

LES PREMISSES GEOLOGIQUES ET PALEONTOLOGIQUES DE LA THEORIE DARWINISTE DAN GRIGORESCU¹

Motto

L'hommage d'un paléontologue à Charles Darwin, pour le bicentenaire de sa naissance.

Abstract. *Geological and paleontological premises of the Darwinian Theory.*

Geology and Paleontology had an essential role in opening Charles Darwin's eyes and mind on the "transmutation" of species. Adam Sedgwick, Charles Lyell and up to a point, Richard Owen were Darwin's mentors in the two fields, each of them in different ways: Sedgwick by training him on practical methods in field geology, Lyell through the "Principles of Geology", which was for the young naturalist the capital book during his five years voyage around the world on "Beagle" and Owen through the advices on collecting fossil bones and by doing the determination of most of the fossil mammals discovered by Darwin in the Argentinean pampas.

The fossils of the large Pleistocene mammals, found in South America among which the extinct giant ground sloth *Megatherium* and the armored edentate *Glyptodon* whose bony carapace resembles the living armadillos (*Dasypus*), common in the areas near the fossiliferous sites were for Darwin the first and consistent proves of evolution. From the stratigraphic sections and their different paleontological content, Darwin learned on the different rate of changes among different evolutionary lineages (comparisons were made among bivalves and mammals), on the biological extinctions during the life history and on the immensity of the geologic time, the last one representing the presumed condition in the Darwinian theory in sustaining the origin of the new species through the slow and gradual accumulation of small changes. All these aspects are included in two major chapters of the "Origin of species": *On the imperfection of the Geological record* and *On the Geological succession of the organic beings*.

Before becoming biologist, Darwin was geologist, his first papers were on Geology: *The structure and distribution of coral reefs*, 1842, *Geological observations on the volcanic islands*, 1844, *Geological observation on South America*, 1846; as well, his membership in the Geological Society from London started in 1837, two years before being admitted in the Zoological Society.

The greatest merit of the Darwin's Theory is that for the first time he demonstrated that Evolution cannot be understood solely, on the base of the today living organisms, but in a global mode, adding to this "horizontal aspect", the "vertical/chronologic" one, based on fossils and the paleontological facts shown by them.

Undoubtedly, the Darwinian Theory encouraged greatly the studies on the evolution of the organisms during the Geological history, promoting the further development of the Evolutionary Paleontology.

In spite of the severe critics which were and are addressed these days to Darwin's Theory, it remains the solid ground for discussing the complexity of the evolutionary processes based on facts on the entire scale of the biological history of the Earth. The only consistent theory of Evolution after Darwin is the "Synthetic Theory" in which the three co-authors, Theodosius Dobzhansky (geneticist), Ernst Mayr (systematician) and George Simpson (paleontologist) synthesized the relevant facts from their own fields of interest.

Mots-clefs: Charles Darwin. Théorie évolutionniste. Preuves paléontologique d'évolution. Gradualisme phylétique vs. Equilibres ponctués.

Keywords: Charles Darwin. Evolutionary Theory. Paleontological proves of evolution. Phylletic gradualism vs. Punctuated equilibria.

INTRODUCTION

Bien que dans la formation de naturaliste du jeune Charles Darwin, effectuée particulièrement pendant ses études de Médecine à Edinburgh, et de Théologie à Cambridge, son intérêt pour la Biologie et, respectivement pour la Géologie, ne peut pas être quantifié, la Géologie a toutefois eu un rôle prépondérant. Ainsi, des faits et événements dans sa jeunesse montrent que, avant de devenir biologiste, Darwin a été géologue (Fig.1).

Tout de suite après son retour du voyage sur "Beagle", en 1837, suivant les matériaux et rapports envoyés pendant le voyage, Darwin a été élu membre de la Société Géologique britannique, devenant son secrétaire entre 1838 et 1841 (White & Gribbin, 1995).

