre de Puytorac, 2014, 112 p.

L'ontophylogénèse

Évolution des espèces et développement de l'individu

Jean-Jacques Kupiec, 2012, 80 p.

L'homme peut-il s'adapter à lui-même ?

Jean-François Toussaint, Bernard Swynghedauw,

Gilles Bœuf, Robert Barbault (préface)

2012, 188 p.

Pour citer cet ouvrage

Lecointre G., 2025. *Les Coups de théâtre de l'évolution*,
Versailles, éditions Quæ, 150 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles

www.quae.com – www.quae-open.com

© Éditions Quæ, 2025

ISBN (papier) : 978-2-7592-4086-9

ISBN (PDF) : 978-2-7592-4087-6

ISBN (ePub) : 978-2-7592-4088-3

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

■ SOMMAIRE

Avant-propos	5
Une forêt tempérée humide au pôle Sud!	7
Un reptile à plumes : archéoptéryx.....	9
Poumons et branchies en même temps	11
Une théorie scientifique pour la transformation des espèces.....	14
Ce scrotum de géant est un... dinosaure!.....	20
Non, nous ne sommes pas nuls en olfaction!	22
Les dinosaures n'ont pas disparu d'un coup.....	24
Les crocodiles de la discorde.....	26
Une autre biogéographie.....	32
La découverte d'un coelacanthe vivant.....	34
Double lecture devant la Société linnéenne de Londres	36
Y'a plus de poissons!.....	41
Des demi-tortues fossiles!	45
Une nouvelle synthèse pour l'évolution	47
Le spinosaure est un dinosaure nageur!	54
Le placenta est d'origine virale	56
La théorie neutraliste de l'évolution	59
Une quatrième aile!	62
Une nouvelle espèce de moustique dans le métro.....	64
Évolution par équilibres ponctuels	66
Le gène prend le pouvoir	67
C'est le soin parental qui explique notre gros cerveau	69
Le vivant est divisé en trois!	72

Des gènes pour le développement embryonnaire	75
Histoires de famille chez les poissons-baleines	78
L'origine de nos doigts dans les rayons	80
Des singes taillent des outils de pierre!.....	82
L'adaptation n'est pas la seule explication!	84
Les cétacés sont des artiodactyles!.....	88
Première découverte de plumes sur des dinosaures non aviens	91
Frankenstein chez la drosophile.....	94
Un (nouveau) coelacanthé est découvert vivant	97
Mettez-moi tout ça dans la même espèce!	100
Un serpent à pattes!	104
Les myxines ont vraiment perdu leurs vertèbres!	106
Les tortues sont des diapsides!	110
Les grands singes savent que vous vous trompez.....	112
Nous sommes si peu violents.....	114
L'oreille moyenne des mammifères était à cinq os	118
Évolution éclair chez les lézards	121
L'ancienneté de l'espèce humaine augmente soudain de 50%!	123
Une autre sorte de patte!.....	125
Pourquoi tant d'acides aminés dans nos protéines?.....	126
Le plus ancien champignon fossile vieillit de 500 Ma!.....	129
Les feuilletés embryonnaires ne sont pas ce qu'on croyait	130
Une nouvelle espèce en trois générations chez les géospizes	133
Coup de théâtre pédagogique!	136
Les ptérosaures avaient des plumes (piliformes)!	138
Une nouvelle espèce humaine découverte aux Philippines.....	140
Plus tu creuses, plus t'en trouves!	142
Bibliographie	144

■ AVANT-PROPOS

Les découvertes scientifiques révolutionnent notre compréhension du monde réel selon des dynamiques diverses. Les sciences qui contribuent à la théorie générale de l'évolution biologique ne font pas exception. La dynamique la plus extrême, la plus intuitive, est d'abord le coup de théâtre immédiat et fracassant, qui fait la « une » des grands journaux. La capture d'un coelacanthé vivant en 1938 ou la mise au jour d'un fossile de dinosaure non avien à plumes en 1996 sont de ceux-là. La découverte de l'objet ou du spécimen étant elle-même instantanée, la soudaineté est garantie.

Cependant, sous cette catégorie on peut ranger également certaines découvertes théoriques qui sont le fruit d'un patient travail de plusieurs décennies, persévérant, méthodique, suivi d'une synthèse presque attendue du monde scientifique, laquelle une fois publiée sera abondamment discutée et structurera pour longtemps notre vision du vivant. Tel est le cas en 1809 de la *Philosophie zoologique* de Jean-Baptiste Monet de Lamarck ou de *L'Origine des espèces* de Charles Darwin en 1859.

L'autre dynamique extrême des révolutions scientifiques est au contraire la sécrétion discrète d'une pensée, suivie d'une publication passée inaperçue, et qui va se révéler un véritable séisme des décennies plus tard. Tel est le cas de la systématique phylogénétique de Willi Hennig, diffusée dans la plus grande confidentialité en 1950 tant qu'elle restait écrite en allemand, mais qui va déclencher un tsunami en systématique à partir de sa traduction en anglais en 1966. Si la science des classifications était éligible au prix Nobel, Willi Hennig l'aurait obtenu. Tel est le cas également du triangle d'Adolf Seilacher, concept énoncé en 1970, mais qui passera relativement inaperçu avant que les Américains Stephen Jay Gould et Richard Lewontin ne le remettent au goût du jour en 1979 dans un article qui sera plus cité que l'article originel.

