

Le journal de l'expo...

Galerie Eurêka - Centre de Culture Scientifique et Technique
de la Ville de Chambéry

Balade dans l'évolution

Une exposition produite par La Rotonde, le CCSTI de Saint-Étienne

du 14 avril au 29 août 2015

De la révolution de l'oxygène à l'apparition des coquilles et carapaces, de la sortie de l'eau à la conquête de l'air, du règne des dinosaures à l'apparition du genre humain... le parcours de cette exposition retrace l'histoire du vivant, essentiellement dans sa dimension animale. De nombreux fossiles, squelettes et moulages illustrent les propos.

En complément, le Journal de l'exposition propose de découvrir comment l'idée d'évolution s'est progressivement imposée au cours du temps. Il présente ensuite une chronologie des principales grandes étapes de l'histoire de la vie sur Terre.

VOUS AVEZ DIT ÉVOLUTION ?

Selon les estimations, il y aurait plusieurs millions d'espèces d'êtres vivants sur notre planète, toutes adaptées pour vivre dans des milieux particuliers. Comment expliquer cette extraordinaire variété ? Pour la majorité des scientifiques, il n'y a aujourd'hui qu'une explication satisfaisante : les êtres vivants évoluent.

« ÉVOLUTION ? »

En biologie, le terme « évolution » désigne les processus qui ont transformé la vie sur la Terre, depuis ses formes primitives jusqu'à son actuelle diversité. Cette théorie a révolutionné notre vision du monde, il y a 150 ans.



AVANT DARWIN ?

La théorie de l'évolution obtient ses lettres de noblesse en 1859, lorsque le naturaliste anglais Charles Darwin (1809-1882) publie *De l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle*. À l'époque, cet ouvrage constitue une véritable révolution intellectuelle. Il remet en effet en cause une conception du monde enseignée depuis des siècles et ébranle les racines les plus profondes de la culture occidentale.

En effet, depuis la fin de l'Antiquité et pendant tout le Moyen Âge, les seules réponses autorisées aux interrogations sur l'origine de la vie sont celles enracinées dans les textes bibliques. Ceux-ci ne laissent aucune place au concept d'évolution : le dogme selon lequel les êtres vivants ont tous été créés par Dieu lors de la Genèse et n'ont subi depuis aucune transformation est fortement enraciné dans la pensée occidentale.



Raphaël, la Création des animaux, 1517 (musées du Vatican)

À la question de l'origine des fossiles, que se posent certains érudits, la Bible impose aussi son explication : il s'agit tout simplement des vestiges d'animaux noyés lors du Déluge...

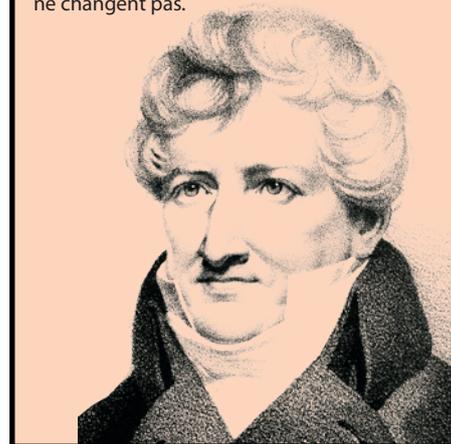
À partir de la Renaissance, et plus encore aux XVII^e et XVIII^e siècles, certains naturalistes commencent à s'échapper du cadre restreint de la Bible et à s'interroger. Cependant, aucune des hypothèses émises



par ces précurseurs ne parvient à ébranler sérieusement la doctrine du créationnisme.

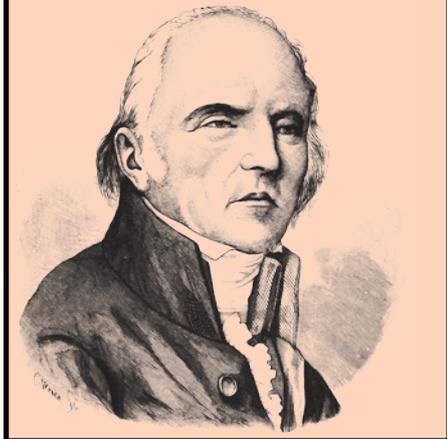
Pourtant, avec les découvertes de spécimens venant du monde entier, il apparaît de plus en plus évident que le Déluge ne peut expliquer à lui seul l'origine de tous les fossiles. Un anatomiste français, Georges Cuvier (1769-1832), se lance dans leur étude et jette ainsi les bases de la paléontologie. Il reste néanmoins opposé au concept d'évolution. Comment alors expliquer les apparitions et disparitions d'espèces fossiles observées au niveau des strates successives ? Pour lui, les limites entre ces strates correspondraient à des catastrophes, sécheresses ou inondations, la dernière étant le Déluge, et chacune d'elles aurait provoqué la disparition de toute la faune, avant que de nouvelles espèces soient créées pour repeupler la Terre...