Dans la formation géologique de Darwin, deux personnalités scientifiques ont eu une forte influence: Adam Sedgwick et Charles Lyell. L'apport de ces deux savants a été assez différent. Sedgwick lui a appris les méthodes pratiques d'étude du terrain, surtout pendant des recherches dans le Pays de Galles où Sedgwick a établi le stratotype du Cambrien. Lyell par ses "Principles of Geology" l'a introduit dans le domaine théorique de la

Géologie, surtout dans l'interprétation du passé géologique par des faits du présent, conformément à la philosophie uniformitarianiste, initiée par James Hutton et appuyée sur des bases solides par Charles Lyell. (Kelly & Kelly, 2009), (Fig.2, 3).

Au début, le grand anatomiste anglais Richard Owen l'a aussi aidé par des conseils sur la préparation des os fossiles et par la détermination de la plupart des mammifères fossiles trouvés par Darwin en Argentine, mais les visions différentes sur l'histoire de la vie: transformiste pour Darwin, créationniste pour Owen, les ont séparé finalement (fig. 4).

Les savoirs acquis, autant pratiques que théoriques, ont été utiles dans les observations et recherches faites par Darwin pendant le voyage de presque cinq ans autour du monde sur "Beagle". Ce voyage a représenté pour Darwin l'excellente opportunité d'appliquer les connaissances acquises et de les vérifier avec ses propres yeux (Fig.5).

Les premiers faits significatifs pour l'évolution relevés par Darwin, ont été les fossiles de grands mammifères

¹Université de Bucarest, Chaire de Géologie et Paléontologie, Blvd. N.Balcescu 1, dangrig@geo.edu.ro