Entre ces deux extrêmes, il y a des coups de théâtre en forme de bombes à retardement. Si l'opposition entre Georges Cuvier et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire à l'Académie des Sciences en 1830 se présente comme un de ces coups de théâtre, sous l'aspect d'une controverse relayée par les médias de l'époque, c'est que les deux plus grands anatomistes de leur temps divergeaient depuis plusieurs décennies déjà. Le feu couvait. Le délai pris par le bouleversement peut être dû à des hésitations : durant des décennies, on se demande si c'est du lard ou du cochon. Par exemple, la dérive des continents d'Alfred Wegener fut publiée en 1915, fut l'objet d'une grande synthèse par son auteur en 1929, mais ne finira par être admise qu'en 1968 ; et durant les années 1960, on enseignera deux théories de l'histoire de la Terre à l'Université, l'une fixiste, l'autre mobiliste.

Il est enfin des révolutions qui n'ont pas vraiment la forme d'un coup de théâtre, mais qui changent quand même la donne. Les grandes synthèses, telle la théorie synthétique de l'évolution (1937-1977) qui connut son apogée en 1959, ou la biogéographie par vicariance énoncée en 1981, ne sonnent pas comme des coups de théâtre, mais sont des lames de fond qui s'énoncent avec une force tranquille et changent tout de même la façon dont plusieurs générations de chercheurs et chercheuses vont réfléchir sur la nature. C'est un article d'Edward Lewis en 1978 qui va tranquillement installer un champ entier de la biologie, l'«évo-dévo», et cette fondation sera récompensée par un prix Nobel en 1995.

Le présent ouvrage ne prétend pas exposer une liste exhaustive des découvertes importantes en évolution. D'ailleurs, le choix des articles scientifiques dont il sera question résulte d'un mélange de critères. Premièrement, certaines découvertes sont traitées ici pour leur effet de surprise. Par exemple, la découverte d'un quatrième type d'aile chez les vertébrés, ou d'une anatomie de diapside dans la tête des tortues fossiles, ou encore de plumes piliformes chez les ptérosaures suscitent ou ont suscité étonnement et curiosité.

Deuxièmement, il peut s'agir d'une importance considérable donnée rétrospectivement à une découverte. Par exemple, on rangera ici bien évidemment les synthèses visionnaires de Lamarck et de Darwin, ainsi que les découvertes de Motoo Kimura en 1968 sur la neutralité de la plupart des mutations génétiques, ou celle de Carl Woese, Gary Olsen, George Fox et Norman Pace en 1986 sur les trois règnes du vivant, ou encore de Walter Gehring et son équipe sur le substrat génétique de la formation des yeux et de leur homologie en 1995.

Troisièmement, l'effet de surprise peut être obtenu par des démentis cinglants : on croyait ceci, en réalité c'est cela. C'est le cas de l'explication de la richesse des fossiles humains en Afrique de l'Est dans les couches datant de 2 millions d'années (Ma) à laquelle on donnait une explication climatique, et qui ne s'avère que le fruit de l'effort d'échantillonnage. On croyait depuis Paul Broca que l'espèce humaine était sous-développée concernant l'olfaction, et en réalité il n'en est rien. On croyait avoir trouvé le scrotum fossilisé d'un géant, et voilà qu'il s'agit du premier fossile de dinosaure nommé comme tel. On pensait que les myxines, sortes de «poissons» vermiformes et gluants, nécrophages du fond des mers, n'avaient jamais eu de vertèbres, et devaient pour cela être classées en dehors des vertébrés, or on en découvre les traces dans leur anatomie. La théorie synthétique de l'évolution, si puissante et féconde entre 1940 et 1970, subira à son tour toute une série de démentis en rafale dans les années 1970 et 1980 qui la forceront à s'amender. Cessons là la liste.

Pour se convaincre du caractère subjectif de la présente sélection de 50 «coups de théâtre de l'évolution», on pourra consulter d'autres ouvrages complémentaires, nourris d'autres surprises en matière d'évolution et d'Histoire naturelle, tout aussi stimulants comme celui de Bruno David et Jean-Denis Vigne (2022), celui d'Hervé Le Guyader (2021), celui de Michel Raymond et Frédéric Thomas (2022), ou celui de Pascal Tassy (2000).



Fougères arborescentes telles qu'on aurait pu les trouver à quelques centaines de kilomètres seulement du pôle Sud, en Antarctique tempéré d'il y a 90 Ma, au Crétacé.



UNE FORÊT TEMPÉRÉE HUMIDE AU PÔLE SUD!

On sait que le Crétacé moyen était chaud, très chaud même. Aux époques correspondant aux étages géologiques Turonien et Santonien, c'est-à-dire entre -93,9 et -83,6 Ma, le dioxyde de carbone atmosphérique était aux alentours de 1 000 ppmv (parties par million en volume, soit un millilitre par litre d'air ; pour mémoire, le CO₂ est à un niveau un peu supérieur à 400 ppmv aujourd'hui). Les températures moyennes annuelles des eaux marines intertropicales de surface avoisinaient les 35 °C, et le niveau marin global était à + 170 m par rapport au niveau actuel, ce qui signifie que la majeure partie de l'Europe était sous la mer.