Cuvier est, au début du XIX^e s., chef de file du courant dit « fixiste », selon lequel les espèces, une fois créées par Dieu, ne changent pas.



Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), lui aussi professeur au Muséum d'histoire naturelle, soutient des idées complètement opposées.

Lamarck est à l'origine du courant dit « transformiste », impliquant une variation des espèces au cours des temps géologiques.



En 1809, il publie une théorie de l'évolution réunissant deux idées :

- La première est celle de l'usage et du non-usage : les organes qu'un animal utilise beaucoup pour survivre dans son milieu se développent et se renforcent, tandis que les organes non utilisés s'atrophient. À l'appui de cette idée, Lamarck donne l'exemple de la girafe, qui allongerait son cou pour atteindre les feuilles à la cime des arbres.

- La seconde idée est celle de l'hérédité des caractères acquis. Ce principe veut que les modifications subies par un organisme au cours de sa vie soient transmissibles à ses descendants. Selon Lamarck, le cou des girafes se serait donc graduellement allongé, à mesure que les générations successives de girafes auraient essayé d'atteindre des feuilles toujours plus hautes.

Cependant, le mécanisme proposé par Lamarck ne convainc pas les naturalistes de son époque. La doctrine créationniste selon laquelle les espèces sont fixes prévaut encore !

LA RÉVOLUTION DARWIN

C'est dans ce contexte, où la question de l'évolution agite les milieux scientifiques du monde entier, qu'en 1859, Charles Darwin publie *De l'origine des espèces*.

La théorie de Darwin s'appuie sur deux grands volets :

→ Une ascendance commune

Darwin fonde l'unité et la diversité du vivant sur l'évolution : pour lui, tous les organismes descendent d'un même ancêtre inconnu qui a vécu dans un passé très lointain. En se répandant dans les divers habitats au fil des millions d'années, les descendants de cet organisme ont accumulé des modifications, donnant naissance à différentes espèces, dont certaines se sont éteintes.

→ La sélection naturelle

D'autre part, Darwin explique l'évolution des êtres vivants par la sélection naturelle. Celle-ci est liée au fait que, dans chaque espèce, les animaux présentent à leur naissance des caractéristiques propres, parfois nouvelles.

Pour Darwin, la sélection naturelle est ainsi le moteur de l'évolution et repose sur l'inégalité des chances de reproduction résultant des variations au niveau de certains caractères qui peuvent exister au sein d'une population.

Dans la théorie darwinienne, la longueur du cou de la girafe est donc expliquée par cette sélection naturelle. Il peut y avoir des girafes à petit cou et d'autres au cou plus long. Or, dans un environnement où la nourriture au sol se fait rare, les girafes au long cou se trouvent avantagées car elles accèdent à davantage de nourriture que leur offre les hautes branches des arbres

Le jour de sa parution, *De l'origine des espèces* suscite un véritable engouement, mais provoque aussi une violente controverse qui déborde le cadre de la science,

les milieux religieux y voyant une remise en cause directe de l'existence de Dieu. De nombreux scientifiques hésitent à accepter la théorie darwinienne. Il manque en effet un élément essentiel : Darwin n'a encore aucune idée de l'origine des variations observées chez les êtres vivants, et de la façon dont celles-ci se transmettent de génération en génération. C'est l'essor de la génétique, au début du XX^e s. qui apportera la réponse...

VARIATIONS ?

Darwin affirme que ces variations au niveau d'un caractère donné (différences de forme, de taille, de couleur, etc.) sont le fruit du hasard.

Cependant, en fonction de l'environnement dans lequel ces animaux évoluent, certaines de ces variations peuvent constituer un avantage : leurs détenteurs vivront alors statistiquement plus longtemps que les autres et se reproduiront plus, transmettant ces caractéristiques à leurs descendants.

