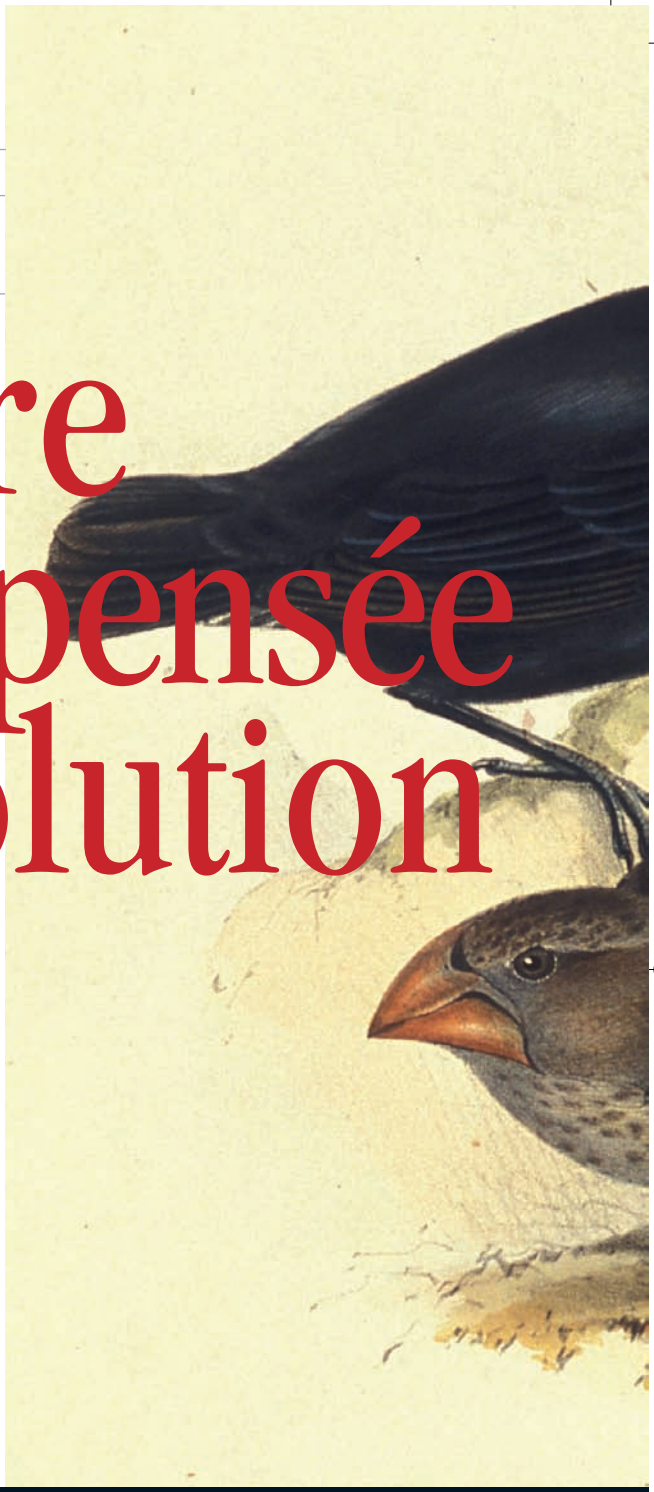
2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page40

Histoire d'une pensée en évolution

Frédérique Théry
Doctorante en histoire et philosophie des sciences, Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques, Paris

Bien avant Darwin, philosophes et scientifiques ont cherché à expliquer l'origine de la diversité du vivant. Entre fixité et évolution des espèces, des théories variées se sont succédé. L'œuvre de Darwin est un tournant de ce périple historique. Mais l'histoire ne s'arrête pas là…