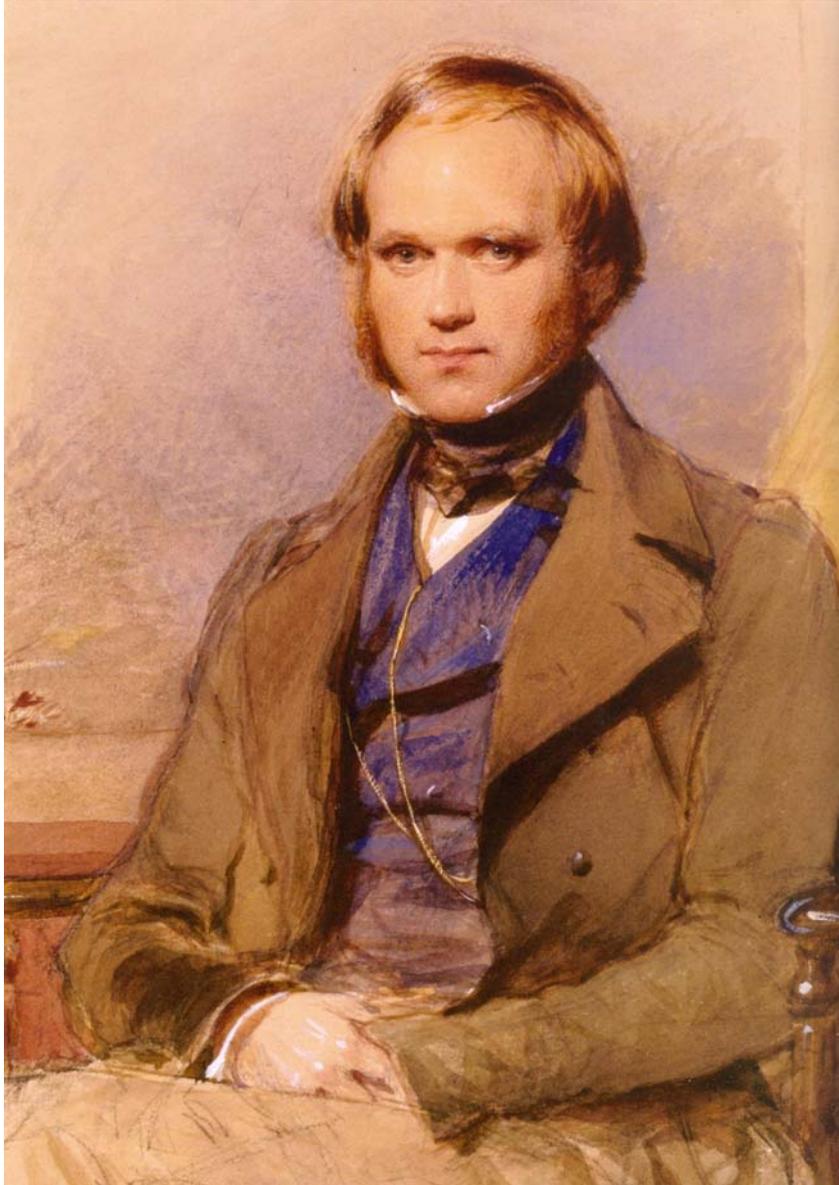


Fig. 1 - Charles Darwin jeune (vers l'âge de 30 ans).

pléistocènes trouvés en Argentine, comme le grand *Glyptodon* cuirassé, semblable aux tatous qu'on rencontre actuellement partout dans la pampa (Fig. 6). L'idée d'évolution réalisée dans la même région géographique par l'accumulation des petites transformations produites lentement fleurit dans la conception de Darwin et deviendra un principe de base dans sa théorie. Trois ans plus tard, les observations sur les pinsons dans des îles de Galápagos ont ajouté un aspect nouveau à la théorie de Darwin: l'évolution par des adaptations liées aux conditions spécifiques des différents territoires géographiques. Les observations sur la succession stratigraphique des différents groupes d'animaux l'ont convaincu de la vérité de l'idée de Lyell sur la longévité différente des espèces, les espèces de mammifères ayant dans l'ensemble une existence plus courte que celles de mollusques. Darwin a aussi argumenté sur les extinctions totales qui ont affecté la plupart des mammifères pléistocènes rencontrés. C'était un point de vue différent

de celui de Lyell qui n'admettait pas des discontinuités brutales dans l'existence des organismes, mais le remplacement des formes qui disparaissaient par d'autres. Pour son expérience géologique, le fort tremblement de terre de Valdivia sur la côte chilienne, dont il a été le témoin le 20 Février 1835, a été la preuve de la dynamique catastrophique de la Terre qui peut changer les paysages en quelques instants.

Après son retour en Angleterre, Darwin a publié "Geology of the voyage of the Beagle" dans trois parts: *The structure and distribution of coral reefs*, 1842, *Geological observations on the volcanic islands*, 1844, *Geological observation on South America*, 1846.

L'expérience acquise pendant le voyage de presque cinq ans autour du monde a consolidé pour Darwin la conception que l'évolution ne peut être discutée que d'une manière globale: d'un part, par les faits qui peuvent être observés dans le monde vivant

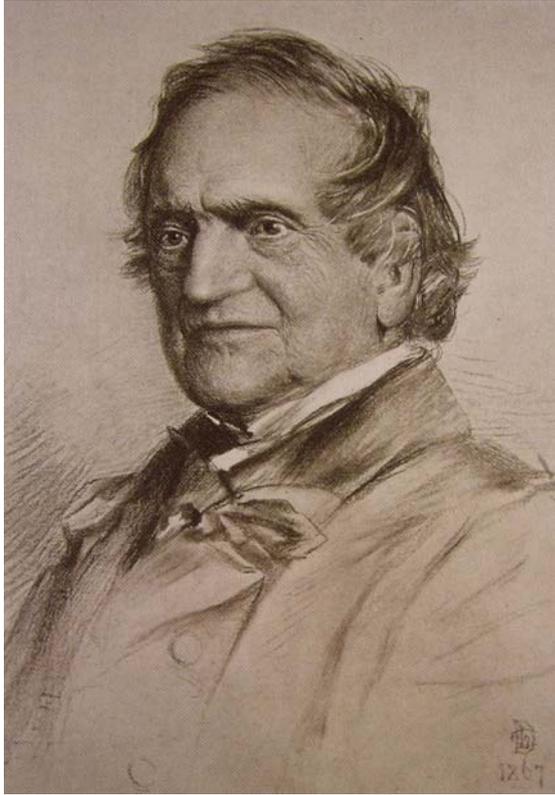


Fig. 2 - Adam Sedgwick (1785-1873).

