

www.tunisie-etudes.info

Ce document a été téléchargé depuis
www.tunisie-etudes.info

Des documents gratuits, devoirs, examens, cours, exercices, corrigés... Ainsi que toute une rubrique pour vous aider à trouver un emploi sans oublier les avis de concours en direct

Notre page Twitter :

<http://www.twitter.com/TunisieEtudes>

Notre page FaceBook :

<http://www.facebook.com/TunisieEtudes>

The screenshot shows the homepage of Tunisia-études.info. At the top, there is a navigation bar with the site name 'TUNISIE-ETUDES.INFO' and three menu items: 'Tous les documents', 'BAC', and 'Avis de co'. Below this is a 'Newsflash' section with a blue background and white text, stating: 'Tunisie-etudes.info vous aide dans votre préparation pour le concours de l'ENA. Documents de préparation pour le concours national tunisien de l'ENA'. A 'Home' link is visible below the newsflash. On the left side, there is a 'Main Menu' with a list of links: Home, News, Web Links, Documents, Primaire, Collège, Secondaire, and Supérieur. The main content area features a 'BIENVENUE SUR TUNISIE-ETUDES.INFO' section with a sub-heading 'Avis de concours', written by 'Administrateur' on 'Mercredi, 20 Janvier 2010 08:47'. The text in this section reads: 'Accéder aux derniers avis de concours publier par les entreprises tunisiennes au jour le jour directement sur votre site' and includes a link 'Avis de concours en direct'. At the bottom of this section, there are links for 'Accès aux documents' and 'Retrouvez nous sur FaceBook'.

Merci d'avoir choisi www.tunisie-etudes.info
Bonne lecture et bon travail

www.tunisie-etudes.info – www.algointro.info

SVT : L'évolution

TunisieEtudes

Contenus

Articles

Évolution (biologie)	1
Classification phylogénétique	17

Références

Sources et contributeurs de l'article	26
Source des images, licences et contributeurs	27

Licence des articles

Licence	28
---------	----

Évolution (biologie)

🔗 Pour les articles homonymes, voir Évolution.

En biologie, l'**évolution** désigne la transformation des espèces vivantes au cours des générations. Cette transformation peut aboutir à la formation de nouvelles espèces, et donc à une diversification des formes de vie. Cette diversification depuis les premières formes est à l'origine de la biodiversité actuelle. L'histoire de l'évolution de la vie peut ainsi être décrite sous forme d'un « arbre évolutif », ou arbre phylogénétique.

L'idée d'évolution peut déjà se trouver chez certains philosophes de l'antiquité (Lucrèce, 98-54 av. J.-C., en particulier), mais ce n'est qu'à partir du XIX^e siècle que de véritables théories

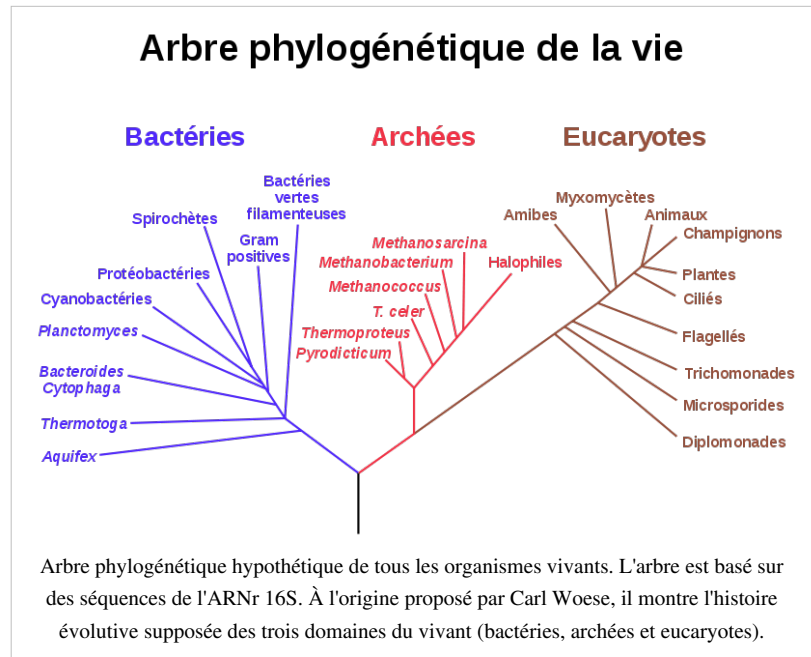
proposant une explication du phénomène de l'évolution des espèces ont été développées. Si la théorie du transformisme de Lamarck a ouvert la voie, la révolution évolutionniste est arrivée avec Charles Darwin et son ouvrage *De l'origine des espèces* (1859) dans lequel deux grandes idées, appuyés par des faits, émergent : l'unité et la diversité du vivant s'explique par l'évolution, et le moteur de l'évolution adaptative est la sélection naturelle. En profonde contradiction avec les idées philosophiques et religieuses dominantes de l'époque, *De l'origine des espèces* obtient un important écho et convainc rapidement la majorité des biologistes de la réalité de l'évolution^[1].

Avec la théorie synthétique de l'évolution qui regroupe notamment les idées de Darwin avec celles de Mendel, l'évolution fait l'objet d'un large consensus scientifique sur ses fondements et ses mécanismes depuis le milieu du XX^e siècle. Dans la biologie contemporaine, si l'idée que les espèces évoluent ne fait plus aucun doute, les détails des mécanismes qui permettent d'expliquer cette évolution font toujours l'objet de recherches et sont parfois au cœur de controverses scientifiques et médiatiques mineures, comme celle ayant opposé Stephen Jay Gould et Richard Dawkins sur l'intérêt d'introduire la notion d'équilibres ponctuels.

Des notions découvertes après 1950 comme celle de gène architecte, de coévolution et d'endosymbiose permettent de mieux saisir les mécanismes en action.

L'évolution est causée, d'une part par la présence de variations parmi les traits héréditaires d'une population d'individus (mutations), et d'autre part par divers mécanismes qui vont modifier la fréquence de certains traits héréditaires. Parmi ces mécanismes, la sélection naturelle désigne la différence de propagation entre les traits héréditaires causée par leur effet sur la survie et la reproduction des individus : si un certain trait héréditaire favorise les chances de survie et la reproduction, il s'ensuit mécaniquement que la fréquence de ce trait augmente d'une génération à l'autre. Dans une population de taille finie, un trait peut également être propagé ou éliminé par le fait de fluctuations aléatoires (dérive génétique). À l'échelle des temps géologiques, l'évolution conduit à des changements morphologiques, anatomiques, physiologiques et comportementaux des espèces.

Si l'on veut retranscrire ces concepts en systématique, il faut considérer la théorie cladistique, selon laquelle les grades évolutifs (qui induisent une vision de l'évolution aujourd'hui obsolète ^[réf. nécessaire]) ne sont plus pris en compte, en faveur des clades^[2].



Du fait, entre autres, de ses implications sur l'origine de l'humanité, l'évolution a été, et reste toujours, mal comprise et/ou, parfois, mal admise hors de la communauté scientifique. Dans les sociétés occidentales, la théorie de l'évolution se heurte à une vive opposition de la part de certains milieux religieux fondamentalistes, notamment pour son incompatibilité avec une interprétation littérale de la Bible. Ses détracteurs se basent sur des analyses pseudo-scientifiques ou religieuses pour contredire l'idée même d'évolution des espèces ou la théorie de la sélection naturelle.

Histoire de la théorie de l'évolution

Article détaillé : Histoire de la pensée évolutionniste.