À la fin des années 2010, des chercheurs ont eu accès au terrain Crétacé le plus au sud que nous puissions connaître. Il s'agit d'un forage sédimentaire effectué en mer d'Amundsen, en Antarctique de l'Ouest, au site PS104_20-2 situé à une latitude de 73° 57' sud et à une longitude de 107° 9' ouest, à 946 m de profondeur. À partir des données micropaléontologiques, macropaléontologiques, sédimentologiques, géochimiques, paléomagnétiques et tomographiques, il a été possible d'obtenir une sorte de « photographie globale » du type d'écosystème fossilisé là et du type de vie qui existait au milieu du Crétacé à cet endroit-là. L'initiative n'était pas absurde,

puisque les géologues savaient depuis longtemps qu'à cette époque chaude il n'y avait nulle calotte glaciaire en Antarctique, même si ce continent était déjà très au sud.

Les chercheurs ont pu reconstituer une forêt humide tempérée de plaine située à l'époque à une latitude de 82° sud. La distance du site en question par rapport au pôle Sud du Crétacé est estimée à 900 km seulement, ce qui est compatible avec l'idée que le continent antarctique n'avait à ce moment-là pas le moindre début de petite calotte glaciaire. Cette absence de glace est confirmée par une simulation du climat qui calcule un dioxyde de carbone atmosphérique compris entre 1 120 ppmv et 1 680 ppmv (soit quatre fois la valeur actuelle), et une absence totale de calotte glaciaire antarctique. La température moyenne annuelle locale était de 13 °C et les précipitations de 1 120 mm par an. Le mois le plus chaud de l'année est estimé avoir atteint en moyenne 18,5 °C. Pour comparaison, cela correspond actuellement aux paramètres trouvés à Wellington, en Nouvelle-Zélande, ou assez proches de ceux de Launceston, en Tasmanie. Et cela quasiment au pôle Sud ! Des racines fossiles et les données palynologiques (spores et pollens) indiquent des fougères arborescentes et de grands arbres proches cousins du fameux *Huon pine* tasmanien, ainsi que de nombreux conifères Podocarpaceés et Araucariacées, et des mousses proches des sphaignes. Le milieu était très humide, et même probablement marécageux, dans un théâtre de forêt luxuriante tempérée, où devaient circuler les fameux dinosaures. On ne s'attendait pas à tant de richesse.



Archaeopteryx lithographica, spécimen dit « de Berlin ».

On remarque à la fois des caractères réputés « reptiliens » (queue à 22 vertèbres, dents, côtes ventrales) et des caractères « aviens » (ailes, plumes, clavicules fusionnées en « fourchette »).

1861

UN REPTILE À PLUMES : ARCHÉOPTÉRYX

Nous sommes en 1861. Un drôle de squelette fossile entouré d'un fatras de traces de plumes est découvert dans les calcaires jurassiques de Langenaltheim, en Allemagne. Il est offert au médecin local, comme c'est souvent le cas à l'époque, du nom de Karl Friedrich Häberlein (1787-1871). Ce dernier vend ce spécimen au musée d'histoire naturelle de Londres, où il tombe dans les mains du grand anatomiste Richard Owen (1804-1892). En 1863, ce dernier le décrit sous le nom d'*Archaeopteryx*, qui signifie « aile antique ». Owen fait le rapprochement entre ce spécimen (dit aujourd'hui « spécimen de Londres ») et une plume fossile décrite deux ans auparavant par le paléontologue allemand Hermann von Meyer (1801-1869), à partir d'une trouvaille faite à Solnhofen en 1860, et aujourd'hui au musée d'histoire naturelle de Berlin.

Même s'il est décrit par Owen comme un oiseau, ce fossile suscite la stupéfaction. Son anatomie est une sorte de formule mélangée de deux compositions : moitié « reptile », moitié « oiseau », selon les représentations de l'époque. Il a de l'oiseau les plumes, les deux clavicules fusionnées (l'os du bonheur), les humérus tournés postérieurement et le premier orteil du pied pointant vers l'arrière. Mais là où nous nous serions attendus à trouver d'autres traits d'oiseaux, il présente la

formule reptilienne : au lieu d'un bec, il a des dents, au lieu d'avoir un bréchet, il présente un sternum plat, et au lieu d'avoir un moignon de queue (le pygostyle des oiseaux), il exhibe une longue queue faite de 22 vertèbres. En outre, il présente des côtes gastrales, caractère tenu pour reptilien par excellence, inédit pour un animal à plumes. Pour finir, de la bordure antérieure de ses ailes dépassent des doigts qui donnent à l'aile un aspect « antique... », d'où son nom.

Ce fossile n'est pas seulement célèbre parce qu'il s'agit du plus ancien oiseau connu dans le registre fossile. C'est qu'il tombe à pic, en plein milieu d'un débat passionné. En effet, Charles Darwin venait tout juste de publier en novembre 1859 son maître-livre, *De l'Origine des espèces*¹. Ce livre qui fonde le cadre théorique actuel de l'évolution fut plutôt globalement bien accueilli parmi les scientifiques, car la science de l'époque était mûre. Il y eut donc un Darwin attendu, chez les scientifiques, mais il y eut aussi un Darwin combattu, au dehors des sciences. La société européenne, dans son ensemble, fut bousculée, et plus particulièrement les autorités religieuses. On sommait les scientifiques de fournir des « preuves » de la transformation des espèces.