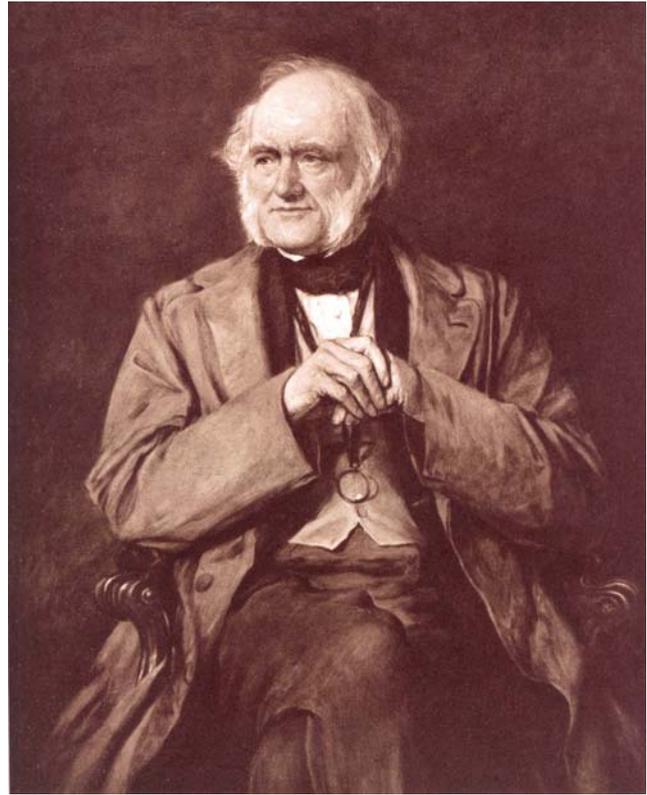


Fig. 3 - Charles Lyell (1797-1875).

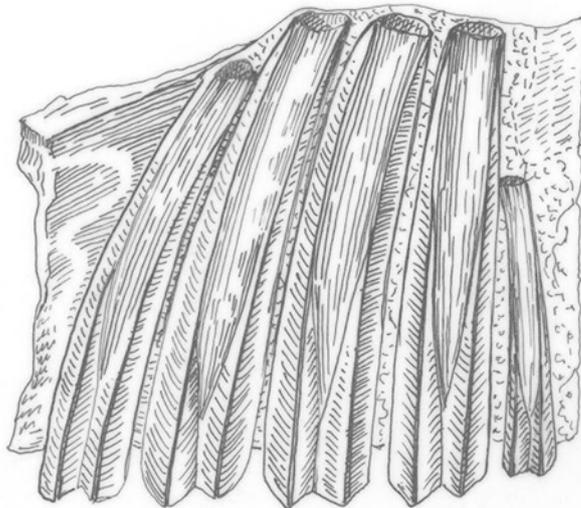


Fig. 4 - Structure des dents de *Megatherium cuvieri* - coupe longitudinale de la série dentaire supérieure (d'après R. Owen, qui a décrit la plupart des os des mammifères fossiles trouvés par Darwin en Argentine).

d'aujourd'hui, représentant " la composante horizontale " de l'évolution, ayant l'avantage majeur de pouvoir être étudiée directement et en grand détail; d'autre part, par les aspects du passé géologique, connus à travers les fossiles et leur succession stratigraphique, qui

représentent la " composante verticale ", incomparablement plus longue et plus riche en événements et qui, est la seule à pouvoir révéler les grandes transformations évolutives.



Fig. 5 - Principales localités en Amérique du Sud qui ont occasionné des découvertes paléontologiques (toutes sur la côte Atlantique) ; le 20 Février 1835 à Valdivia sur la cote Pacifique, Darwin a été témoin d'un fort tremblement de terre qui lui a donné l'image des forces tectoniques.