Bien que les hommes cherchaient l'origine de la diversité du vivant dès la période antique, l'idée d'évolution, c'est-à-dire de modification des espèces au cours du temps, a mis du temps à s'imposer. Si l'idée d'une évolution de la vie est déjà présente chez quelques philosophes grecs^[3] et romains (Démocrite, Épicure, Lucrèce), l'un de ceux qui a le plus marqué le monde occidental^[4] Aristote, avait une conception fixiste du vivant, et cette vision est restée prédominante dans la pensée occidentale jusqu'au XVIII^e siècle. L'influence des religions monothéistes abrahamiques est prédominante dans la diffusion de ces idées fixistes, sous une nouvelle forme : le créationnisme. En effet les récits bibliques, en particulier ceux de la Genèse, prônent que toutes les espèces vivantes ont été créées telles quelles et de manière synchrone par Dieu et qu'elles sont parfaites donc immuables ; de plus, l'homme occuperait une place à part dans le vivant puisqu'il serait à l'image de Dieu et serait moralement supérieur à toutes les autres espèces^[3].

Durant le Moyen Âge, les avancées scientifiques en Europe occidentale deviennent limitées par la dominance du fondamentalisme chrétien, qui prône une interprétation littérale des textes sacrés^[5]. Bien que les autorités religieuses condamnent fermement toute idée scientifique remettant en cause les écrits bibliques, l'idée d'évolution se retrouve chez certains savants comme Jérôme Cardan^[6] et Giulio Cesare Vanini^[7]. Parallèlement, l'idée d'évolution apparaît dans le monde musulman, et l'on trouve dès le IX^e siècle non seulement l'idée que les espèces évoluent au cours du temps, mais aussi une première théorie cherchant à expliquer cette évolution^[8]. Au XIII^e siècle, le philosophe Nasir ad-Din at-Tusi propose, plusieurs siècles avant Charles Darwin, la sélection des meilleurs et l'adaptation des espèces à leur environnement^[9]. Cependant, ces idées n'ont eu qu'une faible popularité, y compris au sein du monde musulman^[réf. souhaitée].

Au début du XVIII^e siècle, les idées fixistes alors prédominantes sont ébranlées par le développement de la paléontologie et la découverte de fossiles de squelettes ne ressemblant à aucun squelette actuel^[10]. Pour concilier ces découvertes avec les textes bibliques, Georges Cuvier expose sa théorie catastrophiste selon laquelle il y aurait eu une succession de créations divines entrecoupées d'extinctions brutales au cours des temps géologiques^[11]. Ils admet ainsi que les espèces terrestres n'ont pas toujours été celles observées aujourd'hui, sans pour autant accepter l'évolution des espèces, et que les 6000 ans estimés jusque là pour l'âge de la Terre sont trop courts pour y intégrer ces extinctions successives^[12].

Si l'idée d'évolution est réapparue au milieu du XVIII^e siècle avec Maupertuis et Buffon, la première théorie véritablement scientifique considérant une évolution des espèces vivantes, le lamarckisme, est fondée par le naturaliste Jean-Baptiste Lamarck.

Lamarck considère que les espèces peuvent se transformer selon deux principes :

1. La diversification, ou spécialisation, des êtres vivants en de multiples espèces, sous l'effet des circonstances variées auxquelles ils sont confrontés dans des milieux variés et auxquelles ils sont contraints de s'adapter en modifiant leur comportement ou leurs organes pour répondre à leurs besoins, généralement désigné par « l'usage et le non-usage » ;
2. la complexification croissante de l'organisation des êtres vivants sous l'effet de la dynamique interne propre à leur métabolisme.

Sa théorie a souvent été abusivement réduite à celle de la transmission des caractères acquis, qui veut que les modifications acquises au cours de la vie d'un organisme soit héréditaires, mais en fait Lamarck ne propose pas de théorie de l'hérédité de l'acquis (contrairement à ce que fera Darwin en 1868), il se contente de reprendre les idées admises sur ce point depuis Aristote. Il n'en reste pas moins que Lamarck est le premier à proposer une théorie expliquant les êtres vivants à partir de laquelle il tente de comprendre l'évolution des espèces. La publication, en 1809, dans *Philosophie zoologique*, de sa théorie transformiste entraîne de virulents débats au sein de l'Académie des sciences car elle entre en contradiction avec les idées en vigueur à l'époque et notamment le fixisme. Malgré de nombreuses critiques de la part des milieux religieux et scientifique, et notamment de la part de Cuvier qui devient le principal opposant des transformistes, les idées transformistes reçoivent une adhésion croissante à partir de 1825 et permettent de rendre le débat naturaliste plus réceptif aux théories évolutionnistes^[13] même si Lamarck ne verra jamais ses travaux reconnus par la communauté scientifique^[14].

Cependant, la première théorie satisfaisante permettant d'expliquer l'adaptation des espèces est publiée en 1859 par Charles Darwin dans son livre *De l'origine des espèces*. Cette théorie, fondement de la théorie actuelle de l'évolution, considère que, étant donné que tous les individus d'une espèce diffèrent au moins légèrement, et que seule une partie de ces individus réussit à se reproduire, seuls les descendants des individus les mieux adaptés à leur environnement participeront à la génération suivante. Ainsi, comme les individus sélectionnés transmettent leurs caractères à leur descendance, les espèces évoluent et s'adaptent en permanence à leur environnement. Il baptise du nom de sélection naturelle cette sélection des individus les mieux adaptés^[15]. Darwin n'avait cependant aucune idée du mécanisme permettant la transmission des caractères^[réf. souhaitée].

La découverte des lois de Mendel et de la génétique au début du XX^e siècle bouleverse la compréhension des mécanismes de l'évolution et donne naissance à la Théorie synthétique de l'évolution, fondée entre autres par Theodosius Dobzhansky et Ernst Mayr. Cette théorie est une combinaison de la théorie de la sélection naturelle proposée par Darwin et de la génétique mendélienne. Elle est à l'origine de nouvelles méthodes dans l'étude de l'évolution, comme la génétique des populations ou la modélisation^[réf. nécessaire].

À partir de ce moment, la biologie de l'évolution intègre toutes les autres disciplines de la biologie, et cherche aussi bien à retracer l'histoire évolutive du vivant qu'à théoriser et prouver les mécanismes en jeu lors de l'évolution des espèces. La fin du XX^e siècle est ainsi très prolifique sur le plan théorique. Plus récemment, l'étude de l'évolution profite du développement de l'informatique et de la biologie moléculaire, et notamment du séquençage qui permet le développement de la phylogénie par un apport très important de données^[réf. nécessaire].

La biologie de l'évolution est aujourd'hui une composante majeure de la biologie qui nourrit aussi bien qu'elle se nourrit de toutes les autres disciplines^[réf. nécessaire].

Arguments en faveur de l'évolution

Stratégie de raisonnement

Si on arrive à établir un lien de parenté entre deux espèces différentes, alors cela veut dire qu'une espèce ancestrale s'est transformée en, au moins, une de ces deux espèces. Il y a donc bien eu évolution.

Un lien de parenté entre espèces fossiles ou actuels peut être mis en évidence par le partage d'au moins un caractère homologue, c'est-à-dire provenant d'un ancêtre. Ces indices de parenté sont décelables au niveau de la morphologie, au niveau moléculaire et parfois même, pour des espèces très proches, au niveau du comportement.

Utilisation des fossiles

Il est en pratique impossible d'affirmer qu'une espèce fossile est l'ancêtre d'une espèce actuelle, car il ne sera jamais garanti que l'espèce actuelle ne s'est pas différenciée à partir d'une autre espèce proche, mais qui n'aurait pas été découverte. En effet, la conservation de restes d'espèces éteintes est un événement relativement improbable surtout pour les périodes les plus anciennes. On peut seulement estimer les liens de parenté, avec les autres espèces déjà connues, actuelles ou fossiles. Par exemple le fossile de fleur le plus ancien a été daté de 140 millions d'années. Cet organe est donc apparu sur Terre, il y a au moins 140 millions d'années. Mais d'autres espèces proches, avec des fleurs, existaient aussi certainement à cette époque. Personne n'est capable d'affirmer laquelle de ces espèces est l'ancêtre des plantes à fleur actuelles. On ne cherchera que les relations de parenté, les relations d'ancêtre à descendant ne pouvant jamais être reconstituées.