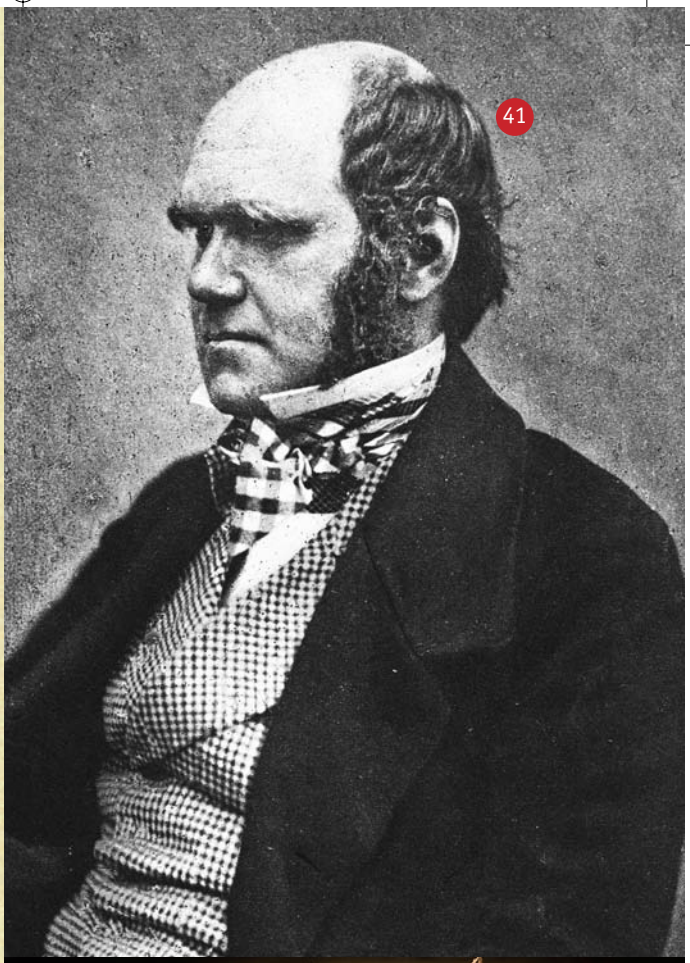


Géospizes – Darwin – Le *Beagle* (© Bibliothèque centrale du M

DOC Professeur
HISTOIRE D'UNE PENSÉE EN ÉVOLUTION

En 1831, Darwin effectue un voyage à bord du voilier *Beagle* en tant que naturaliste. Durant cinq ans, de 1831 à 1836, il effectue un périple autour du monde qu'il qualifiera dans son autobiographie d'« événement de loin le plus important » de sa vie. Mettant à profit ses qualités d'observation, il récolte une foule de données sur la faune et la flore actuelles et fossiles des régions qu'il visite, s'intéresse à la répartition des espèces et réalise des études géologiques. Dans l'archipel des Galápagos, il accorde une attention particulière aux variations que présentent des oiseaux ressemblant à des pinsons, les Géospizes, d'une

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page41



Maquette du *Beagle* (provenance : Institut Charles Darwin International) visible au Muséum.

ale du MNHN, Paris 2010)

île à l'autre : il interprète les différences de forme et de taille du bec comme le résultat de l'isolement de ces oiseaux sur des îles distinctes par rapport à une espèce souche originaire du continent, et les met en relation avec des différences dans les habitudes alimentaires. C'est au cours de ce voyage qu'il commence à mûrir l'idée d'une transformation des espèces au cours du temps, idée qui se matérialisera par l'écriture de carnets sur la « transmutation des espèces », dès 1837

DOC Élève

Au XIXe siècle, Darwin constate que la taille et la forme du bec des Géospizes diffèrent selon l'endroit où vivent ces oiseaux. Il comprend alors que les espèces se transforment au cours du temps

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page42

L'état actuel des connaissances en sciences de l'évolution est le résultat d'une succession de pensées qui ont émergé depuis l'Antiquité, et ne peut donc se comprendre qu'en l'intégrant dans une perspective historique.