Même si les fossiles et les faits géologiques sont discutés seulement dans deux chapitres (9 et 10) de la première édition de "L'Origine des espèces": *On the imperfection of the Geological record* and *On the geological succession of organic beings*, ils représentent les arguments principaux pour l'argumentation de deux aspects fondamentaux de la théorie darwinienne (Darwin, 1859):

1. L'évolution des espèces est produite par des changements lents et continus, par l'influence du milieu de vie, les formes apparentées étant liées dans des lignées phylogénétiques par des "formes de transition".

Les fossiles qui ont constitué pour Darwin les premiers faits d'évolution pendant son voyage en Amérique du Sud, sont devenus dans son modèle d'évolution par des changements continus, les preuves concrètes et détaillées pour la phylogénie des organismes et la vitesse différente des spéciations (microévolution) dans des différentes lignées phylétiques, ainsi que pour les grands "sauts"

dans l'évolution des catégories taxinomiques au dessus du niveau de l'espèce (macroévolution).

Darwin a toujours été au courant des découvertes paléontologiques dans le monde et par conséquent de tous les événements importants (comme la découverte d'*Archaeopteryx*, dont le premier exemplaire de Solnhofen a été trouvé presque dans le même temps que la publication de la première édition de *l'Origine des espèces*, ou bien la découverte des mammifères tertiaires par Falconer dans les collines subhimalayennes de Siwalik) ont été inclus avec promptitude dans les éditions du livre postérieures aux découvertes (Darwin, 1872).

Comme on le sait, l'absence de « formes de transition dans les dépôts géologiques des séries continues » est expliquée par Darwin par les conditions de fossilisation qui réduisent au maximum la préservation des organismes après la mort (fig. 7).

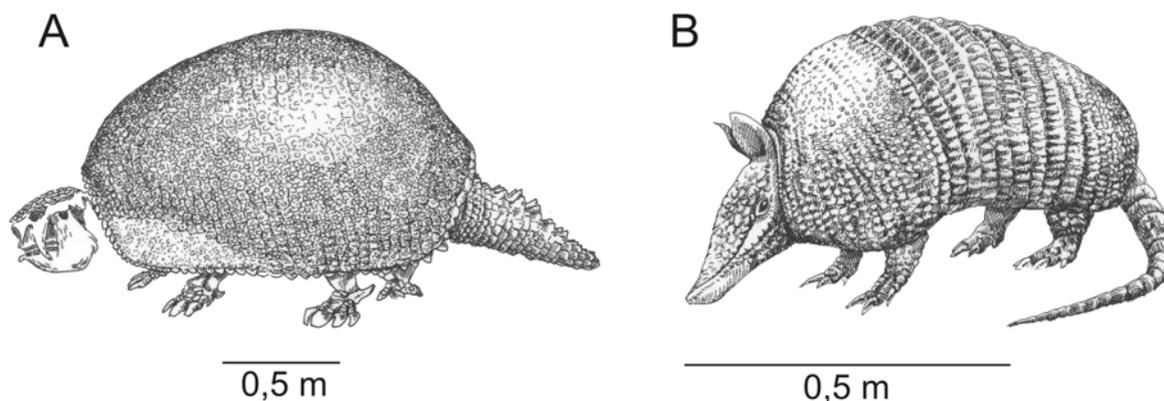


Fig. 6 - *Glyptodon asper*, édenté fossile du Pléistocène dont des plaques osseuses isolées et des carcasses entières ont été trouvées par Darwin, près de Bahia Blanca, en Argentine et *Dassypus* (amardilo), correspondante vivante des édentés fossiles.