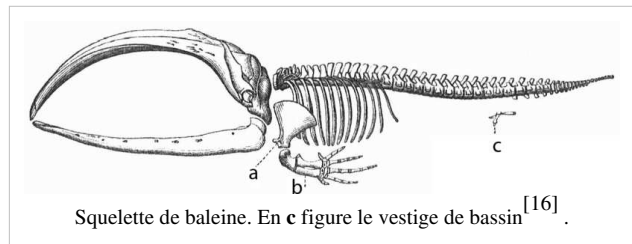


Archaeofructus liaoningensis le plus ancien reste de fleur connu.

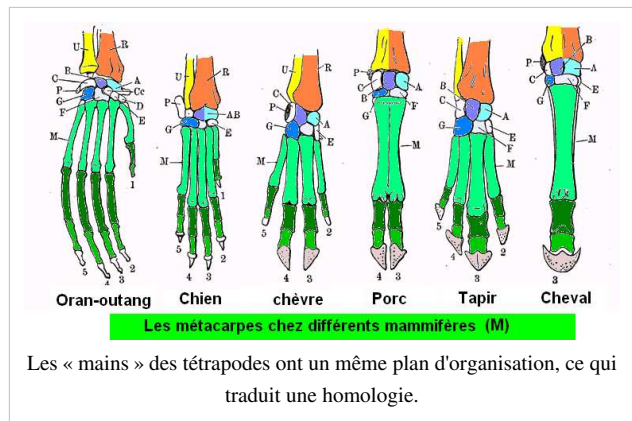
L'âge d'une espèce fossile, en revanche, indique l'âge minimum d'apparition des caractères qu'elle possède. Il est alors possible de reconstruire l'histoire de l'évolution, en plaçant sur une échelle des temps l'apparition des différents caractères. Les fossiles nous indiquent que l'ordre d'apparition des innovations évolutives est tout à fait en accord avec l'idée d'une évolution, qui dans un schéma général, part de structures simples vers des structures plus complexes. C'est aussi en accord avec une origine aquatique des êtres vivants.

Indices morphologiques

- les baleines, animaux adaptés à la vie aquatique gardent une trace de leurs ancêtres quadrupèdes par la présence d'os vestigiaux correspondant au bassin (ceinture pelvienne) ;
- Il y a des vestiges de pattes chez certains serpents (boas)^[17] ;
- En observant l'aile d'un oiseau ou d'une chauve-souris, on retrouve aisément la structure osseuse du membre antérieur de tout tétrapode ;
- les défenses à croissance continue des éléphants sont en fait homologues des incisives des autres mammifères, dont l'homme ;
- les appendices masticateurs des arthropodes sont à l'origine des appendices locomoteurs réduits (il en va de même apparemment pour les Onychophores) ;
- les membres des tétrapodes proviennent des nageoires de poissons ;
- dans le monde végétal, la présence d'une double membrane autour des plastes et la présence d'un ADN circulaire à l'intérieur de ceux-ci trahissent une origine endosymbiotique procaryote.



Squelette de baleine. En c figure le vestige de bassin [16].



Les « mains » des tétrapodes ont un même plan d'organisation, ce qui traduit une homologie.

Indices moléculaires

- Le support de l'information héréditaire est toujours l'ADN pour l'ensemble du vivant ;
- Le code génétique, code de correspondance entre l'ADN et les protéines est quasiment le même chez tous les êtres vivants ;
- Le séquençage de l'ADN. fait apparaître de nombreuses régions étroitement proches donc apparentés (gènes homologues: paralogues ou orthologues) qui codent des protéines aux fonctions ou structures différentes mais assez proches (Exemple : les gènes qui codent les hémoglobines, myoglobines...).

Indices comportementaux

Chez certaines espèces de Lacertidés américains du genre *Cnemidophorus*, ou lézards à queue en fouet, il n'existe plus que des femelles. Ces espèces pratiquent donc une reproduction asexuée. Cependant des simulacres d'accouplements persistent : pour se reproduire une femelle monte sur une autre dans un comportement similaire à celui des espèces sexuées. Ce comportement d'origine hormonale est à mettre en relation avec une origine récente de ces espèces parthénogénétiques^[18].

Un exemple d'évolution à échelle de temps humaine : *Podarcis sicula*

Introduit en 1971 par l'équipe du professeur Eviatar Nevo sur l'île dalmate de Prod Mrcaru en mer Adriatique, le lézard *Podarcis sicula* connu en France sous le nom de « lézard des ruines », y a été abandonné à lui-même durant près de quatre décennies, l'accès à l'île ayant été interdit par les autorités yougoslaves, puis par les conflits liés à l'éclatement de ce pays. En 2004, une équipe scientifique dirigée par Duncan Irschick et Anthony Herrel put revenir sur l'île et découvrit que *Podarcis sicula* avait évolué en 36 ans, soit environ trente générations, de façon très significative. Le lézard a grandi, sa mâchoire est devenue plus puissante, et surtout il a changé de régime alimentaire : d'insectivore il est devenu herbivore, et des valves cœcales sont apparues au niveau des intestins, ce qui lui permet de digérer les herbes... Cette découverte confirme, s'il en



Podarcis sicula. Des lézards des ruines déposés sur l'île de Prod Mrcaru en 1971 ont évolué en 36 ans de sorte à disposer d'un nouvel organe de digestion absent chez l'espèce d'origine : les valves cœcales.

était encore besoin, que l'évolution n'est pas une théorie parmi d'autres, mais un phénomène biologique concrètement observable, et pas seulement chez les virus, les bactéries ou les espèces domestiquées^[19].

Critiques de la théorie synthétique de l'évolution

Article détaillé : Historique des critiques des théories de l'évolution.

Elles se répartissent en trois origines, parfois combinées :

- Critiques idéologiques.
- Critiques scientifiques (notamment par rapport aux fossiles).
- Critiques religieuses (créationnisme et intelligent design).

Méthodes d'étude de l'évolution

La paléobiologie

Articles détaillés : Paléontologie et Paléogénétique.

La paléobiologie, étude de la vie des temps passés, permet de reconstituer l'histoire des êtres vivants. Cette histoire donne aussi des indices sur les mécanismes évolutifs en jeu dans l'évolution des espèces. La paléontologie s'occupe plus particulièrement des restes fossiles des êtres vivants. La paléogénétique, science récente, s'intéresse au matériel génétique ayant survécu jusqu'à aujourd'hui^[20]. Ces deux approches sont limitées par la dégradation du matériel biologique au cours du temps. Ainsi, les informations issues des restes sont d'autant plus rares que l'être vivant concerné est ancien. De plus, certaines conditions sont plus propices que d'autres à la conservation du matériel biologique. Ainsi, les environnements anoxiques ou très froids entravent la dégradation des restes. Les restes vivants sont donc lacunaires et sont bien souvent insuffisants pour retracer l'histoire évolutive du vivant.

L'analyse comparative des caractères

Articles détaillés : Génétique évolutive du développement et Phylogénie.

Tous les êtres vivants actuels étant issus d'un même ancêtre commun, ils partagent des caractéristiques héritées de cet ancêtre. L'analyse des ressemblances entre êtres vivants donne de nombreuses informations sur leurs relations de parenté, et permet de retracer l'histoire évolutive des espèces. La phylogénie est la discipline scientifique qui cherche à retracer les relations entre êtres vivants actuels et fossiles à partir de l'analyse comparative des caractères morphologiques, physiologiques ou moléculaires. L'analyse comparative permet de retracer l'histoire évolutive des différents caractères dans les lignées du vivant. L'évolution des caractères ne suit pas nécessairement celle des espèces, certains caractères (dits convergents) peuvent être apparus plusieurs fois de manière indépendante dans différentes lignées.