L'HÉRITAGE DES PHILOSOPHES DE L'ANTIQUITÉ

Les théories des philosophes de l'Antiquité ont longtemps influencé les sciences du vivant. Deux figures majeures de cette période ont laissé un héritage fort. D'une part, Platon (-427, -347) est à l'origine de l'essentialisme, philosophie selon laquelle deux mondes existent : un monde réel, éternel et idéal, et un monde illusoire et imparfait, celui que les êtres humains perçoivent grâce à leurs sens. Les variations observées chez les organismes d'une même espèce ne sont alors que des représentations imparfaites, dans le monde illusoire, de formes idéales et parfaites, les essences, inscrites dans le monde réel. Ces essences étant immuables, toute transformation des êtres vivants au cours du temps est exclue.
D'autre part, Aristote (-384, -322) propose l'idée d'une « échelle de la nature » : les êtres vivants sont hiérarchisés selon leur degré de complexité structurale et fonctionnelle, des plus simples aux plus perfectionnés. Il développe aussi l'idée de « cause finale », qui correspond à la raison d'être des choses et est à l'origine du finalisme.
Au Moyen Âge, entre les XIIe et XIVe siècles, la querelle des Universaux vient prolonger les débats des philosophes grecs. Les Universaux sont des types ou des propriétés, invariables dans l'espace et le temps, qui s'opposent aux particuliers. Par exemple, *l'*abeille ou *le* cercle sont des Universaux, alors que *telle* abeille ou *tel* cercle bien précis sont des particuliers. La question est de savoir si les Universaux sont de simples conceptions de l'esprit sans réalité objective, ce que prônent les nominalistes, ou s'ils ont une existence réelle en dehors de notre esprit, comme le pensent les réalistes. Au XIVe siècle, Guillaume d'Ockham (1285-1347) contribue à faire prévaloir le nominalisme. L'opposition entre fixisme et évolutionnisme peut être perçue comme une transposition dans la biologie de l'opposition entre réalisme et nominalisme. En effet, en considérant les espèces comme des entités réelles, les fixistes négligent les variations existant entre individus d'une même espèce. Au contraire, la mise en place d'une théorie évolutionniste nécessite de délaisser les espèces en tant que telles pour s'intéresser de plus près aux individus eux-mêmes et aux variations interindividuelles.

BIEN AVANT DARWIN : DES IDÉES EN ABONDANCE

Au XVIIIe siècle, Carl von Linné (1707-1778) établit une classification des êtres vivants : les espèces sont intégrées dans une hiérarchie de groupes classificatoires incluant espèces, genres, ordres, classes et règnes. En mettant de l'ordre dans la diversité du vivant, Linné cherche à dévoiler le dessein de Dieu et à en montrer la grandeur. Selon lui, les espèces, créées par Dieu, sont immuables ; sa conception du vivant est donc profondément fixiste.
La classification proposée par Linné est critiquée par Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788). Buffon est en effet favorable à l'idée d'une gradation continue entre les êtres vivants, rendant toute classification arbitraire. Selon lui, la seule catégorie non arbitraire est l'espèce, dont il rend compte par la théorie de la dégénération, souvent qualifiée de transformisme restreint : les espèces actuelles seraient issues d'un ensemble d'espèces initiales, et en auraient divergé à la suite d'une influence de l'environnement (climat ou nourriture, par exemple). L'âne est ainsi un cheval dégénéré. Cette théorie ne sera pas retenue, mais Buffon aura permis de faire une belle avancée, en écartant les dogmes religieux de son activité scientifique, et en fondant sa théorie sur une analyse raisonnée d'observations. Il incarne ainsi les changements découlant de l'épanouissement de la philosophie des Lumières.
Un peu plus tard, Georges Cuvier (1769-1832) montre par l'étude des fossiles que des espèces se sont éteintes dans le passé, et que des faunes

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page43

Portrait de Linné (© Bibliothèque centrale du MNHN, Paris 2010)

