

ÉVOLUTION PROGRESSIVE OU ÉVOLUTION PAR SAUTS?

La question de fond qu'ils ont soulevée revêt plusieurs facettes. Les observations que l'on fait dans le domaine de la micro-évolution peuvent-elles, seules, expliquer les événements de macro-évolution? Autrement dit, la variation intraspécifique suffit-elle à rendre compte des grands événements d'évolution que constatent les paléontologues (l'apparition de nouveaux plans d'organisation ou de nouveaux phyla)? Par ailleurs, la formation des espèces est-elle liée à des transformations morphologiques notables? Enfin, les modifications sont-elles lentes et graduelles ou, au contraire, sont-elles brutales, correspondant à des sauts évolutifs (voir la figure 3)? C'est ce dernier modèle que Elredge et Gould ont défendu pendant 25 ans, soulignant que le registre fossile regorge d'exemples où l'on observe que les espèces sont stables sur de longues périodes, et que les nouvelles espèces surgissent brutalement. L'argument selon lequel la stagnation est une donnée comme les autres invite les paléontologues à prêter plus d'attention à un aspect de l'évolution qu'ils ont trop négligé.

Les principales critiques faites à leurs propositions ont porté sur le lien obligé qu'Elredge et Gould établissent entre spéciation (naissance d'espèces filles) et transformation morphologique, lien qui entraîne que la sélection d'espèces est le moteur le plus puissant de l'évolution (alors que pour le darwinisme orthodoxe, la sélection n'agit que sur les individus). Bien des biologistes, et non des moindres, se sont élevés contre cette hypothèse, notamment les partisans convaincus de l'adaptation. Chez les paléontologues, ce qui déclencha le plus de controverses fut l'idée qu'il faut considérer comme périmé le gradualisme si cher non seulement à Charles Darwin lui-même, mais aussi à tous les chasseurs de fossiles. Selon Darwin, les transformations qu'ont connues les êtres vivants au cours des temps géologiques ont été lentes et continues, sur de très longues périodes, et si l'on ne trouve que peu de formes intermédiaires, c'est que l'enregistrement fossile est plein de lacunes.

Dans ce domaine, depuis 1859, des découvertes nombreuses sont venues apporter des réponses éclairantes, qu'il s'agisse de l'origine des oiseaux, de celle des baleines, voire de notre propre espèce. Peu à peu, nous reconstruisons l'histoire des lignées et comblons les vides qui existaient dans le registre fossile au temps de Darwin. Si l'on revient maintenant à la question des sauts évolutifs, il est vrai qu'elle reste discutée, mais est-elle réellement bien posée, et surtout est-elle à la portée des observations qui sont disponibles aux paléontologues? L'enregistrement fossile, ne l'oublions pas, est tributaire de l'enregistrement sédimentaire. Ne peut-il arriver que l'on confonde, en observant l'évolution d'espèces à différents niveaux de la colonne stratigraphique, la vitesse d'évolution de leurs caractères avec celle de l'enregistrement sédimentaire? Les stases morphologiques ne sont-elles pas dues à des épisodes au cours desquels la sédimentation fut continue et l'accumulation lente, alors que les sauts sont observés après des interruptions du dépôt?

Des études expérimentales récentes, conduites par des généticiens sur la bactérie *Escherichia coli*, me paraissent très instructives quant aux questions d'échelle de temps (voir la figure 5) et de continuité (ou de discontinuité) des enregistrements fossiles. Par leur capacité de multiplication, ces micro-organismes offrent bien des avantages qu'on rechercherait en vain chez les fossiles. Observer quelques milliers de générations qui se succèdent dans les boîtes où on les élève n'est qu'un jeu d'enfant, du moins pour les microbiologistes. Ainsi Richard Lenski et Michael Travisano, de l'Université du Michigan, ont observé l'évolution de 10 000 générations successives d'une douzaine de colonies d'*Escherichia coli* durant quatre ans. Ils ont suivi l'évolution de

la taille de leurs cellules et de la valeur sélective (un coefficient qui mesure la capacité à passer le crible de la sélection naturelle) des colonies de ces micro-organismes. Ils constatent que leurs «courbes d'évolution» sont très différentes selon que les prélèvements et les mesures sont effectués toutes les 100 ou toutes les 500 générations.

Dans le premier cas, on obtient une courbe en escalier, conforme au modèle de Elredge et Gould, dans le deuxième, la courbe révèle une évolution graduelle. Cependant, dans les deux cas, à l'issue de l'expérience, un palier de stabilité – une stase – est atteint. L'hypothèse d'Elredge et de Gould paraît vérifiée : les caractères peuvent rester stables pendant des périodes plus ou moins longues. Cependant, stabilité d'un ou de plusieurs caractères n'est pas synonyme de stabilité de l'espèce qui les porte. Les causes de ces phénomènes de stase sont peut-être à rechercher au cœur des cellules, dans leur mode de fonctionnement et, surtout, de leur développement. Ainsi, l'importance d'une protéine «chaperonne» (Hsp 90) est régulièrement confirmée. Les protéines chaperonnes ont pour mission de protéger les autres protéines contre les agressions extérieures, par exemple une brusque élévation de la température. C'est peut-être là le premier pas «moléculaire» qui nous permettra de mieux comprendre la stase et d'en mesurer les effets.