L'évolution des caractères et des lignées peut être associée à des événements géologiques ou biologiques marquant l'histoire de la Terre, ce qui permet de proposer des hypothèses sur les mécanismes à l'origine de l'évolution des espèces.

La nature des caractères pouvant être analysés est extrêmement diverse, et il peut s'agir aussi bien de caractères morphologiques (taille, forme ou volume de différentes structures), anatomiques (structure, organisation des organes), tissulaires, cellulaires ou moléculaires (séquences protéiques ou nucléiques). Ces différents caractères apportent des informations diverses et souvent complémentaires. Actuellement, les caractères moléculaires (en particulier les séquences d'ADN) sont privilégiées, du fait de leur universalité, de leur fiabilité et du faible coût des technologies associées. Ils ne peuvent cependant pas être utilisés lors de l'étude de fossiles pour lesquels seuls les caractères morphologiques sont en général informatifs.

La génétique des populations

Article détaillé : Génétique des populations.

La modélisation

La modélisation en biologie de l'évolution se base sur les mécanismes de l'évolution mis en évidence pour mettre en place des modèles théoriques. Ces modèles peuvent produire des résultats qui dépendent des hypothèses de départ de ce modèle, ces résultats pouvant être comparés à des données réellement observées. On peut ainsi tester la capacité du modèle à refléter la réalité, et, dans une certaine mesure, la validité de la théorie sous-jacente à ce modèle.

Les modèles dépendent souvent de paramètres, lesquels ne peuvent pas toujours être déterminés *a priori*. La modélisation permet de comparer les résultats du modèles et ceux de la réalité pour de nombreuses valeurs différentes de ces paramètres, et ainsi déterminer quelles sont les combinaisons de paramètres qui permettent au

modèle décrire au mieux la réalité. Ces paramètres correspondent souvent à des paramètres biologiques, et on peut ainsi estimer à partir du modèle certains paramètres biologiques difficile à mesurer. La justesse de l'estimation de ces paramètres dépend cependant de la validité du modèle, laquelle est parfois difficile à tester.

La modélisation permet enfin de prédire certaines évolutions à venir, en utilisant les données actuelles comme données de départ du modèle.

L'expérimentation

Article détaillé : Évolution expérimentale.

L'évolution expérimentale est la branche de la biologie qui étudie l'évolution par de réelles expériences, à l'inverse de l'étude comparative des caractères, qui ne fait que regarder l'état actuel des êtres vivants. Les expériences consistent généralement en l'isolement d'une ou plusieurs espèces dans un milieu biologique contrôlé. On laisse alors ces espèces évoluer pendant un certain temps, en appliquant éventuellement des changements contrôlés de conditions environnementales. On compare enfin certaines caractéristiques des espèces avant et après la période d'évolution.

L'évolution expérimentale permet non seulement d'observer l'évolution en cours, mais aussi de vérifier certaines prédictions énoncées dans le cadre de la théorie de l'évolution, et tester l'importance relative de différents mécanismes évolutifs.

L'évolution expérimentale ne peut étudier que des caractères évoluant rapidement, et se limite donc à des organismes se reproduisant rapidement, notamment des virus ou des unicellulaires, mais aussi certains organismes à génération plus longue comme la drosophile ou certains rongeurs.

Un exemple : l'expérience de Luria et Delbrück.

Mécanismes de l'évolution

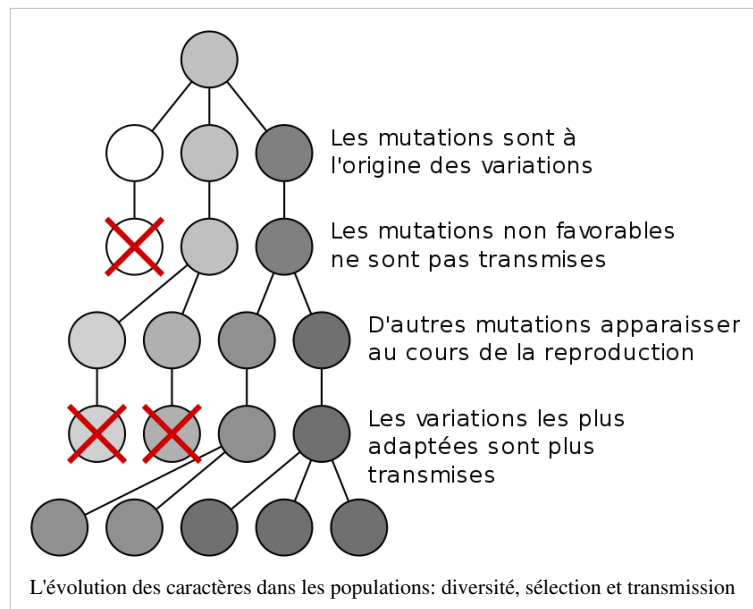
Article détaillé : Théorie synthétique de l'évolution.

L'évolution des populations

Parce que les individus d'une population possèdent des caractères héréditaires différents, et que seule une partie de ces individus accède à la reproduction, les caractères les plus adaptés à l'environnement sont préférentiellement conservés par la sélection naturelle. De plus, le hasard de la reproduction sexuée rend partiellement aléatoire les caractères qui seront transmis, par effet de dérive génétique. Ainsi, la proportion des différents caractères d'une population varie d'une génération à l'autre, conduisant à l'évolution des populations.

L'apparition de nouveaux caractères

Cela se produit par mutation et recombinaison génétique, ou remaniement chromosomique. Mais cela ne se déroule que dans un individu, pas dans l'espèce entière. Il faut, pour que ce nouveau caractère se répande, l'effet de la sélection naturelle et/ou de la dérive génétique.



Variabilité des individus au sein des populations

Articles détaillés : Diversité génétique, Mutation et Reproduction sexuée.

La plus part des individus d'une espèce sont uniques et diffèrent les uns des autres. Ces différences sont observables à toutes les échelles, du point de vue morphologique jusqu'à l'échelle moléculaire. Cette diversité des populations a deux origines principales: les individus sont dissemblables parce qu'ils ne possèdent pas la même information génétique et parce qu'ils ont subi des influences environnementales différentes.

La diversité génétique se manifeste par des variations locales de la séquence d'ADN, formant différents variants de la même séquence appelés allèles. Cette variabilité a plusieurs origines. Des allèles peuvent être formés spontanément par mutation de la séquence d'ADN. Par ailleurs, la reproduction sexuée contribue à la diversité génétique des populations de deux manières: d'une part, la recombinaison génétique permet de diversifier les combinaisons d'allèles réunies sur un même chromosome. D'autre part, une partie du génome de chaque parent est sélectionnée aléatoirement pour former un nouvel individu, dont le génome est par conséquent unique.

La diversité issue de l'environnement s'acquiert tout au long de l'histoire de l'individu, depuis la formation des gamètes jusqu'à sa mort. L'environnement étant unique à chaque endroit et à chaque moment, il exerce des effets unique sur chaque individu, et ce à toutes les échelles, de la morphologie jusqu'à la biologie moléculaire. Ainsi, deux individus possédant la même information génétique (c'est par exemple le cas pour les vrais jumeaux) sont tout de même différents. Ils peuvent notamment avoir une organisation et une expression différente de l'information génétique.

L'hérédité

Articles détaillés : Hérédité, ADN, Reproduction, Réplication de l'ADN et Épigenétique.

