





# Une fraude en embryologie

MICHAEL RICHARDSON

*Pour «prouver» que les embryons précoces de toutes les espèces de vertébrés se ressemblent, Haeckel a falsifié ses dessins.*

Les espèces différent-elles parce que leurs modes de développement embryonnaire ne sont pas identiques ? Au XIX<sup>e</sup> siècle, pour tenter de répondre à cette question, les embryologistes comparaient l'aspect des embryons de vertébrés au même stade de développement. Puis, cette facette de l'embryologie, dite comparée, est tombée dans l'oubli. Aujourd'hui, la question resurgit, car les biologistes moléculaires ont montré que le développement embryonnaire de nombreuses espèces est commandé par les mêmes gènes. Jonathan Slack et ses collègues de l'Université de Bath ont émis l'hypothèse que la similitude des gènes du développement justifierait les conceptions des biologistes de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle sur l'embryogenèse et l'évolution : ils pensaient que l'embryogenèse est un condensé de l'évolution, que tous les embryons passent par un stade précoce identique, le stade phylotypique, sur lequel l'évolution n'aurait aucune prise, et que les différences interspécifiques apparaissent ultérieurement.

Toutefois, à y regarder de plus près, on s'aperçoit que le stade phylotypique – un concept qui semble pourtant évident aux biologistes – ne correspond pas à un stade du développement bien précis, et l'on s'interroge : le stade phylotypique existe-t-il ? En fait, cette notion est issue des travaux que le biologiste allemand Ernst Haeckel a réalisés à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup>. Hélas, il a modifié la réalité pour l'adapter à sa thèse et a falsifié ses dessins pour tenter de prouver que tous les

embryons précoces se ressemblent au stade phylotypique.

De son vivant, Haeckel fut aussi célèbre que Charles Darwin. Il tenta d'unifier embryologie et évolution en une théorie audacieuse sur l'origine de la vie, selon laquelle, les animaux évolueraient quand apparaissent de nouveaux stades du développement embryonnaire, qui s'ajouteraient aux stades de développement de l'ancêtre commun. Puis, cette théorie a été abandonnée, ternissant la gloire passée de son auteur.

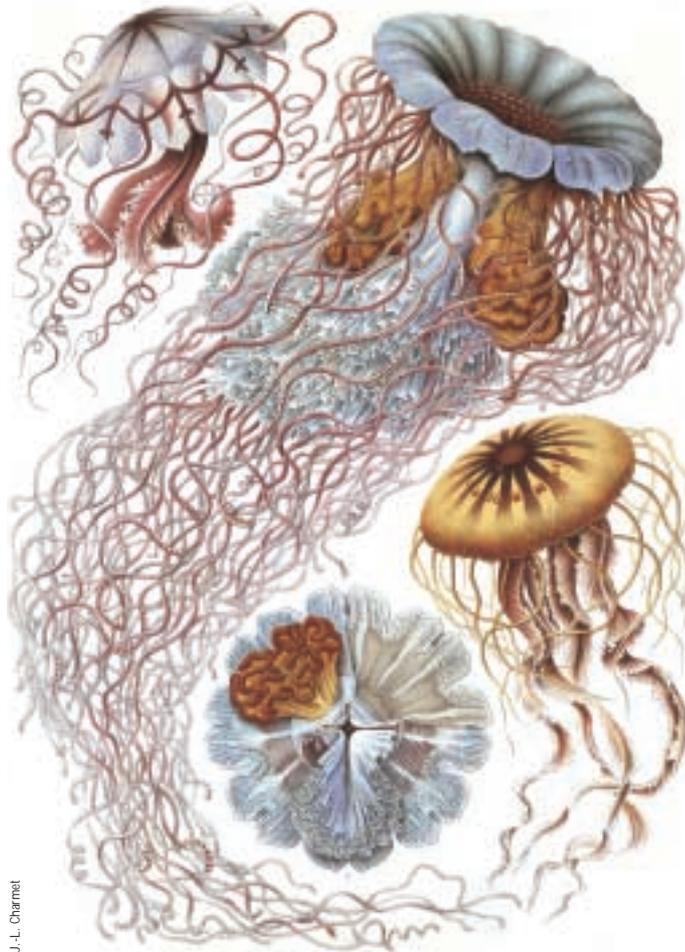
Haeckel aimait dessiner et, au cours d'un voyage en Sicile, il y trouva la lumière si délicate qu'il fut même tenté d'abandonner la science pour se consacrer à la peinture. Ses illustrations étaient souvent de qualité, notamment lorsqu'il dessinait des méduses et autres animaux marins. Ses dessins d'embryons sont parmi les plus connus de l'embryologie et ils illustrent, aujourd'hui encore, certains ouvrages de biologie moléculaire, de biologie du développement et de biologie de l'évolution. Il les