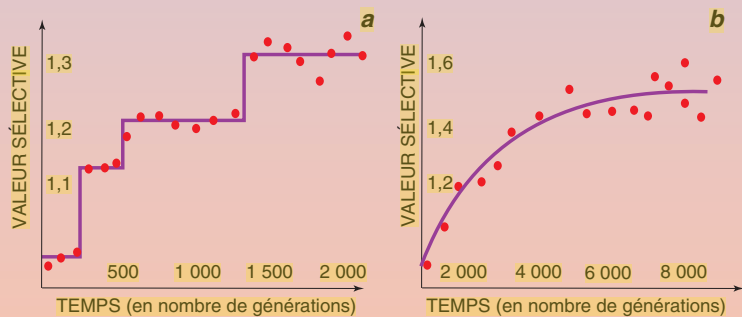
À cette occasion, on voit que, loin de concerner uniquement le cercle étroit de la paléontologie, les travaux de Gould ont ouvert des perspectives dans bien d'autres disciplines. Si j'ajoute que, dans la foulée de son travail sur les équilibres ponctués, il écrivit, en 1977, un autre ouvrage *Ontogénie et Phylogénie* qui, à son tour, devint une référence – au point que la lecture en est aujourd'hui imposée aux débutants –, on ne s'étonne pas qu'au fil des ans, l'autorité et le prestige de Gould soient allés grandissants.

ONTOGÉNIE ET PHYLOGÉNIE

Le biologiste Ernst Haeckel (1834-1919) avait écrit : «L'ontogénie récapitule la phylogénie.» Autrement dit, au cours de son développement (ontogénie), chaque embryon passe par les formes primitives qui ont précédé celles de son espèce (phylogénie). Ce concept était passé de mode, lorsque Gould en fit son miel en le réactualisant et en suggérant que l'on devait



4. Gould devant le Tyrannosaure qui fut, selon ses dires, à l'origine de sa vocation de paléontologue.



5. La valeur sélective a été représentée en fonction du temps, exprimé en nombre de générations, dans des populations d'*Escherichia coli*. Quand on fait les mesures toutes les 100 générations (a), la courbe évoque celle des équilibres ponctués, tandis que des mesures effectuées toutes les 500 générations (b) indiquent une évolution graduelle.

étudier de plus près les hétérochronies de développement (le fait que l'on peut passer d'une forme vivante à une autre, très différente, par la simple modification de quelques gènes commandant les rythmes de développement de l'embryon).

D'aucuns diront que le vocabulaire sybillin qu'il remit au goût du jour – pedomorphose ou pérarmorphose – ne déboucha que sur des joutes logomachiques. Il n'empêche que, ce faisant, une réflexion s'engagea chez tous les évolutionnistes, qui devait porter ses plus beaux fruits lorsqu'à la même époque se déclencha la révolution cladiste. Cette approche permet de construire un arbre généalogique des espèces en recherchant les caractères évolués qu'elles partagent et en supposant qu'entre chaque embranchement, le nombre de transformations évolutives est minimal. Nombre de systématiciens étaient restés jusque-là quasi indifférents à la notion d'homologie, et la lecture de Gould fut des plus salutaires. Par ailleurs, un regain d'intérêt se fit jour pour les études d'embryologie évolutive, et la génétique du développement prenant son essor, le travail de Gould arriva à point nommé.

Le travail de réflexion qu'a accompli Gould dans le domaine de la biologie évolutive est tout à fait remarquable. Dès son premier essai, paru en 1965, il s'interrogeait : « L'uniformitarisme est-il un passage obligé ? » Ce premier travail me semble contenir en germe la suite de son œuvre et de sa guerre contre les idées reçues. Elles ont en science, la vie aussi dure que dans d'autres domaines. C'est probablement vis-à-vis des adaptationnistes purs et durs qu'il s'éleva le plus vigoureusement. Avec Richard Lewontin, son voisin au Musée de Harvard, il postula qu'à l'image des tympans des églises (si ornements soient-ils, ils ne sont d'aucune utilité pour assurer la solidité de l'édifice), de nombreux caractères ne sont d'aucune utilité pour assurer la survie des organismes et que, par conséquent, la sélection naturelle n'a joué aucun rôle pour les forger. Ce faisant, ils remettaient en cause des pans entiers d'une discipline qui venait de naître, la sociobiologie, due à Edward Wilson.