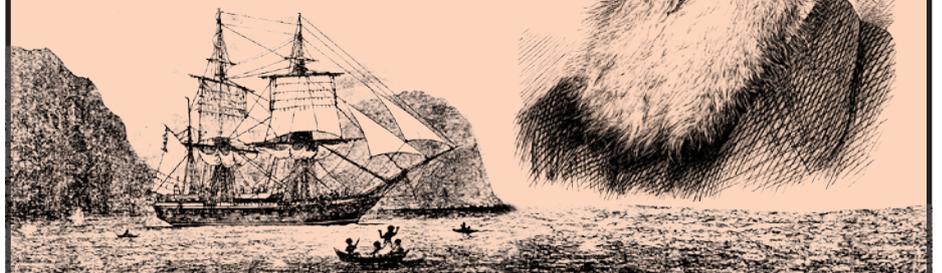
À l'inverse, les individus dont certaines caractéristiques les rendent moins adaptés à cet environnement verront leur descendance se raréfier, jusqu'à parfois l'extinction complète. C'est ce tri que Darwin appelle la « sélection naturelle ».



L'ADN, inconnu de Darwin, sera isolé et identifié en 1869 et ne révélera sa structure en double hélice qu'en 1953.

Naturaliste anglais, Charles Darwin a effectué dans sa jeunesse un long voyage autour du monde, à bord du navire le Beagle.

Au cours de cette expédition il a pu étudier la faune de nombreuses régions. Il revient avec des milliers de pages de notes et élabore peu à peu sa théorie, mais attend plus de 20 ans avant de l'exposer au public. Il en comprenait le caractère subversif et redoutait, à juste titre, l'agitation qu'elle provoquerait.



LE NÉODARWINISME

C'est le botaniste tchèque Johann Gregor Mendel qui est à l'origine des lois de transmission de certains caractères héréditaires.

Mendel (1822-1884) est communément reconnu comme le père fondateur de la génétique.



Cependant, à son époque, les résultats de ses travaux rencontrent des réactions mitigées voire inexistantes de la part des scientifiques et ne connaissent aucun retentissement. Les théories de Mendel et de Darwin coexistent ainsi séparément durant plusieurs décennies, sans que personne n'ait l'idée de faire le lien entre elles. Ce n'est qu'au début du XX^e s. que les travaux de Mendel sont redécouverts et que la génétique prend son essor. Les découvertes successives donnent naissance, au cours des années 1930 et 1940, à la théorie synthétique de l'évolution, ou néodarwinisme, intégrant à la fois la théorie darwinienne et la génétique mendélienne.

L'étude des plantes par Gregor Mendel avait montré le rôle de petits « messages » provenant de l'un ou l'autre des parents dans la transmission des caractères. En 1909, ces unités élémentaires de l'hérédité sont nommées « gènes » et les scientifiques du XX^e s. y consacrent des études approfondies.



A
T
C
G

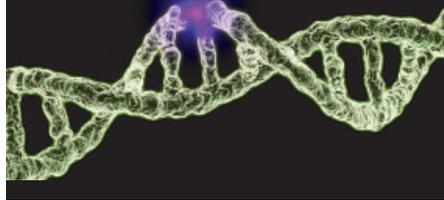
Nous savons aujourd'hui que les gènes, qui déterminent les caractéristiques d'un organisme et permettent de les transmettre à ses descendants, sont des séquences d'ADN (Acide désoxyribonucléique) présentes dans toutes les cellules. Ce code génétique, universel, est présent chez tous les êtres vivants. Il corrobore donc l'idée d'une origine commune de la vie.

Cependant, au sein d'une même espèce, chaque gène peut exister dans de multiples versions, appelées « allèles ».

Ainsi, tous les individus d'une même espèce ont des gènes un peu différents. Cette extraordinaire variété est due à des erreurs lors de la répllication des gènes, les mutations.

MUTATIONS ?

Les mutations peuvent toucher tous les gènes et se produisent au hasard, soit spontanément, soit sous l'effet d'agents extérieurs appelés mutagènes (rayons UV, certains composés chimiques, etc.). Elles peuvent être neutres, sans effet visible, avoir des conséquences négatives (maladies génétiques), ou plus rarement être avantageuses. Elles peuvent se produire dans toutes les cellules, mais si elles se produisent dans une cellule sexuelle, ovule ou spermatozoïde, elles pourront alors être transmises à la descendance.