Dès 1861, Darwin voit dans ce fossile une forme de transition entre deux groupes. Mais le directeur du musée de paléontologie de Munich, Johann Andreas Wagner (1797-1861), identifie le fossile comme celui d'un reptile qu'il nomme *Griphosaurus* et moque les vues évolutionnistes. Archéoptéryx, qui es-tu ? Oiseau selon Owen, ou reptile selon Wagner ? Thomas Henry Huxley (1825-1895) présente ce fossile comme une preuve matérielle de l'évolution, forme de transition entre reptiles et oiseaux, ce que confirmera ultérieurement Darwin. Plus tard, dans les enseignements, on le présentera comme « l'ancêtre » des oiseaux. Beaucoup d'autres spécimens de cette espèce ont été retrouvés depuis (en 1877, 1951, 1957, puis dans les années 1960...), sans compter certains spécimens appartenant à des collectionneurs privés et qui ne sont pas encore décrits par la science ! Nous savons aujourd'hui que ce fossile date d'entre - 156 et - 150 Ma, et qu'il est plus apparenté aux oiseaux qu'aux autres dinosaures. D'ailleurs, le point d'ancrage de sa branche dans une phylogénie de dinosaures théropodes pose conventionnellement la définition du groupe taxonomique des oiseaux (*Aves*). Il n'est pas un ancêtre incarné (on n'a pas les moyens d'identifier les ancêtres à l'échelle de l'individu) ni une transition (transition vers quoi, à l'époque où il vivait ?), parce qu'il ne portait en lui aucune destinée programmée. Il était ce qu'il était à son époque : une espèce parmi d'autres !

1. Voir Double lecture devant la Société linnéenne de Londres.



Polypterus weeksii, polyptère proche cousin du bichir, *Polypterus bichir*.
La nageoire dorsale en série de petits drapeaux des polyptères et leurs nageoires pectorales pédonculées
étaient inconnues de la science au moment de leur découverte.
Mais le plus surprenant restait leur anatomie interne...



POUMONS ET BRANCHIES EN MÊME TEMPS

En 1798, Bonaparte emmène 167 savants et artistes dans une expédition militaro-scientifique en Égypte. Le bilan militaire en sera mitigé, mais la collecte scientifique éblouissante. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, jeune professeur du nouveau Muséum national d'Histoire naturelle, est de l'aventure. Une fois sur place, il fait l'inventaire complet des poissons du Nil. Parmi eux se trouve un étrange poisson que les pêcheurs locaux nomment *bichir* et que le grand anatomiste entreprend de disséquer. Celui-ci n'est pas au bout de ses surprises...

La tête de l'animal est couverte d'épaisses plaques osseuses portant des denticules, tandis que ses écailles losangiques et épaisses sont coiffées d'un tissu dur semblable à l'émail des dents. Précisons que l'immense majorité des poissons osseux ont des écailles fines. Il présente en outre, sur le dos, une série d'épines portant chacune postérieurement une petite nageoire — tandis que chez tous les autres poissons on ne trouve sur le dos qu'une ou deux nageoires impaires. Ses nageoires paires ont une base pédonculée, en particulier ses robustes nageoires pectorales qui ressemblent à de petites raquettes de ping-pong. Soulignons là encore que l'immense majorité des poissons n'a pas de pédoncule à la base des nageoires paires (sauf les cœlacanthes² et les dipneustes, mais qui n'étaient pas encore connus à la toute fin du XVIII^e siècle). Et surtout... son corps renferme des poumons !

2. Voir La découverte d'un cœlacanthe vivant.

Ça, c'est un comble pour l'époque. Seuls les animaux terrestres, les tétrapodes, étaient supposés en avoir. De plus, le bichir n'inspire pas l'air par les narines ni par la bouche, mais par des orifices au-dessus de la tête, les spiracles.

L'anatomie inédite du bichir fait écho chez Geoffroy Saint-Hilaire aux hypothèses transformistes de son vieux collègue Lamarck. Il émet l'hypothèse que cet animal, capable de passer de mare en mare en rampant grâce à ses nageoires et en respirant l'air par ses spiracles, peut être à l'image d'un précurseur des vertébrés terrestres pourvus de membres, ou tétrapodes. Idée révolutionnaire pour l'époque, mais trois décennies plus tard les bichirs se feront voler la place par la découverte des premiers dipneustes. Geoffroy Saint-Hilaire ramènera en France en 1802 un exemplaire séché de l'animal extraordinaire, l'une des plus grandes curiosités de la zoologie de l'époque, qui d'ailleurs n'en manquait pas, et à propos de laquelle il écrira :