C'est avec Elizabeth Vrba, de l'Université Yale, qu'il partagea la paternité du concept d'exaptation. D'après ce concept, certains caractères qui, dans le passé évolutif d'un groupe, ont occupé des fonctions précises, ont été, par la suite, « oubliés ». Puis, dans une nouvelle phase de l'histoire du groupe, ils ont pu être réutilisés à d'autres fins. Ainsi en est-il, par exemple, des os pubiens, présents chez tous les vertébrés terrestres ovipares, absents chez les mammifères placentaires, et qui, chez les marsupiaux, sont réutilisés et maintiennent la poche marsupiale. C'est, à l'échelle de l'organisme, du « bricolage », selon l'expression de François Jacob, et il est plus fréquent qu'on ne le pense.

Encore une fois, ces positions firent naître de nombreuses polémiques. Récemment, il avait engagé avec l'auteur de l'*Horloger aveugle* et du *Gène égoïste*, Richard Dawkins, une chicane qui devenait de plus en plus acrimonieuse. Les deux

hommes n'étaient pas seulement séparés par l'Atlantique : Gould, on l'a rappelé, était un naturaliste de terrain, professeur de géologie et de paléontologie à Harvard (New England) ; Richard Dawkins est professeur à l'Université d'Oxford (Old England) et préfère fabriquer la nature dans son laboratoire où il s'adonne à une tâche bien mystérieuse, la modélisation du comportement animal. J'avoue préférer les coureurs de garigue aux colins froids rivés à leurs écrans d'ordinateur, mais on me répliquera, évidemment, que le plus grand naturaliste, Buffon, lui aussi écrivain populaire, fréquenta surtout sa table de travail, plume d'oie à la main. La dispute ne concernait en rien le célèbre Français : Darwin, comment s'en étonner, était pris à témoin par les deux hommes ! Résumons la querelle en disant que Gould reprochait à R. Dawkins son darwinisme outrancier, le qualifiant d'hyperdarwiniste, alors que l'intéressé accepte tout juste le qualificatif d'ultradarwiniste !

EXPERT EN CONTROVERSE

Les controverses entre scientifiques sont monnaie courante, et Gould n'a pas manqué de s'adonner à ce sport de cénacle. Il en est d'autres, publiques celles-là, qu'il ne négligea pas non plus, et où il donna libre cours à son militantisme évolutionniste.

C'est ce dernier aspect de l'action de Gould que je souhaite évoquer : il montre, s'il en était besoin, qu'il fut un scientifique attentif aux maux de notre temps. Dans ce grand pays, religieux jusqu'au puritanisme, il dut, à de nombreuses reprises faire entendre la voix de la raison dans la presse, bien sûr, mais aussi devant les tribunaux. Le combat contre le créationnisme est une bataille qui dure depuis près de 80 ans, puisqu'elle a débuté en 1925. Régulièrement, dans les États du Sud des États-Unis, on propose d'enseigner, dans les écoles, les théories créationnistes, telles qu'elle sont rapportées dans la Genèse. Récemment, en plusieurs occasions, Gould a été appelé à témoigner devant diverses instances, souvent accompagné de plusieurs de ses collègues. C'est une guerre d'usure qui semble ne jamais devoir s'achever. Les différentes sectes qui s'y livrent recherchent le battage médiatique, et les moyens financiers qu'elles investissent dans ces opérations sont considérables. Chaque fois, Gould est venu témoigner, et son savoir, son autorité, son éloquence et son ironie ont fait merveille. Souhaitons que la communauté scientifique américaine lui trouve rapidement un successeur : les gardiens des temples du sectarisme ne sont hélas pas près de baisser les bras.

Il y a quelques mois, est parue une œuvre en gestation depuis 20 ans : *La structure de la théorie de l'évolution*. Il disait de cette œuvre de 1 433 pages et de plus de deux kilogrammes qu'elle était son *Opus Magnus*. Je ne doute pas qu'elle fera date et qu'elle constituera une référence pour tous les évolutionnistes qui sont, un peu grâce à lui, de plus en plus nombreux.

Jean-Louis HARTENBERGER est directeur de recherche à l'Institut des sciences de l'évolution, à l'Université de Montpellier II.

Recueils d'articles parus dans la série *This view of life, Natural History Magazine* :

***La foire aux dinosaures. Réflexions d'histoire naturelle*, Seuil, 1993.**

***Un hérisson dans la tempête*, Grasset Fasquelle, 1994.**

***Comme les huit doigts de la main ? Réflexions d'histoire naturelle*, Seuil, 1997.**

***Les quatre antilopes de l'apocalypse*, Seuil, 2000.**

***Les coquillages de Léonard. Réflexions d'histoire naturelle*, Seuil, 2001.**

***Les pierres truquées de Marrakech : avant dernières réflexions sur l'histoire naturelle*, Seuil, 2002.**