Ces mutations génétiques correspondent donc bien aux variations telles qu'elles interviennent dans la théorie darwinienne. Comme celle-ci l'a mis en évidence, l'environnement influe sur leur fréquence par le biais de la sélection naturelle : un gène présentant un avantage dans un environnement donné favorisera ses représentants et se répandra. *A contrario*, un gène néfaste disparaîtra.

NAISSANCE DE NOUVELLES ESPÈCES ?

Les mutations et la sélection naturelle expliquent comment une espèce se transforme peu à peu au cours du temps. Mais comment de nouvelles espèces apparaissent-elles ?

Imaginons qu'une espèce se trouve, pour une raison ou pour une autre (géographique, climatique, comportementale, etc.), séparée en deux populations isolées. Comme les mutations se produisent au hasard, elles ne toucheront pas les mêmes gènes dans les deux groupes, et la sélection naturelle n'agira pas exactement de la même façon. Les différences entre les deux populations vont s'accumuler, à tel point que la reproduction deviendra impossible entre elles. Elles formeront ainsi à terme deux espèces distinctes.

Aujourd'hui, la théorie de l'évolution s'est imposée dans le monde scientifique comme théorie de référence. Il n'en reste pas moins qu'aucun modèle scientifique ne reste inchangé pendant un demi-siècle. Ainsi, sans remettre en cause le principe même d'évolution, les biologistes continuent aujourd'hui à débattre de ses mécanismes.

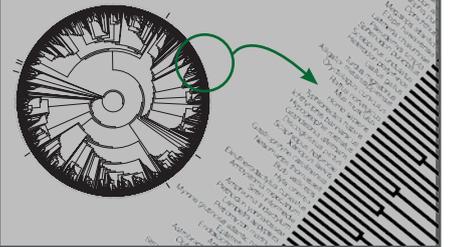
L'évolution explique ainsi l'incroyable diversité des êtres vivants qui peuplent la Terre et l'ont peuplée depuis environ 3,8 milliards d'années.

L'HISTOIRE DE LA VIE

La Terre est âgée de 4,57 milliards d'années, et héberge une extraordinaire variété d'êtres vivants. Nous savons aujourd'hui que cette formidable épopée a commencé très tôt, il y a environ 3,8 milliards d'années. D'abord bactérienne, la vie s'organise lentement en êtres pluricellulaires. Puis il y a 540 millions d'années, tel un feu d'artifice, une formidable explosion de la diversité fait apparaître la plupart des grands groupes actuels. Jusqu'alors aquatique, la vie envahit ensuite la terre et les airs et aboutit entre autres, il y a 2,5 millions d'années, à la naissance du genre humain.