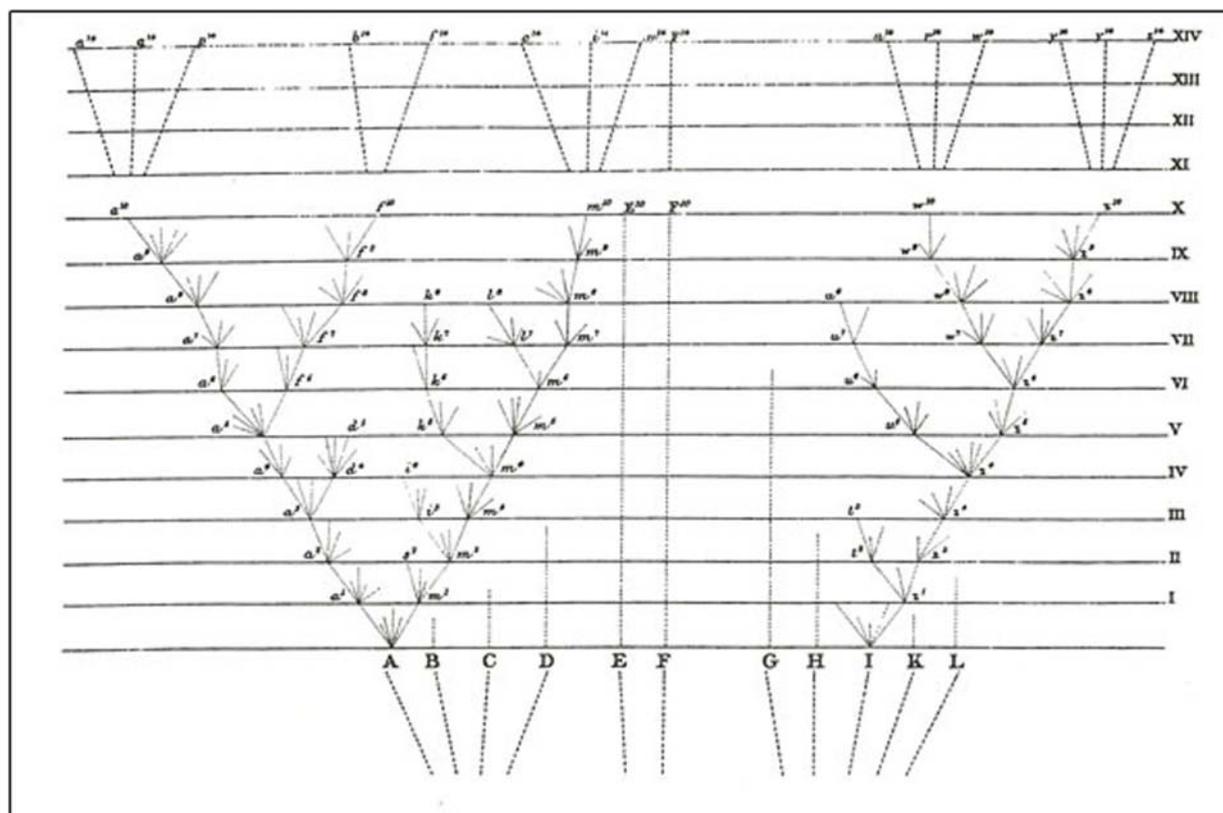


Fig. 7 - Diagramme de " L'Arbre de la Vie "qui montre la conception darwiniste sur l'évolution des espèces par accumulations graduelle de petites transformations.

2. L'immensité du temps géologique, sans laquelle la complexité du processus d'évolution qui a produit la grande diversité des formes de vie connues par des fossiles et par les formes actuelles, ne peut pas être expliquée.

Les deux aspects comme l'entière théorie évolutionniste du Darwin ont été fortement rejetés à une époque où la société était dominée par le dogme créationniste qui soutenait une ancienneté de la Terre de seulement six mille ans.

Toutefois, pour Darwin qui savait que ses idées pouvaient ne pas être bien reçues, plus importants et

vraiment embarrassants étaient les chiffres résultant des calculs de John Thomson (Lord Kelvin), une personnalité de la Physique, qui soutenait le refroidissement continu de la Terre, du noyau vers la surface; ses conclusions indiquaient une ancienneté de la planète de seulement 100 millions d'années, valeur qui contredisait le mécanisme d'évolution par des transformations lentes soutenue par Darwin.

Cependant, les calculs du Lord Kelvin ont été infirmés par la découverte de la radioactivité qui a démontré que la première croûte terrestre a un âge de 4,6 milliards d'années.