Les êtres vivants sont capables de se reproduire, transmettant ainsi une partie de leurs caractères à leurs descendants. On distingue la reproduction asexuée, ne faisant intervenir qu'un individu, de la reproduction sexuée pendant laquelle deux individus mettent en commun une partie de leur matériel génétique, formant ainsi un individu génétiquement unique.

Les caractères génétiques, c'est-à-dire l'ensemble des séquences d'acide nucléiques d'un individu, ne sont pas tous transmis de la même manière. Lors de la reproduction asexuée, qui est une reproduction clonale, l'ensemble des séquences nucléiques sont copiées et l'information génétique contenue chez les deux descendants est alors identiques. En revanche, lors de la reproduction sexuée, il arrive fréquemment qu'une partie seulement du matériel génétique soit transmis. Chez les Métazoaires, les chromosomes sont fréquemment associés par paire, et seul un chromosome de chaque paire et de chaque parent est transmis à l'enfant. De plus, si les parents fournissent tous les deux la moitié du contenu nucléaire, le matériel cytoplasmique est souvent fournis par un seul des deux parents (la mère chez les mammifères). Ainsi, le matériel génétique contenu dans les organites semi-autonomes, tels que les chloroplastes et les mitochondries, n'est transmis que par une partie des individus de l'espèce (les femelles chez les mammifères).

La transmission des caractères acquis, une hypothèse non totalement rejetée

Article détaillé : Transmission des caractères acquis.

La théorie synthétique de l'évolution, paradigme dominant actuel, se fonde sur un déterminisme génétique intégral et écarte donc toute transmission héréditaire de caractères acquis au cours de la vie de l'individu. Néanmoins de plus en plus de travaux scientifiques remettent en cause ce modèle et rétablissent pour partie l'idée d'une transmission héréditaire de caractères acquis que défendait le lamarckisme^[21].

Tout d'abord, certains caractères dits épigénétiques concernent la structure et l'organisation des génomes sont transmis par les parents en même temps que les molécules d'acide nucléique elles-mêmes. De plus, la mère fournit l'environnement cytoplasmique de la cellule-oeuf du descendant, et transmet ainsi un certain nombre de caractéristiques cellulaires à l'enfant. Des modifications épigénétiques conservées dans la lignée germinale sont

désormais décrites chez plusieurs espèces. Chez les plantes il existe une corrélation entre le niveau d'expression d'un gène et sa méthylation. Pareillement, chez les mammifères nous témoignons de la méthylation d'une séquence transposable qui est insérée à proximité d'un gène particulier. Le degré de méthylation d'un transposon pouvant enfin moduler l'expression du gène dans lequel il s'est inséré^[22]. L'étude de l'épigénétique, longtemps délaissée, connaît un grand essor depuis la fin du séquençage de nombreux génomes, dont celui de l'homme.

Ainsi, Une étude de 2009 du MIT affirme mettre en évidence une hérédité de certains caractères acquis chez des rongeurs^[23]. Par ailleurs, l'obésité serait non pas uniquement un effet direct touchant les individus atteints eux-mêmes mais également un effet transgénérationnel. Des données chez l'homme et chez l'animal semblent montrer que les effets d'une sous-alimentation subies par des individus pourraient en effet être transmises aux descendants.

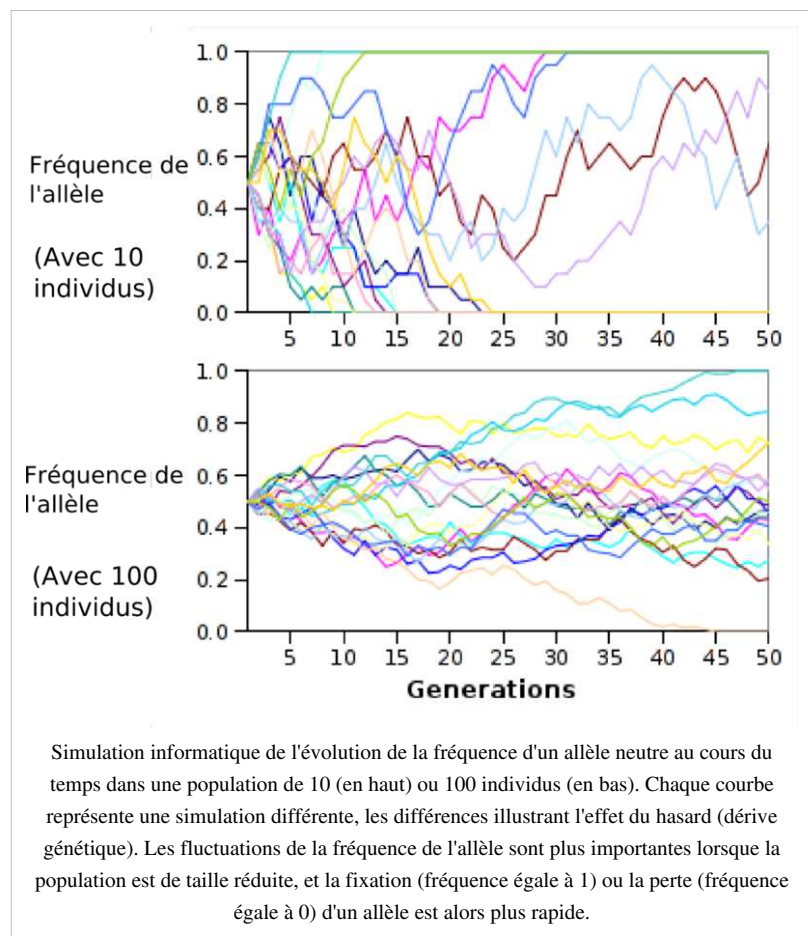
La dérive génétique

Article détaillé : dérive génétique.

Lors de la reproduction sexuée, la transmission des caractères (notamment des allèles) comporte une grande part de hasard due à la recombinaison homologe, et au brassage génétique. Ainsi, on observe une variation aléatoire des fréquences alléliques d'une génération à l'autre, appelée dérive génétique. La dérive génétique génère donc une composante aléatoire dans l'évolution des populations. Ainsi, deux populations d'une même espèce n'échangeant pas de matériel génétique vont diverger jusqu'à former, si le temps d'isolement génétique est suffisant, deux espèces différentes. La dérive génétique est donc un des moteurs de la spéciation.

L'effet de la dérive génétique est particulièrement visible lorsqu'un faible nombre d'individus est à l'origine d'une population beaucoup plus nombreuse. C'est le cas lorsque se forme un goulot d'étranglement

c'est-à-dire qu'une population est décimée et se reconstitue, ou lorsque quelques individus d'une population migrent pour aller coloniser un nouvel espace et former une nouvelle population (effet fondateur). Lorsqu'un tel évènement se produit, un allèle même faiblement représenté dans la population de départ peut se retrouver en forte proportion dans la population nouvellement formée sous le simple effet d'un hasard dans le tirage des individus à l'origine de la nouvelle population. Inversement, un allèle fortement représenté peut ne pas être tiré, et disparaît de la nouvelle population. Par ailleurs, la formation d'une nouvelle population à partir d'un faible nombre d'individu a pour effet d'augmenter la consanguinité dans la population et augmente le pourcentage d'homozygotie, ce qui fragilise la population.



La sélection naturelle

Article détaillé : Sélection naturelle.

Dans la très grande majorité des espèces, le nombre de cellules-œuf produits est bien plus grand que le nombre d'individus arrivant à l'âge de la maturité sexuelle et parmi ceux-ci, une partie seulement accède à la reproduction. Ainsi, seule une partie des individus formés se reproduit à la génération suivante. Il existe donc une sélection des individus perpétuant l'espèce, seuls les individus n'étant pas éliminé par les conditions environnementales pouvant se reproduire. Cette sélection a été baptisée sélection naturelle.