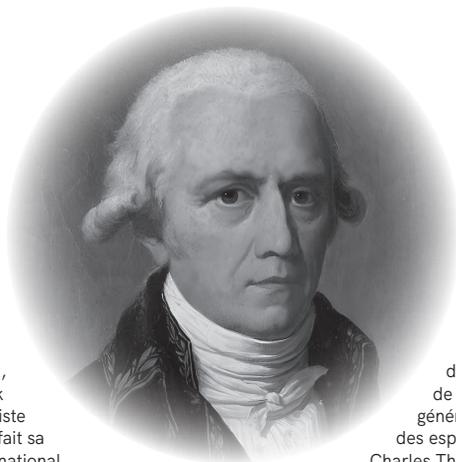
« Je n'aurais découvert en Égypte que cette seule espèce [notre bichir] qu'elle me dédommagerait des peines qu'un voyage de long cours entraîne ordinairement ; car je ne connais pas d'animal plus singulier, plus digne de l'attention des naturalistes, et qui, montrant combien la nature peut s'écarter de ses types ordinaires, soit plus susceptible d'agrandir la sphère de nos idées sur l'organisation. »

Le naturaliste Bernard Germain de Lacépède (1756-1825) le nommera en 1803 *Polypterus bichir*, le nom de genre provenant de *poly*, plusieurs, et de *pteron*, nageoires, en raison de la succession de petites nageoires dorsales disposées comme de petits drapeaux. Par extension, le nom vernaculaire français en deviendra « polyptère ».

On sait d'ailleurs aujourd'hui que les animaux à os, les ostéichthyens, avaient à leur origine à la fois des poumons et des branchies. Les polyptères semblent bien témoigner des débuts de cette histoire, leur lignée de poissons osseux s'enracinant très anciennement, il y a quasiment 400 Ma, dans la période dévonienne. De là, deux lignées se sont séparées. D'un côté, les poissons à nageoires charnues (leur nom scientifique est sarcoptérygiens) avaient des humérus et fémurs dans leurs nageoires paires et ont toujours conservé leurs poumons, comme chez les cœlacanthes, les dipneustes, et les tétrapodes qui en sont une émanation. Ces tétrapodes ont d'ailleurs fini par perdre leurs branchies au stade adulte (chez les amphibiens), puis complètement (chez les amniotes). De l'autre se sont trouvés les poissons à nageoires rayonnées (leur nom scientifique est actinoptérygiens), avec le polyptère, les esturgeons, les lépisostées et l'énorme groupe des poissons dits « modernes », les téléostéens. Chez ces derniers, le poumon est perdu au profit d'un organe de flottaison, la vessie natatoire. Ce ne sont pas les tétrapodes qui ont troqué leurs branchies pour des poumons, ce sont nos poissons modernes qui, dans un lointain passé, ont perdu leurs poumons ! Passons le casse-tête classificatoire qui fit couler beaucoup d'encre durant deux siècles, où les polyptères furent classés tantôt dans les crossoptérygiens (sorte de fourre-tout des poissons à nageoires pédonculées), dans les brachioptérygiens (où ils étaient seuls, dans une logique de « ni-ni », c'est-à-dire ni actinoptérygien, ni sarcoptérygien), puis enfin à la base des actinoptérygiens.

La comparaison des séquences génétiques suggère que les polyptères ont divergé des autres actinoptérygiens il y a environ 400 Ma. Malheureusement, il existe très peu de polyptères fossiles complets, les plus anciens, comme *Serenoichthys*, qui datent de - 110 Ma (Crétacé), étant déjà étonnamment semblables aux actuels — juste un peu plus trapus. La « lignée fantôme » a donc duré environ 290 Ma. Les plus anciens précurseurs des polyptères « se cachaient » sans doute parmi des actinoptérygiens beaucoup plus anciens, car jusqu'à récemment nous ne savions pas encore les reconnaître. Ils restaient introuvables, d'où le terme de « lignée fantôme ». Les choses ont changé depuis 2017. Une réanalyse au scanner microtomographique à haute résolution de fossiles tels que *Fukangichthys*, du Trias moyen de Chine, a permis une réinterprétation fine des caractères du crâne de ces actinoptérygiens scanilepiformes, animaux fossiles qui sont restés longtemps d'interprétation difficile. L'analyse phylogénétique des caractères montre que les polyptères s'enracinent ainsi parmi les scanilepiformes, radiation d'actinoptérygiens du Trias. En d'autres termes, ces scanilepiformes apparaissent comme des polyptères-souches. La branche des polyptères n'est donc pas d'âge dévonien, mais d'âge triasique (donc plus récent, vers - 240 Ma).

Cette nouvelle position des polyptères fait apparaître comme des pertes secondaires un certain nombre d'absences de traits qui étaient jadis considérées comme des conditions primitives : absence de fulcres (écailles modifiées à la base antérieure des nageoires), absence de surangulaire (un os de la mandibule), absence de canal sensoriel crânial latéral. En outre, elle aligne leur temps de divergence, par rapport à nos téléostéens modernes, avec celui des scanilepiformes, à savoir - 359 Ma (limite Dévonien-Carbonifère), donc plus anciennement que les polyptères eux-mêmes, ce qui est logique puisque les seconds émanent des premiers. Cette découverte corrige ainsi d'une quarantaine de millions d'années ce temps de divergence, et redéfinit par là même la date de divergence des actinoptérygiens actuels entre eux, laquelle avait été auparavant calculée à partir de données moléculaires, mais avec des calibrations fossiles erronées.