a lui-même publiés dans plusieurs livres, les complétant progressivement, ajoutant de nouvelles espèces ou de nouvelles étapes de développement. Pourquoi ces dessins ont-ils eu tant d'influence sur les biologistes ? Comment a-t-on découvert qu'ils sont faux ?

## L'EMBRYOLOGIE AU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE

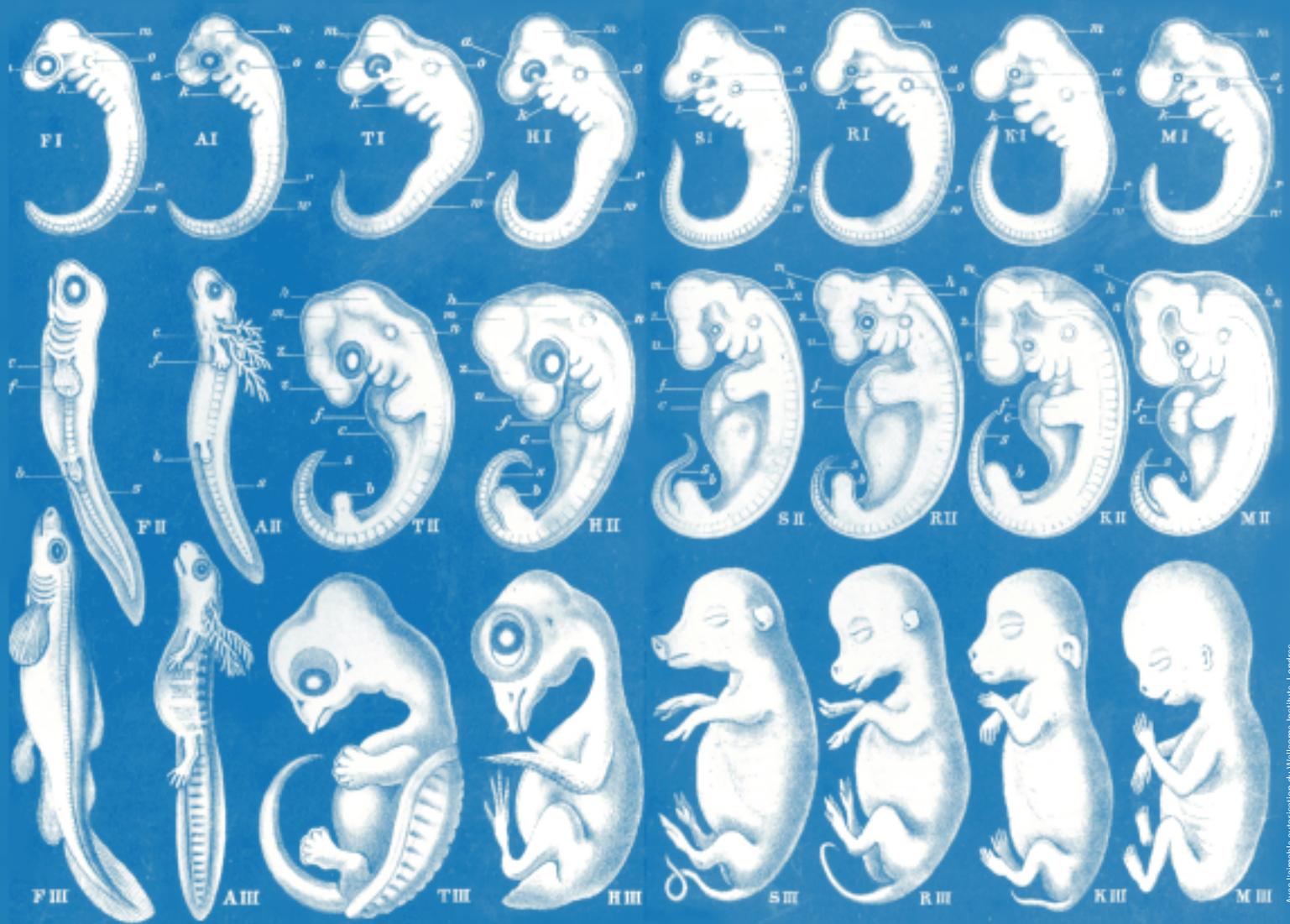
Charles Darwin considérait que l'embryologie apportait plusieurs preuves à sa théorie de l'évolution. En 1828, l'embryologiste Karl von Baer montra combien les embryons des différentes espèces de vertébrés se ressemblent. Au XIX<sup>e</sup> siècle, cette idée était l'une des plus choquantes de la théorie de l'évolution, car elle ramenait l'homme au rang de l'animal, le considérant comme un mammifère parmi les autres. Pourtant, il est écrit dans la Bible que Dieu créa l'homme à son image.