Comme il existe une variabilité au sein des espèces, les individus possédant des caractères différents, et qu'une partie de ces caractères sont héréditaires, les caractères permettant à l'individu de survivre et de mieux se reproduire seront préférentiellement transmis à la descendance, par rapport aux autres caractères. Ainsi la proportion des caractères au sein des espèces évolue au cours du temps.

La sélection naturelle peut prendre des formes très variées. La sélection utilitaire est une élimination des individus les moins capables de survivre et les moins féconds, alors que la sélection sexuelle conserve préférentiellement les individus les plus aptes à rencontrer un partenaire sexuel. Bien que ces sélections soient complémentaires, on observe souvent des conflits, chaque forme de sélection pouvant favoriser l'évolution d'un caractère dans un sens différent.

Il est parfois observé une sélection d'individus qui favorisent la survie ou la reproduction d'individus qui leurs sont ou non apparentés, comme c'est le cas chez les insectes eusociaux ou lorsqu'un individu se sacrifie pour permettre la survie de son groupe ou de sa descendance. En sociobiologie, ces comportements altruistes s'expliquent notamment par les théories controversées de la sélection de parentèle, de la sélection de groupe et de l'altruisme réciproque. La sélection de parentèle prédit qu'il peut être plus avantageux pour un individu de favoriser beaucoup la reproduction d'un individu apparenté (donc avec lequel il partage des caractères) que de se reproduire un peu ou pas du tout, la sélection de groupe repose sur le même principe mais du point de vue du groupe et pourrait expliquer certains actes chez l'homme comme les guerres ou la xénophobie, l'altruisme réciproque se penche sur les cas d'altruisme entre individus non-apparentés et induit une contribution réciproque dont l'aide donnée en retour peut être différé dans le temps.

Enfin, la sélection artificielle n'est qu'une forme de sélection naturelle exercée par l'homme.

Conséquences évolutives

Adaptation des espèces

Articles détaillés : Adaptation et Neutralisme.

En conséquence de la sélection naturelle, les espèces conservent préférentiellement les caractères les plus adaptés à leur environnement, et sont donc de mieux en mieux adaptées à leur environnement. Les pressions de sélection en jeux dans cette adaptation sont nombreuses et concernent tous les aspects de l'environnement, des contraintes physiques jusqu'aux espèces biologiques interagissantes.

L'adaptation de plusieurs espèces différentes sous l'effet des mêmes pressions environnementales peut conduire à l'apparition répétée et indépendante du même caractère adaptatif chez ces espèces, par un phénomène de convergence évolutive. Par exemple, chez les mammifères les cétacés et les siréniens ont tout deux développé des nageoires, de manière indépendante. L'évolution de ces nageoires montre une adaptation convergente à la vie aquatique.

Cependant, l'effet de la sélection naturelle est réduit par celui de la dérive génétique. Ainsi, un caractère avantageux pourra ne pas être sélectionné à cause de l'inertie donnée par la dérive.

Apparition et disparition des espèces

Articles détaillés : Spéciation et Extinction des espèces.

L'évolution d'une population sous l'effet du hasard et des contraintes environnementales peut aboutir à la disparition de la population et éventuellement de l'espèce à laquelle elle appartient. Inversement, deux populations peuvent s'individualiser au sein d'une même espèce jusqu'à former deux espèces distinctes par un processus nommé spéciation.

Controverses sur les mécanismes de l'évolution



Cette section ne cite pas suffisamment ses sources (décembre 2009).

Si vous connaissez le thème traité, merci d'indiquer les passages à sourcer avec {{Référence souhaitée}} ou, mieux, incluez les références utiles en les liant aux **notes de bas de page** (modifier l'article ^[24]).

L'évolution et ses mécanismes sont encore largement étudiés aujourd'hui, et de nombreux points sur les mécanismes de l'évolution ne sont pas éclaircis. Certaines questions déjà soulevées par Charles Darwin n'ont d'ailleurs toujours pas de réponse certaine.

Une des grandes questions de la théorie de l'évolution est l'origine des rangs taxinomiques supérieurs à celui de l'espèce. En outre, la manière dont sont apparus la majorité des 33 embranchements animaux, issus de l'explosion cambrienne, pose encore problème. Ainsi, la désormais obsolète théorie gradualiste estime que les changements interviennent de manière progressive au cours de l'évolution, alors que la théorie des équilibres ponctués, formulée par Stephen Jay Gould et Niles Eldredge défend qu'il existe des sauts évolutifs majeurs. Selon cette théorie, le mécanisme d'évolution est tantôt accéléré tantôt ralenti, voire pratiquement nul durant de longues périodes^[25]. Or au Cambrien, les paléontologues s'accordent à reconnaître des changements écologiques majeurs^[26] qui pourraient selon cette théorie être à l'origine de l'apparition d'organismes appartenant aux clades actuels. De plus l'absence de fossile durant presque 100 millions d'années avant les faunes de Burgess et la rareté des sites fossilifères précambriens suggèrent l'existence de lignées fantômes précédant l'explosion cambrienne. Les formes de vie auxquelles appartiennent les animaux de Burgess n'auraient tout simplement pas été retrouvées à l'état fossile durant de longues périodes^[27].

La transmission des caractères acquis, complètement délaissée depuis la découverte des lois de l'hérédité, est réactualisée par la découverte des phénomènes épigénétiques. Dès lors, l'importance de cette transmission de caractères non hérités des parents dans l'évolution des espèces doit se poser. Cependant, notre connaissance des mécanismes épigénétiques est encore trop faible pour pouvoir répondre à cette question. En outre, peu d'études sur le rôle de l'épigénétique dans l'évolution ont été réalisées à l'heure actuelle.

Il a été longtemps admis que l'évolution s'accompagnait d'un accroissement de la complexité des êtres vivants. Cependant, cette idée, largement influencée par l'anthropocentrisme, est fortement débattue aujourd'hui. La complexité n'ayant pas de définition précise à l'heure actuelle, il est difficile de vérifier une éventuelle augmentation de complexité. Par ailleurs, lorsque cette idée est admise, les origines de cette augmentation de complexité sont, elles aussi, source de controverse. En fait, tout cela a déjà été clairement expliqué par Lamarck.

Histoire évolutive du vivant

L'origine de la Vie se situerait vers - 3.8 milliards d'années. Il s'agissait probablement d'organismes procaryotes unicellulaires. On suppose un ancêtre unique à tous les êtres vivants (LUCA). À partir de cet ancêtre se sont diversifiées les différentes formes de Vie.

Articles détaillés : Histoire évolutive du vivant et Arbre phylogénétique du vivant.

Évolution et sociétés humaines

Évolution et agriculture

Article détaillé : Sélection artificielle.

L'homme a su très vite utiliser la variabilité des populations à son profit : l'évolution *dirigée par l'homme*, ou sélection artificielle, à cause de la sélection par les éleveurs et les cultivateurs, se produit depuis des millénaires. Il avait été remarqué depuis longtemps que les animaux d'élevage héritaient, dans une certaine mesure, de caractéristiques de leurs parents et nul n'aurait songé à utiliser ses bêtes les plus malingres pour la reproduction. D'ailleurs, Darwin utilise de nombreuses observations issues de la sélection des plantes et des animaux en agriculture pour étayer ses idées. Ainsi, l'homme peut créer une sélection dite artificielle sur son environnement, volontairement pour des raisons économiques, ou involontairement via la pression de chasse, cueillette ou pêche)^[28].

Évolution et informatique

Article détaillé : Algorithme évolutionniste.

L'efficacité du processus de sélection naturelle a inspiré la création d'algorithmes évolutionnistes (comme les algorithmes génétiques) en informatique. Ces algorithmes heuristiques modélisent plusieurs caractéristiques de l'évolution biologique (en particulier les mutations et les recombinaisons) pour trouver une solution satisfaisante à un problème trop complexe pour être abordé par d'autres méthodes.