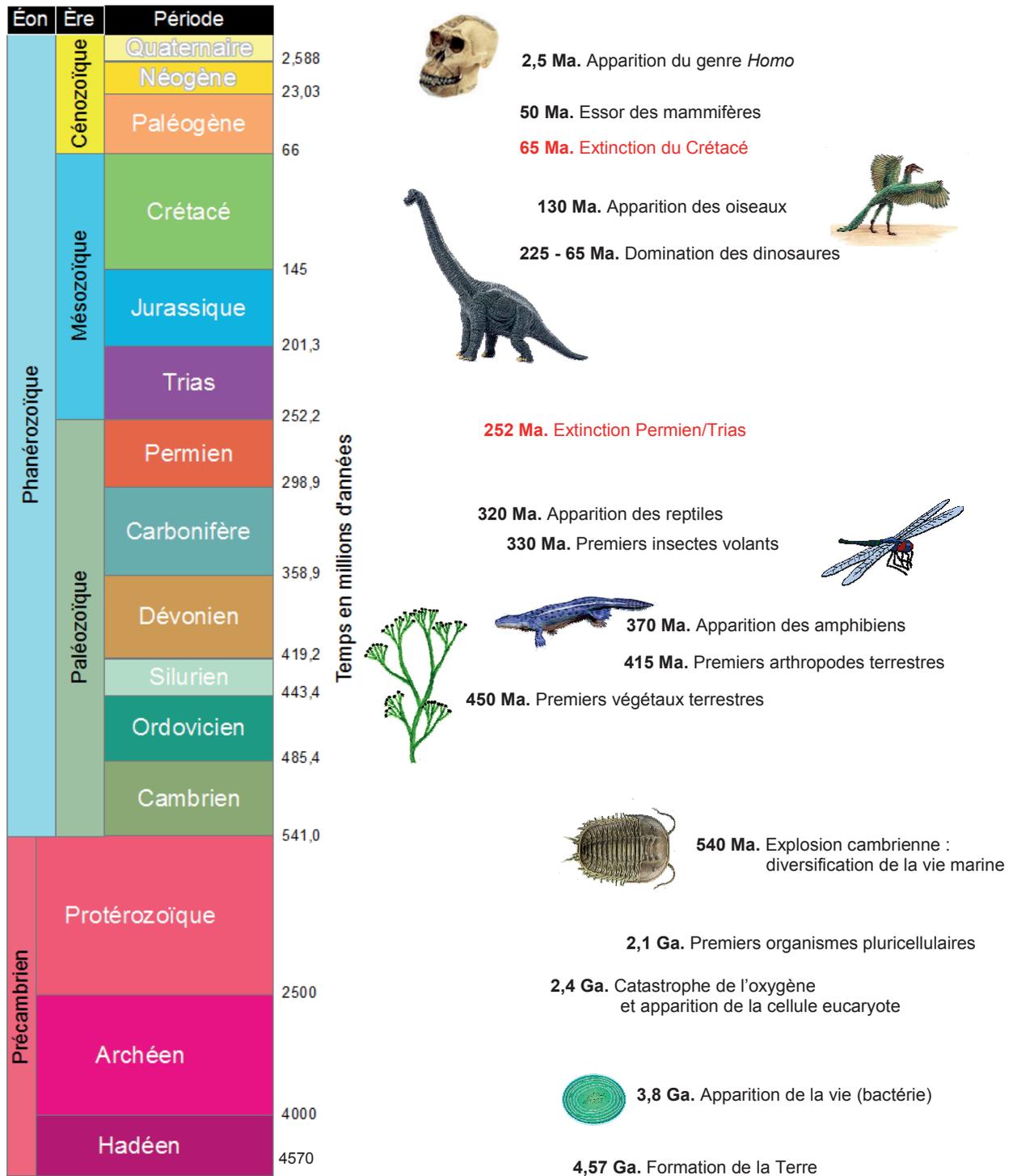
HOMO SAPIENS, UNE ESPÈCE PARMIS D'AUTRES ?

Depuis l'apparition des premiers êtres vivants, l'évolution aurait ainsi donné naissance à des milliards d'espèces d'êtres vivants, dont l'immense majorité a aujourd'hui disparu. Mais notre planète compterait tout de même encore environ 8,7 millions d'espèces vivantes. Il serait donc très anthropocentrique de considérer l'Homme comme l'espèce se trouvant au sommet, à la pointe de l'évolution ! Nous ne sommes simplement que l'une des nombreuses ramifications du grand arbre de la vie, au même titre qu'une bactérie ou qu'un loup de Sibérie.



Sur la page suivante est présenté un petit tour d'horizon des principales étapes de cette histoire mouvementée...

Échelle des temps géologiques et histoire de la vie



VERS UNE SIXIÈME EXTINCTION DE MASSE ?

Au cours de ces derniers 500 millions d'années, cinq principales extinctions massives d'espèces ont ponctué l'histoire de la vie sur Terre. Les origines de ces crises sont multiples : terrestre (volcanisme intense, changement climatique, régression marine, etc.), extra-terrestre (impact de météorites par exemple) et biologique (appauvrissement génétique, maladie, etc.).

Une sixième extinction pourrait bien être en cours... Nous connaissons en effet actuellement une forte diminution de la biodiversité liée aux conséquences des activités humaines avec un taux d'extinction observé très supérieur à celui attendu.

Document réalisé par l'équipe médiation de la Galerie Euréka

Galerie Euréka - C.C.S.T.I. de la Ville de Chambéry
Hôtel de Ville BP 11 105
73 011 CHAMBERY cedex
tel : 04-79-60-04-25

e-mail : galerie.eureka@ccsti-chambery.org
Site Internet : www.chambery.fr/galerie.eureka