Jean-Baptiste Monet, chevalier de Lamarck (1744-1829), naturaliste touche-à-tout ayant fait sa carrière au Muséum national

d'Histoire naturelle, auteur de la première théorie générale de la transformation des espèces, ici peint par Charles Thévenin.



UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE POUR LA TRANSFORMATION DES ESPÈCES

L'idée selon laquelle les espèces changent au cours du temps a toujours existé. Encore fallut-il qu'elle pût s'exprimer, qu'elle fût étayée, qu'elle pût être publiée, et enfin, qu'elle pût constituer une théorie scientifique. Elle n'atteindra ce dernier stade qu'en 1809, avec la *Philosophie zoologique* de Lamarck, l'un des livres les plus lus et commentés dans l'Europe de la première moitié du XIX^e siècle.

On trouve en effet des écrits transformistes à travers les siècles, chez les philosophes Anaximandre de Milet (611-547 av. J.-C.), Empédocle d'Agrigente (495-435 av. J.-C.), Lucrèce (98-55 av. J.-C.), le médecin persan Ali ibn Abbas al-Majusi dit Haly Abbas (930-994), l'historien, géographe et économiste Ibn Khaldûn (1332-1406), le philosophe et naturaliste Giulio Cesare Vanini (1585-1619), le physicien, astronome et naturaliste Robert Hooke (1635-1703), le philosophe Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), le physicien et naturaliste René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757), le médecin Erasmus Darwin (1731-1802, grand-père de Charles), le jésuite et naturaliste hispano-chilien Juan Ignacio Molina (1740-1829), et le diplomate Benoît de Maillet (1656-1738).

De ce dernier est publié en 1748, à Amsterdam et à titre posthume, *Telliamed, Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français*, un ouvrage qu'il commença à écrire dès 1696 et qui finit par compiler 25 ans de travaux et d'observations. Il y interprète l'origine de la diversité des espèces non pas à partir de la création divine, mais à partir d'observations matérielles faites dans la nature. Il envisage la transformation des espèces par des modifications héréditaires. L'observation de fossiles d'animaux marins dans les régions montagneuses lui fait supposer que les océans se sont progressivement retirés. Le globe s'asséchant, l'évaporation des océans a contraint les espèces à s'accoutumer à la vie terrestre. Attention ! si les pensées de Maillet relèvent du tout premier transformisme généralisé fondé

uniquement sur des causes matérielles, le processus évoqué n'implique pas pour autant un « arbre du vivant », mais de multiples lignages indépendants entre des animaux marins et des animaux terrestres, y compris l'humain qui trouve ici une origine naturelle. Le livre, non conforme au récit biblique, fut publié dix ans après sa mort, mais des copies manuscrites circulaient déjà clandestinement dès 1720. *Telliamed* signifie en écriture inversée « de Maillet »... Voici un homme qui prit bien des précautions pour que le transformisme germe dans les têtes. Et ce fut le cas. Il circule dans les papiers des intellectuels français de la seconde moitié du XVIII^e siècle, beaucoup d'entre eux ayant lu en effet le *Telliamed*. Chaque décennie de la seconde moitié du siècle des Lumières paraîtront ainsi plusieurs livres transformistes en français. Qu'on en juge...

■ À LA RECHERCHE D'UNE ORIGINE NATURELLE DES ESPÈCES

Le physicien Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) est sans doute l'un des penseurs des plus audacieux de son temps. Non seulement pour lui les espèces dérivent les unes des autres (*Système de la Nature*, 1756), mais il place le hasard à la source des bifurcations, tout comme à l'origine de l'harmonie apparente entre les formes et les fonctions (*Essai de cosmologie*, 1751). En gros, si les organismes vivants fonctionnent bien, et en adéquation avec le climat et l'environnement, c'est que ceux qui ne fonctionnaient pas sont déjà morts. Nous ne voyons que les « combinaisons fortuites » qui fonctionnent. En somme, il invente les prémisses de la sélection naturelle. Et cela dans un siècle où le finalisme domine tellement que Voltaire prend la peine d'écrire un roman pour s'en moquer (*Le Candide*, publié à Genève en 1759). Le naturaliste Georges Louis Marie Leclerc, comte de Buffon (1707-1788), est beaucoup moins audacieux. Il entreverra la modification des espèces par le climat et la filiation des espèces entre elles, mais renoncera à l'affirmer faute de preuves suffisantes. Son ami l'ornithologue Philippe Guéneau de Montbeillard (1720-1785) sera plus téméraire en 1758 et adoptera un transformisme généralisé : inconstance des formes vivantes, changement permanent de l'espèce sous influence du climat ou bien d'accidents, hérédité de l'acquis, génération spontanée. Cet homme est déjà lamarckien, si l'on peut dire, alors que Lamarck n'est encore qu'étudiant chez les jésuites d'Amiens.