Eugénisme

Articles détaillés : Darwinisme social et Eugénisme.

Article détaillé : Évolutionnisme (anthropologie).

La pensée évolutionniste s'est notamment propagée au sein de l'anthropologie évolutionniste au XIX^e siècle. Pour les anthropologues de cette époque, l'espèce humaine ne fait qu'une, et donc, chaque société suit la même évolution, qui commence à l'état de « primitif » pour arriver jusqu'au modèle de la civilisation occidentale. Cette théorie a été très fortement remise en question. En effet, elle ne correspond pas à la réalité historique observée (les civilisations suivent des « chemins » divergents, ne poursuivent pas les mêmes « objectifs », et la civilisation occidentale, qui devrait pourtant constituer le stade ultime de l'évolution, continue pourtant à vivre de profondes mutations.) et est douteuse d'un point de vue éthique (considérant notre société occidentale comme l'aboutissement ultime de la civilisation). À l'inverse de ce qui était pratiqué jusqu'au milieu du XX^e siècle, les approches modernes de l'anthropologie évolutionniste privilégient une méthodologie précise (confrontant des sources multiples, s'inspirant des outils d'analyse quantitative des sciences sociales, tentant de se départir de l'ethnocentrisme) et s'appuie sur des théories plus élaborées que l'évolutionnisme simpliste des débuts. Théories inspirées non seulement par la biologie de l'évolution moderne mais aussi par la modélisation mathématique et informatique et parfois enrichies par les connaissances contemporaines en psychologie.

La psychologie évolutionniste

Article détaillé : Psychologie évolutionniste.

L'application des principes de l'évolution (notamment de concepts comme les caractères adaptatifs, la pression de sélection, etc.) en psychologie a donné naissance à un courant baptisé psychologie évolutionniste. Même si Darwin avait déjà émis l'idée que la sélection naturelle a pu façonner aussi bien des caractères anatomiques que psychologiques, cette discipline s'est véritablement formalisée au début des années 1990 dans le cadre conceptuel des sciences cognitives. Depuis, la psychologie évolutionniste est au centre d'une intense controverse scientifique qui tient à de multiples raisons : difficulté méthodologique à établir une histoire évolutive des comportements qui ne sont pas des objets matériels, résistance intellectuelle à envisager l'esprit humain comme en partie déterminé par l'évolution, utilisation simpliste et abusive des théories évolutionnistes, médiatisation et déformation auprès du grand public des problématiques scientifiques... Dans le milieu scientifique toutefois, la psychologie évolutionniste fait désormais partie des paradigmes scientifiques valides.

Évolutionnisme et religions

La théorie évolutionniste est-elle compatible avec la croyance en Dieu ? En fait, Ernst Mayr dit à ce sujet : « *Il me semble évident que Darwin a perdu la foi un an sinon deux, avant de formuler sa théorie de la sélection naturelle (sur laquelle il a sans doute travaillé plus de dix ans). Par conséquent, il n'est pas fondé d'avancer que la biologie et l'adhésion à la théorie de la sélection naturelle risquent de vous éloigner de Dieu.*^[29] »

Le biologiste Richard Dawkins, dans son ouvrage *Pour en finir avec Dieu* (2008), pense que la sélection naturelle est « supérieure » à l'« hypothèse de Dieu » qu'il qualifie d'« improbabilité statistique », et défend l'athéisme.

Le biologiste Kenneth R. Miller (**en**) estime que la pensée évolutionniste n'est pas forcément incompatible avec la foi en un Dieu^[30]. Pour lui les écrits de la Bible sont des métaphores.

L'évolution est encore aujourd'hui rejetée par certains milieux religieux, tenants du créationnisme, surtout protestants.

La position de l'Église Catholique sur ce sujet est plus nuancée, tout en maintenant l'innerance de la Bible^[31], une microévolution au sein des espèces semble aujourd'hui « plus qu'une hypothèse ». Elle déclare que Dieu est le seul créateur, qu'Il a créé le monde par amour, mais que l'esprit ne peut pas être le fruit d'une évolution de la matière^[32].

Aspects politiques et judiciaires

Les polémiques ont débordé, depuis les années 1990, le simple cadre du débat public, notamment aux États-Unis.

Dans certains États, les tenants du créationnisme ont essayé de rendre obligatoire son enseignement dans les écoles publiques, en tant que « théorie scientifique concurrente » de celle de l'évolution. Cependant ces mesures ont été déclarés anticonstitutionnelles vis-à-vis du premier amendement sur la liberté d'expression, du fait du caractère religieux de cette théorie. Devant ces tentatives, des scientifiques ont ironiquement demandé à ce que soit aussi enseigné le pastafarisme (qui a été inventé à cette occasion).

Un nouveau concept est apparu dans la mouvance créationniste, baptisé dessein intelligent (« *Intelligent Design* »), qui affirme que « certaines caractéristiques de l'Univers et du monde vivant sont mieux expliquées par une cause intelligente, plutôt que par des processus aléatoires tels que la sélection naturelle^[33] ». Cette thèse est présentée comme une théorie appuyée par des travaux scientifiques, et ne nie pas l'existence de tout phénomène évolutif. La justice américaine, s'appuyant sur les travaux scientifiques, a cependant jugé (voir *Kitzmiller v. Dover Area School*) que cette thèse était de nature religieuse et non scientifique, et que les promoteurs de l'*Intelligent Design* n'explicitaient pas cette « cause intelligente » afin de contourner le problème juridique et d'échapper au qualificatif religieux. D'autres groupes utilisent les arguments de l'*Intelligent Design*, avec diverses attributions pour la « cause intelligente », par exemple des extraterrestres.