Comment les évolutionnistes pouvaient-ils alors prétendre que l'homme et le singe partageaient un ancêtre commun ? Pour valider la théorie



J.-L. Charnet

1. Les méduses dessinées par Ernst Haeckel ont fait sa renommée.



2. Les dessins d'embryons d'Haeckel ont longtemps servi de références dans les ouvrages de biologie et d'embryologie. Ils montrent plusieurs espèces à un stade de développement embryonnaire précoce (en haut), puis à deux stades ultérieurs (au milieu et en bas). Haeckel voulait mon-

trer (et pour ce faire a falsifié la première ligne) que toutes les espèces passent par le même stade embryonnaire précoce. Il a représenté une espèce par colonne : de gauche à droite, le poisson, la salamandre, la tortue, le poulet, le porc, la vache, le lapin, l'homme.

de l'évolution, Haeckel fonda toute son argumentation sur l'embryogenèse... n'hésitant pas à forcer le trait, pour illustrer ses convictions.

Dans son ouvrage, publié en 1874, *Anthropogénie ou L'évolution de l'homme*, Haeckel utilise l'anatomie, l'anthropologie, la paléontologie et, surtout, l'embryologie pour étayer sa théorie de l'évolution. L'ouvrage est illustré de plusieurs dessins d'embryons réalisés par un artiste d'après les instructions d'Haeckel (voir la figure 2). Ils représentent huit animaux à trois stades de leur développement embryonnaire. Chaque espèce occupe une colonne et les lignes correspondent à des stades de développement identiques (en haut le jeune embryon au stade phylotypique, au milieu l'embryon plus âgé, et en bas le fœtus ou même le jeune, après la naissance).

Le message d'Haeckel était clair : les hommes et les animaux se développent à partir d'embryons quasi iden-

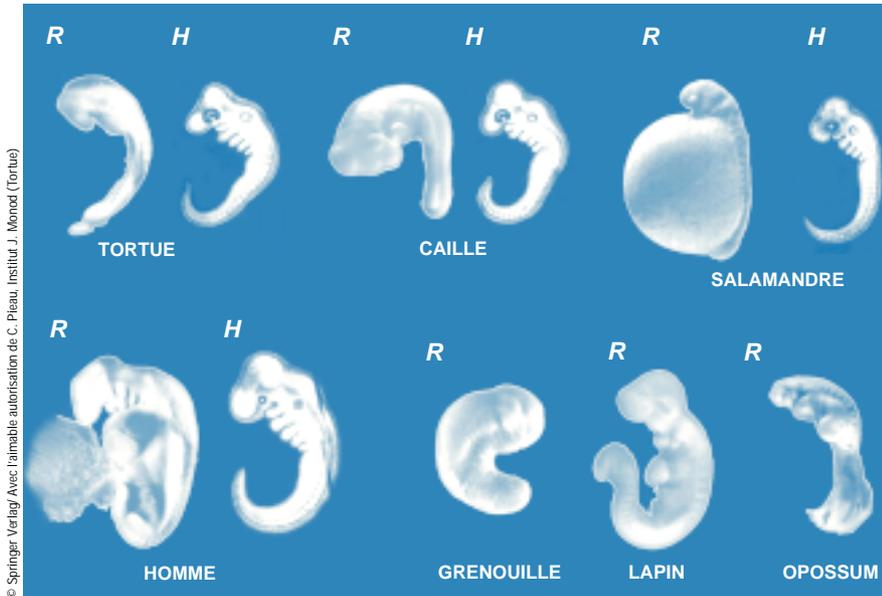
tiques, donc ils ont la même histoire évolutive. Aujourd'hui, cette thèse est contestée. Les embryologistes ne considèrent plus que les dessins d'Haeckel donnent des informations sur l'évolution des espèces, tout au plus montrent-ils que les embryons précoces d'humains et d'animaux se ressemblent beaucoup, et que les traits spécifiques des différentes espèces s'accroissent avec le développement.