DOC Professeur

Linné, naturaliste suédois du XVIIIe siècle, propose dans son ouvrage *Systema naturae* puis dans *Species Plantarum* une classification hiérarchique des vé - gétaux et des animaux, en utilisant la nomenclature binomiale par laquelle tout individu est désigné par son nom de genre et son nom d'espèce. Pour lui, le fait de nommer et classer un être vivant revient à connaître sa place dans l'ordre de la nature, ordre qui relève d'un plan de création divin. Il utilise les expressions « économie de la nature » et « police de la nature » pour désigner respectivement l'ordre du plan divin par lequel se manifeste toute la grandeur du Créateur, et ce qui maintient cet ordre. Selon cette vision du monde, tous les organismes sont donc parfaitement à leur place, et les espèces sont immuables. Bien que la classification de Linné soit obsolète, la nomenclature binomiale, qui permet une identification précise de chaque être vivant, est toujours utilisée aujourd'hui et a fait de Linné le père de la taxinomie moderne

DOC Élève

Au XVIIIe siècle, Linné propose de classer les végétaux et les animaux en leur donnant un double nom : un nom de genre suivi d'un nom d'espèce. Cette nomenclature est encore utilisée, car elle permet une identification précise des êtres vivants

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page44

différentes se succèdent dans les strates géologiques. La volonté de concilier ces découvertes avec les textes bibliques le conduit à devenir partisan du catastrophisme, théorie fixiste selon laquelle les espèces s'éteignent en masse à la suite d'épisodes de catastrophes ; les régions dévastées sont ensuite repeuplées par une faune et une flore venues d'ailleurs. De son vivant, Cuvier s'est farouchement opposé à son contemporain Lamarck, qui s'inscrit dans le courant naissant des idées sur la transformation des espèces.

Portrait de Lamarck
© Bibliothèque centrale du MNHN, Paris 2010

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) est célèbre pour avoir énoncé très clairement sa théorie transformiste*, qui repose sur deux principes : d'une part, une tendance linéaire à la complexification de l'organisation des êtres vivants, résultant d'une dynamique interne des organismes ; d'autre part, une diversification des espèces grâce à une adaptation des organismes aux variations de leur environnement. Selon ce second principe, les organismes, au cours de leur vie, s'adaptent à leur milieu par un usage plus ou moins prononcé des organes : un organe qui, du fait des besoins de l'organisme, est très utilisé, a tendance à se renforcer ; inversement, un organe pas ou peu utilisé tend à s'atrophier. Lamarck intègre à ce principe l'idée communément admise depuis l'Antiquité d'une transmission des caractères acquis. Il faudra cependant attendre les travaux de Charles Darwin pour que l'idée d'une transformation des êtres vivants soit largement acceptée.