Le philosophe Charles Louis de Secondat, baron de Montesquieu (1689-1755), admet dans ses *Pensées* qu'« il y avait fort peu d'espèces au commencement, qui se sont multipliées ensuite », ce qui est contraire au récit de la Genèse dans lequel toutes les espèces ont été créées chacune de la main divine. Il ajoute que sa conviction personnelle le porte à croire « que les espèces changent et varient extraordinairement, qu'il s'en perd et s'en forme de nouvelles ». Denis Diderot (1713-1784) fait rêver son ami d'Alembert dans sa pièce de 1769, *Le Rêve de d'Alembert*, au sujet de la transformation de l'espèce humaine, audace des audaces :

« Qui sait à quel instant de la succession de ces générations animales nous en sommes ? Qui sait si ce bipède déformé, qui n'a que quatre pieds de hauteur, qu'on appelle encore dans le voisinage du pôle un homme, et qui ne tarderait pas

à perdre ce nom en se déformant un peu davantage, n'est pas l'image d'une espèce qui passe ? Qui sait s'il n'en est pas ainsi de toutes les espèces d'animaux ? »

En 1770, le minéralogiste, chimiste et philosophe Paul Henri Thiry d'Holbach (1723-1789) rejette dans *Système de la nature* la stabilité de l'espèce et pose explicitement la question de l'origine des humains comme un produit d'autres espèces passées. Il admet la continuité entre toutes les formes de la nature. Il pose les mêmes questions que d'Alembert dans la pièce de Diderot. D'ailleurs, la pièce date de la même époque et Diderot aura lui-même revu et corrigé le *Système de la Nature* de d'Holbach. Si bien qu'on se demande si ce ne seraient pas des idées de d'Holbach dont d'Alembert rêverait dans la pièce.

■ UN MONDE VIVANT EN PERPÉTUEL CHANGEMENT

Le philosophe et naturaliste Jean-Baptiste-René Robinet (1733-1820) publie *De la Nature* en 1761, où l'échelle des êtres de Leibniz est jalonnée de transformations incessantes. L'horticulteur Antoine Nicolas Duchesne (1747-1827) publie ses observations sur des mutants du fraisier dans son *Histoire naturelle des fraisiers* et y manifeste un transformisme limité : ces variations deviennent à leur tour, au cours du temps, des espèces, idée qu'avait d'ailleurs formulée le botaniste Jean Marchant (1650-1738) dès 1721 dans ses *Observations sur la nature des plantes* au sujet de variants de la mercuriale. Le capitaine des grenadiers de France et philosophe Jacques-Antoine Grignon des Bureaux (1714-1796) publie lui aussi, en 1772, des écrits témoignant d'un transformisme généralisé dans *Tintinnabulum naturae*, où se rassemblent échelle des êtres, génération spontanée, mutations fortuites, hybridations interspécifiques et modification des espèces à l'infini par l'action des « différentes températures des climats ». L'humain y trouve là son origine. Le médecin, naturaliste et géologue Jean-Claude Delamétherie (1743-1817) publie en 1777, à La Haye, *Essais sur les principes de la philosophie naturelle*, un traité transformiste où « on doit regarder l'homme comme la première espèce de singe ». Le physicien et géologue suisse Jean-André Deluc (1727-1817) expose, dans ses *Lettres physiques et morales sur l'Histoire de la Terre et de l'Homme* (1778-1780), comment l'histoire de la Terre oblige les espèces à disparaître, à migrer ou à « transmuter ». Le Lieutenant des chasses royales Charles-Georges Leroy (1732-1789) témoigne dans ses *Lettres sur les animaux* (1768) du fait que, empiriquement, les comportements acquis par entraînement chez les chiens domestiqués deviennent à la longue héréditaires. Dans sa réédition de 1781, Leroy en fait un argument en faveur du transformisme. Lamarck fera grand cas de ces observations.

Le géologue et géographe Jean-Louis Giraud-Soulavie (1752-1813) parle, dès les années 1780, de « métamorphose » des espèces sous l'influence du milieu. Dans son œuvre majeure *Histoire naturelle de la France méridionale* prévue en sept volumes (1780-1784), il estime l'âge de la Terre à plusieurs centaines de millions d'années, et en cela, il est allé bien plus loin que Buffon. En 1784, l'Église le somme de renoncer à la géologie, et la publication des deux derniers volumes de son œuvre est interdite. Le géologue Philippe Bertrand (1730-1811) en 1797 se place dans la lignée

de Benoît de Maillet et émet hypothèse que les formes vivantes proviennent de l'eau. Dans le tome IV de *l'Histoire naturelle des poissons* publié en 1800, Bernard-Germain de Lacépède (1756-1825) adopte clairement la conception transformiste selon laquelle une forme vivante peut « subir un si grand nombre de modifications » qu'elle « est alors métamorphosée en une espèce nouvelle ». Lacépède, Delamétherie et le médecin Pierre Jean Georges Cabanis (1757-1808) sont d'ailleurs membres de la même loge maçonnique, les Neuf Sœurs, qui avait pris la succession de la loge holbachique, laquelle avait explicitement rejeté la stabilité des espèces en 1770 et tenait salon avec les encyclopédistes.

S'il fallait encore s'en convaincre, cette liste est assez longue pour constater que Lamarck n'a pas inventé la transformation des espèces. Non, ce qu'il a apporté de nouveau, c'est d'en proposer un mécanisme (qui manquait à Maillet) et de théoriser le transformisme. Il a tenté de rendre cohérentes toutes les données disponibles à son époque par le travail méritoire du théoricien obsessionnel qu'il était.