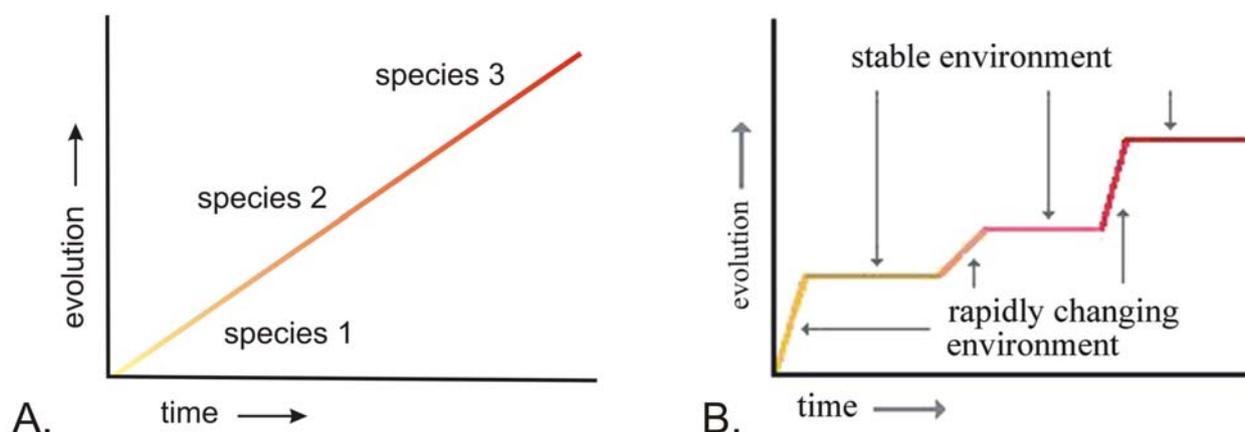


Fig. 8 - Les deux modèles post-darwiniens d'évolution au niveau des espèces: A. Gradualisme phylétique. B. Equilibres intermittents (source Wikipedia).

Malgré les critiques venues particulièrement du monde des théologiens qui avait dans la personne de l'évêque Samuel Wilberforce l'opposant le plus véhément de la théorie darwinienne, les éditions suivantes de *L'origine des espèces* ont été publiées en tirages de plus en plus importants: 11 000 exemplaires pour la sixième édition de 1872, tandis que la première édition de 1859 avait été tirée seulement en 1250 exemplaires.

Les critiques de la théorie de Darwin ont continué et continuent encore aujourd'hui concernant autant les modalités de l'évolution que le « moteur » qui la déclenche et qui, selon Darwin, est la sélection naturelle.

Sans doute la théorie de Darwin aurait été mieux documentée s'il avait eu connaissance de l'article de Gregor Mendel, publié quelques années après *L'Origine des espèces* sur l'hybridation des plantes (Mendel, 1866) et qui constitue l'article de base de la Génétique, mais malheureusement publié dans une revue peu connue - le journal de la Société d'Histoire Naturelle de Moravie.

L'intégration directe de l'homme dans l'évolution par l'idée de son origine parmi les primates publiée dans le livre *Descent of the Man* paru en 1871, a amplifié l'antipathie pour le grand scientifique, pas seulement de la part des clercs mais aussi de la majorité du public.

A travers des décennies, des nouvelles données significatives pour les processus complexes de l'évolution ont conduit à la confirmation de plusieurs principes de Darwin, notamment celui du rôle de la sélection naturelle.

Parmi les théories proposées après Darwin, la théorie synthétique de l'évolution est la plus consistante ; elle a été élaborée à la moitié du XX^{ème} siècle par des grands spécialistes de la génétique (Theodosius Dobzhansky, 1937), de la systématique en biologie (Ernst Mayr, 1942), et de la paléontologie (George Simpson, 1944).

La théorie de Darwin a dynamisé les recherches paléontologiques concernant la compréhension des mécanismes de l'évolution, notamment au niveau des catégories taxinomiques supérieures et par conséquent de l'identification des « chaînons manquants » souvent invoqués par Darwin comme les chaînons qui argumentent les grands sauts évolutifs.