LA RÉVOLUTION DARWINIENNE

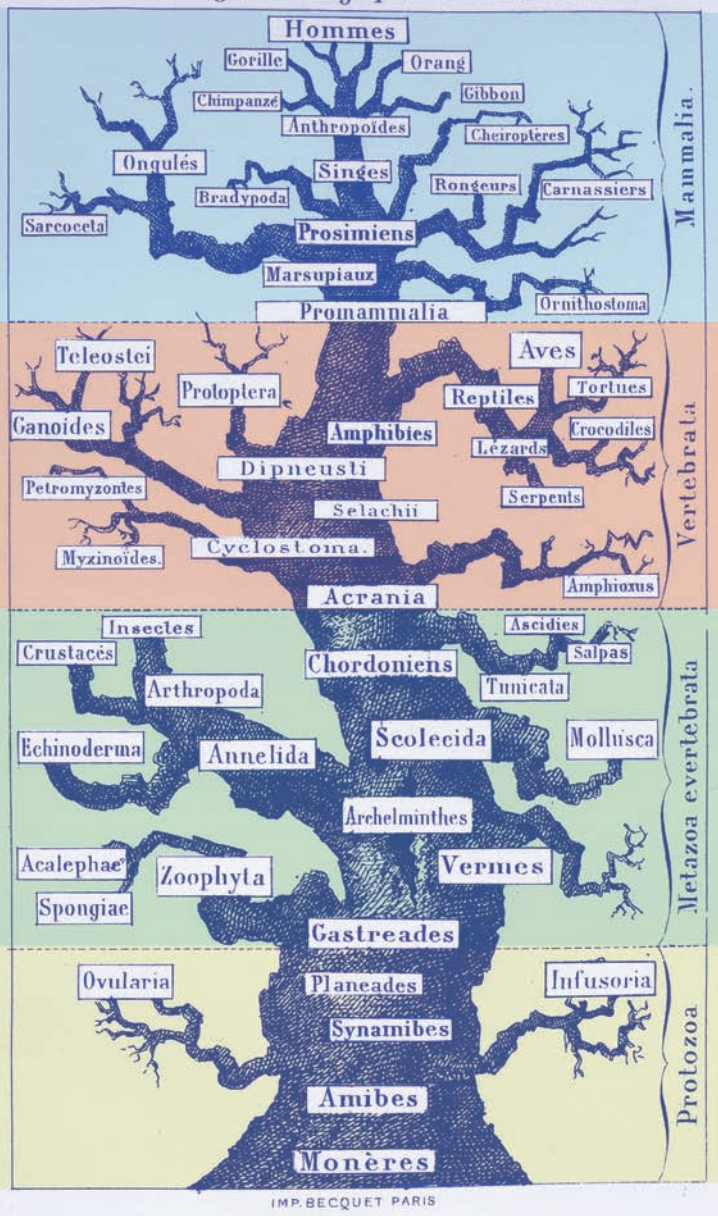
En 1859, Charles Darwin (1809-1882) publie *L'Origine des espèces*, épuisé en une journée. Réunissant une quantité monumentale de données, il y expose sa théorie de la « transmutation » des espèces par la sélection naturelle. Darwin adopte une vision graduelle (lente et continue) des changements subis par les organismes vivants. La célébrité dont il a bénéficié a fait de l'ombre à son contemporain Alfred Russel Wallace, qui émet au même moment, et de manière indépendante, l'hypothèse de la sélection naturelle. Fair-play, ce dernier concède la primeur de la découverte à Darwin.

zoom ▶ SUR

Darwin et Wallace

Dès 1837, au retour de son voyage à bord du *Beagle*, Darwin commence à rédiger un « carnet sur la transmutation des espèces », où il met en place ses idées sur la modification des espèces par la sélection naturelle. Pourtant, il ne publie pas cette théorie immédiatement, préférant continuer d'accumuler des données en sa faveur. En 1855, le naturaliste Alfred Russel Wallace (1823-1913) publie un article montrant qu'il est sur le point d'aboutir aux mêmes conclusions que Darwin. Le géologue Charles Lyell, ami de Darwin, l'incite alors à publier sa théorie. En 1858, Wallace envoie à Darwin un manuscrit qui lie l'évolution au mécanisme sélectif. À la suite d'une présentation conjointe devant la société linnéenne de Londres de ce manuscrit et du livre de Darwin en cours de rédaction, Wallace reconnaît la priorité des idées de Darwin ■

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page45



Arbre généalogique d'Haeckel (© Bibliothèque centrale du MNHN, Paris 2010)

DOC Professeur

Cette image représente un « arbre généalogique de l'homme », dessiné par Ernst Haeckel en 1877. Haeckel est un biologiste et philosophe allemand qui aida à divulguer les idées de Darwin dans son pays. Dans cet arbre, Haeckel montre l'évolution partant des organismes les plus simples pour aller vers les plus complexes, dans des relations d'ordre généalogique (« qui descend de qui »), l'Homme étant placé à son sommet. À l'origine de tout le vivant se trouvent les organismes faits d'une seule cellule (Protozoa), eux-mêmes à l'origine des organismes pluricellulaires sans vertèbre (Metazoa evertebrata), puis des vertébrés (Vertebrata), ensuite des mammifères (Mammalia) et enfin de l'Homme. Il faudra attendre la seconde moitié du XXe siècle, avec la systématique phylogénétique, pour que les arbres figurent des relations de parenté (« qui est plus proche de qui ») et s'affranchissent de l'idée d'une progression évolutive vers plus de complexité