Jean-Baptiste de Monet, chevalier de Lamarck (1744-1829), fut botaniste, météorologiste, chimiste, paléontologue avant l'heure et zoologiste. Il est le premier qui construit une véritable théorie générale de la transformation des espèces. Plus qu'une vision, qu'une intuition, il bâtit son discours en partant de trois constats :

– quand on utilise un organe, on le renforce, quand on ne le sollicite pas, il s'affaiblit ;

– les enfants ressemblent à leurs parents ;

– les coquilles dans les strates changent de forme de manière graduelle.

Il tire les conséquences sur le temps long de ces constats empiriques : les organismes font des efforts pour subvenir à leurs besoins ; ce faisant, ces efforts deviennent des habitudes, et à la longue, ils renforcent les organes qui leur servent ; puis ce renfort est transmis à la descendance. Au sujet de la transmission, Lamarck fait d'ailleurs grand cas, comme nous l'avons dit, des écrits de Charles-Georges Leroy, où celui-ci écrivait : « Lorsqu'on force, pendant un grand nombre de générations, des chiens à rapporter et arrêter, ces dispositions et ces actions deviennent naturelles à la race, et même se perpétuent pendant quelques générations sans être entretenues. »

■ GÉNÉRATION SPONTANÉE, HÉRÉDITÉ DE L'ACQUIS, COMPLEXIFICATION

Par ce mécanisme, Lamarck explique d'un seul geste l'origine de la variation au sein de l'espèce, et même l'origine de chaque variation ; l'adéquation entre les formes et les fonctions dans la nature ; et l'origine de la diversité des formes de vie par la transformation constante des espèces (c'est le transformisme). Il offre la première théorie scientifique de la biologie, mot qu'il crée. Cette théorie, élaborée dès 1802, mais véritablement publiée en 1809, se caractérise par le fait que les variations apparaissent en vertu des besoins de l'organisme qui les porte, ce qui la distingue de la théorie de Darwin qui sera publiée 50 ans plus tard, dans laquelle la variation apparaît indépendamment des besoins de l'individu qui la subit. Ni Lamarck ni Darwin ne connaissent les mécanismes et les règles

de l'hérédité. Tous deux admettent l'hérédité des caractères acquis. Des scientifiques de son époque, Lamarck est celui qui est au plus proche des observations disponibles en son temps.

Lamarck admet la génération spontanée, qu'il associe à son transformisme : pour lui, les choses complexes se mettent en place à partir de choses simples. Il conçoit alors la transformation du vivant en termes de *complexification*, et non en termes de dégénérescence depuis les premiers temps comme le faisait Buffon, ou de décadence depuis la Genèse. Il conçoit la génération spontanée à la manière du physicien, les molécules organiques s'associant sous l'effet de la chaleur, facteur crucial pour lui, et de l'humidité. Le vivant ne se déploie pas seulement par complexification, mais aussi par la diversification de grandes masses, issue des circonstances auxquelles les espèces doivent faire face. Cette diversification des masses, il l'illustre dans sa *Philosophie zoologique* de 1809 par l'un des premiers « arbres » qui affilient entre eux les groupes de la zoologie, là où Cuvier, lui, propose quatre plans de construction des animaux déclarés irréconciliables, incomparables.

Par ailleurs, Lamarck s'oppose catégoriquement au catastrophisme de Cuvier (1769-1832). Ce dernier expliquait le fait que les couches géologiques renfermaient des formes absentes aujourd'hui, et ne renfermaient pas de traces de formes actuelles, par le fait que les fossiles appartenaient à des mondes disparus, annihilés par « quelques révolutions de ce globe ». Lamarck objecte :

« un bouleversement universel, qui nécessairement ne régularise rien, confond et disperse tout, est un moyen fort commode pour ceux des naturalistes qui veulent tout expliquer, et qui ne prennent point la peine d'observer et d'étudier la marche que suit la nature à l'égard de ses productions et de tout ce qui constitue son domaine ».

Là où Lamarck voit dans les coquilles fossiles et actuelles des continuités, et même la permanence de certaines espèces (répertoriées au nombre de 40 connues à l'état *actuel et fossile* par le géologue Faujas de Saint-Fond en 1799), Cuvier, lui sur les vertébrés, ne voit aucune correspondance entre les fossiles et les actuels. Cuvier reproche à Lamarck de spéculer, Lamarck tient Cuvier pour un esprit étroit. Qu'on en juge :

« Dans l'étude des sciences, comme dans tout autre genre d'occupation, les hommes à petites vues ne peuvent réellement se livrer qu'à de petites choses, qu'à de petits détails, et leur nombre est toujours celui qui domine. Or, par suite naturelle de l'estime que chacun attache à ce qu'il peut faire ou à ce qu'il est capable de concevoir, les hommes ordinaires méprisent ou désapprouvent en général la considération des grands objets et des grandes idées. » Suivez mon regard !

La *Philosophie zoologique* (1809) est la première théorie physicaliste de l'évolution du vivant. Lamarck adopte en science un matérialisme méthodologique et fonde toutes ses inférences à partir d'explications physiques. Dans son *Hydrogéologie* de 1798, il avait d'ailleurs théorisé à la fois les phénomènes physiques, chimiques et organiques dans un même ensemble de lois constantes. Alors que Buffon tentait de reconstituer l'histoire de la Terre, *Lamarck lui n'est nullement un historien.*