### LE RÉEXAMEN DES EMBRYONS

Ainsi, l'embryon de poisson ressemble de plus en plus à un poisson quand ses nageoires et ses branchies apparaissent. Cette différenciation progressive de l'aspect des différentes espèces se nomme divergence. Toutefois les dessins d'Haeckel véhiculent un message encore bien plus controversé : les embryons précoces n'ont pas évolué.

L'hypothèse du stade embryonnaire conservatif d'Haeckel est tout à fait compatible avec le conservatisme génétique du développement, aujourd'hui établi. Les gènes nommés *homeobox* sont des gènes essentiels du développement : en activant ou en inhibant d'autres gènes, ils agissent comme des interrupteurs du développement. Les gènes *homeobox* de la drosophile sont très proches de ceux des vers, de la souris, du poisson et de l'homme, etc.

Néanmoins, les embryons que nous présente Haeckel se ressemblent-ils à ce point ? N'y a-t-il vraiment pas de différences entre un embryon de poisson et un embryon humain ? Pour le savoir, nous avons récemment comparé les dessins d'Haeckel avec des embryons réels. Nous avons examiné les embryons de nombreux vertébrés, notamment de poissons, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères. Nous avons sélectionné des embryons qui étaient au même stade



© Springer-Verlag Avec l'aimable autorisation de C. Pieau, Institut J. Monod (Tortue)

3. Des embryons précoces d'espèces différentes ont été photographiés au même stade de développement. On a placé ces embryons «réels» (R) à côté des dessins correspondants d'Haeckel (H). Les embryons réels sont notablement plus variés que n'avait voulu le faire croire Haeckel : ils n'ont ni la même taille ni la même forme.

de développement que les embryons les plus précoces d'Haeckel. Nous avons découvert avec stupéfaction que la nature n'imité pas l'art, et que les embryons, présumés identiques, diffèrent.

D'abord, les embryons à un stade identique de développement n'ont pas la même taille. Ce résultat contredit les données fournies par certains livres de référence encore en usage, où les embryons de vertébrés ont la même taille au même stade de développement. Or, dans notre étude, le plus petit de nos embryons (un poisson) mesurait moins d'un millimètre, tandis qu'au même stade d'autres embryons sont dix fois plus gros. Ainsi, la taille des embryons est une cible de la sélection naturelle. De surcroît, nous avons observé une variété étonnante de la forme de ces embryons (voir la figure 3).

En 1995, j'ai montré que les organes se développent à des moments différents selon les espèces. Ainsi, chez les embryons marsupiaux, les membres antérieurs apparaissent bien plus tôt que chez les mammifères placentaires, la souris par exemple. Les marsupiaux ont besoin très tôt de leurs membres antérieurs, car le nouveau-né doit se frayer un chemin jusqu'à la poche d'incubation de sa mère. À cause de ces membres antérieurs précoces, les marsupiaux n'ont pas le même aspect que les autres embryons de vertébrés.