DOC Élève

Comme le montre cet arbre généalogique (1877), Haeckel considérait que les plus simples êtres vivants (constitués d'une seule cellule) étaient les plus anciens et que les plus complexes (les Hommes) étaient les derniers êtres apparus sur Terre

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page46

Aussi surprenant que celui puisse paraître, Darwin n'emploie pas le terme « évolution » dans les premières éditions de *L'Origine des espèces.* Ce terme a été popularisé par son contemporain Herbert Spencer, philosophe britannique, et est associé à l'idée d'un progrès, dans le contexte d'une Angleterre victorienne où tout changement est considéré comme un progrès. Ce vocabulaire va de ce fait à l'encontre des conceptions de Darwin, pour qui la transformation des espèces présente un aspect aléatoire et n'est pas guidée par une marche vers le progrès.

Deux doctrines exploitant cette idée de progrès émergent à cette époque : d'une part le darwinisme social*, fondé par Spencer ; d'autre part l'eugénisme*, prôné par Francis Galton, cousin de Darwin. Ces deux doctrines, qui vont à l'encontre de l'idéologie morale de Darwin, constituent des détournements de la théorie darwinienne.

GÉNÉTIQUE ET ÉVOLUTION, MAIN DANS LA MAIN

L'hérédité est un aspect crucial de la théorie darwinienne d'évolution des espèces. Cependant, les mécanismes de l'hérédité restèrent longtemps inconnus des biologistes, et Darwin lui-même reconnaissait que leur connaissance manquait à son argumentation. Dans la seconde moitié du XIXe siècle, le moine et botaniste morave Gregor Mendel (1822-1884) met au jour les modalités de la transmission héréditaire des caractères grâce à des expériences de croisement sur des plants de pois. Ces modalités, redécouvertes en 1900 et baptisées lois de Mendel, mettent en évidence une hérédité particulaire des caractères. Les facteurs héréditaires particulaires, hérités de chacun des parents, sont au tout début du XXe siècle nommés gènes. La nouvelle discipline qu'est la génétique se développe alors rapidement.

La théorie proposée par Darwin ne fut pas immédiatement acceptée par les pionniers de la génétique mendélienne : ceux-ci affirmaient en effet que l'idée d'une transformation graduelle des êtres vivants par l'accumulation de petites variations était en contradiction avec les changements discontinus qu'ils observaient dans leurs expériences. Ce paradoxe trouve sa solution dans les années 1920, grâce aux travaux de généticiens représentés entre autres par Ronald Fisher, John Haldane et Sewall Wright, qui montrent comment concilier la génétique mendélienne et le principe de sélection naturelle. L'approche développée par ces généticiens les conduit alors à fonder une nouvelle discipline, la génétique des populations, qui construit des modèles mathématiques de l'évolution afin d'expliquer comment de nouvelles mutations génétiques peuvent se répandre dans une population sous l'effet de la sélection naturelle.

La génétique des populations offre alors de nouvelles perspectives aux sciences de l'évolution : par exemple la nécessité d'expliquer, par des considérations génétiques, ce qui caractérise les espèces et comment elles apparaissent. Dans les années 1930, le généticien russe Theodosius Dobzhansky se penche sur cette question. Ses travaux incitent de nombreux biologistes à se joindre à lui dans son effort pour développer une synthèse unifiée afin de rendre compte des mécanismes évolutifs. Dans les années 1940, la « synthèse moderne », ou « théorie synthétique de l'évolution », est élaborée et fournit un cadre conceptuel de référence pour aborder l'étude des phénomènes évolutifs ; il s'agit d'une extension de la théorie darwinienne, mêlant génétique, paléontologie, systématique et bien d'autres disciplines. Julian Huxley, Ernst Mayr et George Simpson en sont les principaux fondateurs.

QUOI DE NEUF DEPUIS LA SYNTHÈSE MODERNE ?