Ainsi que le notait le réputé zoologiste français Pierre-Paul Grassé (1973) dans son ouvrage *L'évolution du vivant*: « La paléontologie est la seule qui peut démontrer

une réalité d'évolution et de relever ses modalités et mécanismes. Ni les considérations sur les êtres actuels, ni l'imagination, ni les théories ne peuvent pas se substituer aux documents paléontologiques ».

La Paléontologie post-Darwinienne a contribué également à la compréhension des processus d'apparition des nouvelles espèces. Après 1970, les chercheurs américains Niles Eldredge et Stephen Gould (1972) ont élaboré le modèle des « équilibres ponctués » s'opposant au « gradualisme phylétique » soutenu par Darwin et par la plupart des paléontologues du XX^{ème} siècle (Fig. 8).

Le modèle des « équilibres ponctués » considère une stabilité plus longue des espèces, suivie par des courts intervalles caractérisés par des transformations génétiques au niveau des populations, particulièrement celles qui sont isolées géographiquement, déterminant ainsi l'apparition des nouvelles espèces. Le témoignage fossile que les paléontologues connaissent sur le terrain à travers la succession des couches géologiques, les amène à soutenir plus le « punctualisme » que le « gradualisme ». Darwin lui-même admettait des sauts dans l'évolution des espèces du même type que ceux soutenus par les « équilibres ponctués » ; il faut donc regarder son « gradualisme » de manière plus nuancée.

Les modalités de l'évolution autant au niveau micro (de la spéciation) que au niveau macro (des catégories taxinomiques supérieures) seront sans doute débattues dans l'avenir. Le mérite majeur de Darwin est d'avoir essayé d'aborder la complexité du phénomène de l'évolution en intégrant les faits du passé et du présent, documentés par des observations et expérimentations en grande partie personnelles et également d'avoir identifié la force de déclenchement des transformations évolutives - la sélection naturelle.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement Dr. Simona Saint Martin pour les corrections de langue et les suggestions faites pour améliorer le texte français. Des remerciements sont aussi adressés au Mr. Radu Dumitrescu pour les dessins des figures 4,6,7 et à Mr. Vasile Stefan pour l'arrangement digital du texte et des figures.

REFERENCES

- Darwin, C., 1842. The structure and distribution of coral reefs. Smith, Elder & Co, London.
- Darwin, C., 1844. Geological observations on the volcanic islands. Smith, Elder & Co, London.
- Darwin, C., 1846. Geological Observations on South America. Smith, Elder & Co, London.
- Darwin, C., 1859. On the Origin of Species by means of Natural Selection. John Murray, London.
- Darwin, C., 1871. Descent of Man and Selection in relation to sex. John Murray, London.
- Darwin, C., 1872. On the Origin of Species, 6th edition. John Murray, London.
- Darwin, F., (editor) 1887. The life and letters of Charles Darwin. John Murray, London.
- Dobzhansky, T., 1937. Genetics and the Origin of Species. Columbia University Press, New York.
- Eldredge, N. & Gould, S. J., 1972. Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. In *Models in Paleobiology* (Schopf, T. J. M., Ed.), San Francisco: Freeman Cooper: 82-115.
- Grasse, P. P., 1973. *L'évolution du Vivant*, Albin Michel, Paris.
- Kelly, A. & Kelly, M., 2009. Charles Lyell and Modern Geology. In *Darwin-For the love of Science*: 37-41, BCDP, Bristol.
- Mayr, E., 1942. Systematics and the Origin of Species, Columbia University Press, New York.
- Simpson, G. G., 1944. Tempo and Mode in Evolution. Columbia University Press, New York.
- Mendel, J. G., 1866. Versuche über Pflanzenhybriden *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, IV für das Jahr, 1865 Abhandlungen*:3-47. English translation Druery, C. T. and Bateson, W. 1901, Experiments in plant hybridization. *Journal of the Royal Horticultural Society*. 26: 1-32.
- White, M. & Gribbin, J., 1995. Darwin-A life in Science. Simon & Schuster Ltd, London.