Ainsi, au cours de l'évolution, la chronologie des événements du développement embryonnaire a changé. Les poissons-zèbres illustrent ce propos : la plupart des embryons de vertébrés ont des fentes branchiales sur les côtés du

cou. Chez le poisson zèbre, ces fentes apparaissent tardivement ; le cœur aussi apparaît plus tard que chez les animaux à sang chaud.

Haeckel a donné une vision fautive du développement embryonnaire, mais sa supercherie va plus loin. Les dessins d'Haeckel contiennent tant d'erreurs qu'il ne s'est certainement pas contenté de reproduire de vrais embryons. Par exemple, tous les embryons qu'il a dessinés sur la ligne supérieure de la planche reproduite sur la figure 2 sont dépourvus de membres et de nageoires, tandis que ces structures sont bel et bien présentes sur les embryons au stade dessiné. Les embryons précoces ne sont pas les seuls erronés : le poisson le plus âgé a quatre branchies, au lieu de cinq en réalité, il a le museau d'un mammifère et surtout, il a les nageoires d'un poisson d'une autre espèce. C'est un poisson-puzzle dont les pièces proviennent d'espèces différentes.

### LA RECONSTRUCTION DES CHAÎNONS MANQUANTS

Nos travaux ont montré que les dessins d'Haeckel n'étaient ni précis ni corrects. Nous ne sommes pas les premiers à porter un jugement critique sur le travail d'Haeckel : il fut attaqué par plusieurs embryologistes qui mirent en doute sa démarche scientifique. Les condamnations vinrent aussi des créationnistes, qui accusaient les représentations d'Haeckel d'être incompatibles avec la création divine. Accusé d'avoir falsifié ses dessins, Haeckel se défen-

dit dans plusieurs journaux : «Un petit nombre (six à huit pour cent) de mes dessins d'embryons sont des faux, [...], c'est-à-dire ceux pour lesquels le matériel disponible est si incomplet et si insuffisant que j'ai été contraint de compléter et de reconstruire les chaînons manquants...»

Une telle confiance jette quelque doute sur l'ensemble des dessins : lesquels correspondent à la réalité ? Lesquels sont invention ? Pourquoi les dessins d'Haeckel ont-ils continué à être reproduits dans de nombreux ouvrages de référence en embryologie, publiés au XX<sup>e</sup> siècle ? Parce que de moins en moins de biologistes parlent allemand, que les rares germanophones n'ont pas lu les confessions d'Haeckel, et que l'embryologie comparative a été progressivement négligée au profit de l'embryologie expérimentale et de la génétique.

Quels enseignements peut-on tirer de cette mésaventure ? Tout d'abord que toutes les espèces n'ont pas le même développement embryonnaire. Certes, tous les vertébrés ont hérité, de leur ancêtre commun, le même scénario de développement embryonnaire, mais ce scénario a évolué. Les embryons identiques d'Haeckel n'ont existé que dans les livres, et personne n'observera jamais ces archétypes qui représentent tous les embryons de vertébrés en général, mais aucune espèce en particulier.

Notre étude a révélé une variété notable des embryons précoces, et nous pensons que tous les mécanismes du développement embryonnaire ne sont pas nécessairement identiques pour toutes les espèces : contrairement à ce que pensait Haeckel, la sélection ne semble pas avoir eu pour seules cibles les animaux adultes ; les mécanismes évolutifs agissent aussi sur les embryons.

Michael RICHARDSON est professeur d'anatomie et de biologie du développement à la faculté de Médecine de l'Hôpital Saint-George, à Londres.

L. SZYFMAN, *Les prétendues falsifications d'Ernst Haeckel et son triomphe sur ses difformateurs*, in *Bull. Biol.*, vol. 113, pp. 375-406, 1979.

M. RICHARDSON, *Heterochrony and the Phylotypic Period*, in *Dev. Biol.*, vol. 172, pp. 412-421, 1995.

E. PENNISI, *Haeckel's Embryos : Fraud Rediscovered*, in *Science*, vol. 277, pp. 1435, 1997.

M. RICHARDSON et al., *There is no Highly Conserved Embryonic Stage in the Vertebrates : Implications for Current Theories of Evolution and Development*, in *Anat. Embryol.*, vol. 196, pp. 91-106, 1997.