En 1953, James Watson et Francis Crick découvrent la structure de la molécule d'ADN. Cette découverte constitue une avancée notable pour les sciences de l'évolution, dans la mesure où gènes et mutations, étudiés depuis plusieurs décennies dans un cadre évolutif, deviennent compréhensibles en termes moléculaires. Dans la seconde moitié du XXe siècle, l'essor de la biologie moléculaire permet également de séquencer et de comparer le matériel génétique

2-LivreDSn°12-bat_HD-30-64:Mise en page 1 10/09/10 12:36 Page47

appartenant à des organismes d'espèces diverses : les données qui en sont issues sont fondamentales pour reconstruire l'histoire évolutive des êtres vivants et établir des relations de parenté entre eux.

La synthèse moderne soutient, à l'instar de Darwin, que les changements évolutifs sont lents et graduels. Cette vision gradualiste est bousculée dans les années 1970 par la théorie des équilibres ponctués développée par les paléontologues Stephen Jay Gould et Nils Eldredge, qui postulent que de longues périodes de stases évolutives, au cours desquelles les espèces n'évoluent pas ou peu, alternent avec de brefs épisodes de spéciation, pendant lesquels se concentrent les changements évolutifs. Cette théorie suscite alors une controverse. Aujourd'hui, la plupart des scientifiques adoptent une position intermédiaire, acceptant la coexistence du gradualisme et des équilibres ponctués.

Les nombreux éclairages apportés aux sciences de l'évolution depuis la synthèse moderne conduisent aujourd'hui certains scientifiques à exiger la mise en place d'une nouvelle synthèse évolutive, intégrant les nouvelles données. Selon ces biologistes, la synthèse moderne ne suffit plus, et doit être complétée. Une révolution à venir pour les sciences de l'évolution ? ■

Article aimablement relu par Jean-Marc Drouin (professeur, MNHN).

✱ LEXIQUE

Darwinisme social
Doctrine prônant une extension du principe de sélection naturelle aux sociétés humaines.

Eugénisme
Ensemble de théories et pratiques visant à l'amélioration de l'espèce humaine.

Transformiste
Se rapporte à une théorie selon laquelle les espèces se transforment au cours du temps.

en savoir ▶ PLUS
Histoire d'une pensée en évolution

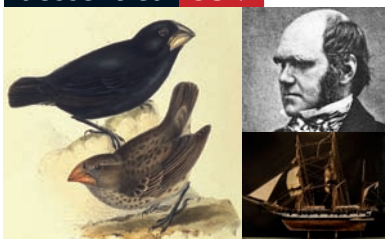
LIVRES

- **David P., Samadi S.,** *La Théorie de l'évolution : une logique pour la biologie*, Flammarion, 2000.
- **Lecointre G.,** *Guide critique de l'évolution*, Belin, 2009.
- **Tort P.,** *Darwin et la science de l'évolution*, Gallimard, 2000.

SITES INTERNET

- **Sur l'histoire générale de la pensée évolutionniste**
http://www.ucmp.berkeley.edu/history/evothought.html
- **Charles Darwin : le voyage d'un naturaliste autour du monde**
http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosdarwin/darwin.html

l'essentiel ▶ SUR



HISTOIRE D'UNE PENSÉE EN ÉVOLUTION

L'histoire de la pensée évolutionniste ne peut se passer d'un détour par la philosophie grecque antique et la querelle des Universaux au Moyen Âge, toutes deux ayant eu une grande influence au cours des siècles suivants. Aux XVIIIe et XIXe siècles, avant Darwin, les théories abondent : alors que Linné et Cuvier prônent un fixisme intangible, en accord avec les dogmes religieux, Buffon suggère un transformisme restreint et Lamarck un transformisme total. Les travaux de Darwin marquent un tournant dans cette histoire, faisant triompher l'idée d'une transformation des espèces. Cette théorie évolutionniste est complétée au XXe siècle par les données issues de la génétique, puis par celles de la biologie moléculaire ■