Notes et références

- [1] Darwin n'utilise pas le mot *évolution* dans son œuvre, puisque ce terme n'est introduit que dans les années 1870. Cf. Gould (1997) : 33-37, Laurent (2001) : 17.
- [2] W. Hennig, *Phylogenetic Systematics*, Illinois University Press, 1966, traduit par D. Dwight Davis & R. Zangerl.
- [3] Barbara Cassin & al., *L'animal dans l'Antiquité* [lire en ligne (http://books.google.fr/books?id=4Zy5Fg2oa-cC&pg=PA19&vq=sup&rieur&dq=chr&A@tien+anthropocentrisme&source=gbs_search_s&sig=ACfU3U2rSAXjGTwDv8245b1AYQOUa_Zgg#PPP1.M1)], Centre National de Recherche Scientifique, éd. Vrin, 1997, 618 p., (ISBN 2711613232).
- [4] Jean-Philippe Omotunde, Platon et Aristote : les deux piliers de la pensée occidentale (<http://www.africamaat.com/Platon-et-Aristote-les-deux>), Institut Africamaat, (page consultée le 4 juillet 2008).
- [5] Jean Chaline, *Quoi de neuf depuis Darwin ?*, éd. Ellipses, 2006 (ISBN 978-2-7298-3100-4).
- [6] Jérôme Cardan définit une théorie de l'évolution dans son ouvrage *De Subtilitate Rerum* en 1551.
- [7] Giulio Cesare Vanini est brûlé vif en 1619 pour avoir notamment déclaré que l'homme et le singe pouvaient être des parents.
- [8] Mehmet Bayrakdar (*The Islamic Quarterly* Third Quarter, 1983). " Al-Jahiz And the Rise of Biological Evolutionism (<http://www.salaam.co.uk/knowledge/al-jahiz.php>)", Londres.
- [9] Farid Alakbarli, « A 13th-Century Darwin? », dans *Azerbaijan International*, vol. 9.2, 2001, p. 48-49
- [10] Laurent Dubois, **[pdf]** Histoire de la paléontologie, Darwin et Théorie de l'Evolution (<http://www.geopolis-fr.com/download/Evolution-et-Darwin.pdf>), Géopolis.fr, (page consultée le 4 juillet 2008).
- [11] Lapiere, S., « Éléments de théorie de l'évolution (<http://www.colvir.net/prof/serge.lapierre/Evolutionnisme.html>) » sur <http://www.colvir.net/prof/serge.lapierre/index.html>. Consulté le 19 octobre 2008
- [12] Serge Lapiere, Éléments de théorie de l'évolution (<http://www.colvir.net/prof/serge.lapierre/Evolutionnisme.html>), Collège de Bois de Boulogne - Département de philosophie, (page consultée le 25 octobre 2008).
- [13] Hélène Blais, « Lamarck, genèse et enjeux du transformisme, 1770-1830 », La Revue pour l'histoire du CNRS [lire en ligne (<http://histoirecnrs.revues.org/document405.html>)], n°7 - Novembre 2002, mis en ligne le 6 mars 2006. Consulté le 7 juillet 2008.
- [14] Benoît Vireo, *Le voyage intérieur de Charles Darwin: essai sur la genèse psychologique d'une œuvre scientifique* [lire en ligne (<http://books.google.fr/books?id=pZ-DuvTMDUkC>)], p. 124-126, éd. des archives contemporaines, 2000, 144 p. (ISBN 9057090171)
- [15] Darwin, C., *De l'Origine des espèces*, Flammarion, 1859, 1997
- [16] L. Bejder, B.K. Hall, « Limbs in whales and limblessness in other vertebrates: mechanisms of evolutionary and developmental transformation and loss », dans *Evol. Dev.*, vol. 6, n° 4, Nov.-Dev. 2002, p. 445-58.
- [17] **(en)** Vestigial Organs, A Snake—With Legs ! American Museum of Natural History (<http://www.amnh.org/exhibitions/darwin/evolution/vestigial.php>) Site du muséum d'histoire naturelle américain.
- [18] *Serotonergic modulation of male-like pseudocopulatory behavior in the parthenogenetic whiptail lizard, Cnemidophorus uniparens* Brian George Dias et David Crews **Hormones and Behavior** Volume 50, Issue 3, Septembre 2006, 401-409.
- [19] Voir site : **[pdf](en)** PNAS, vol. 105, n°12, pages 4792-4795 ([http://www.bio.umass.edu/biology/irschick/Irs_papers/Herrel et al 2008 PNAS.pdf](http://www.bio.umass.edu/biology/irschick/Irs_papers/Herrel%20et%20al%202008%20PNAS.pdf)) (25 mars 2008).
- [20] **(fr)** Eva-Maria Geigt, « L'émergence de la paléogénétique », dans *Biofutur*, n° 164, Février 1997, p. 28-34 (ISSN 0294-3506 (<http://worldcat.org/issn/0294-3506&lang=fr>))
- [21] La théorie de l'évolution en évolution ? Hominidés.com (<http://www.hominides.com/html/theories/theories-evolution-en-evolution.html>)
- [22] **(fr)** Claudine Junien, « Obésité et diabète de type 2 : L'hypothèse de la transmission épigénétique », dans *Cahiers de nutrition et de diététique*, vol. 37, n° 4, 2002, p. 261-272 (ISSN 0007-9960 (<http://worldcat.org/issn/0007-9960&lang=fr>)) [texte intégral (<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=13921689>) (le 11/03/2009)]
- [23] <http://www.technologyreview.com/biomedicine/22061/>
- [24] http://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89volution_%28biologie%29
- [25] Stephen Jay Gould, *La Structure de la théorie de l'évolution*, Éditions Gallimard, 2006.
- [26] Landing, E.; MacGabhann, B. ♦N. A. (2009). "First evidence for Cambrian glaciation provided by sections in Avalonian New Brunswick and Ireland: Additional data for Avalon–Gondwana separation by the earliest Palaeozoic". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*
- [27] Hors-série Science et vie, Mondes disparus.
- [28] Chris T. Darimonta et al. ; *Human predators outpace other agents of trait change in the wild* ; Ed : Gretchen C. Daily, Stanford University, Stanford, CA, PNAS, approuvé le 21 nov 2008 (reçu pour relecture le 15 septembre 2008) (Lire l'article ([http://people.ucsc.edu/~darimont/publications/Darimont et al 2009 Human predators.pdf](http://people.ucsc.edu/~darimont/publications/Darimont%20et%20al%202009%20Human%20predators.pdf)))
- [29] Biologie Campbell, De Boeck Université ISBN 2-8041-2084-8 p.417
- [30] Kenneth Miller *À la recherche du Dieu de Darwin*, édition Sciences et quête de sens, 2000
- [31] http://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/pcb_documents/rc_con_cfaith_doc_19480116_fonti-pentateuco_fr.html
- [32] http://www.hominides.com/html/theories/jean_paul_evolution.php
- [33] « *The theory of intelligent design [...] holds that certain features of the universe and of living things are best explained by an intelligent cause rather than an undirected process such as natural selection* » — Intelligent Design Network, Inc. (<http://www>).

intelligentdesignnetwork.org)

Voir aussi

Ouvrages sur le sujet

Lorsqu'il y a deux dates, la première est celle de la première parution, dans la langue d'origine.


- Brondex, F. (1999) *Évolution : synthèse des faits et théories*, Dunod.
- Buican, D. (1989) *La Révolution de l'évolution*, PUF.
- Buican, D. (1997) *L'Évolution et les théories évolutionnistes*, Masson.
- Buican, D. (2008) *L'odyssée de l'évolution*, Ellipses
- Chapouthier, G. (2001) *L'homme, ce singe en mosaïque*, Odile Jacob
- Combes, C. (2006) *Darwin, dessine-moi les hommes*
- Darwin, C. (1997, éd. or. 1859) *L'Origine des espèces*, Flammarion.
- *Charles Darwin. Origines - Lettres choisies 1828-1859* (2009), introduction et édition française dirigée par Dominique Lecourt, préface S. J. Gould, éditions Bayard, (ISBN 978-2-227-47843-5).
- David, P. & Samadi, S. (2000) *La Théorie de l'évolution*, Flammarion.
- Dawkins, R. (1982) *The Extended Phenotype*, Oxford University Press.
- Dawkins, R. (1986, 1989) *L'Horloger aveugle*, Éditions Robert Laffont.
- Dawkins, R. (1996) *Climbing Mount Improbable*, Norton (anglophone).
- Dawkins, R. (1976, 1996) *Le Gène égoïste*, Odile Jacob.
- Dennett, D. (2000) *Darwin est-il dangereux ?*, Odile Jacob.
- Devillers, C. & Tintant, H. (1996) *Questions sur la théorie de l'évolution*, PUF.
- Dorléans, P. (2003) *Il était une fois l'évolution*, Ellipses.
- Futuyma, D.J (1997) *Evolutionary Biology*, Sinauer Associates.
- Gould, S. J. (1982) *Le Pouce du panda*, Grasset.
- Gould, S. J. (1991) *La Vie est belle*, Le Seuil.
- Gould, S. J. (1997) *L'Éventail du vivant*, Le Seuil.
- Gould, S. J. (1997). *Darwin et les grandes énigmes de la vie. Réflexions sur l'histoire naturelle. 1*, S 43, Seuil (Paris), collection *Point Science* : 311 p.
- Gould, S. J. (2000) *Et Dieu dit : Que Darwin soit ! : Science et religion, enfin la paix ?*, préface de D. Lecourt, Le Seuil.
- Gould, S. J. (2002) *The structure of evolutionary theory*, Harvard University Press (anglophone).
- Grasset P. P. (1973) *L'Évolution du vivant, matériaux pour une théorie transformiste*, Albin Michel.
- Grimoult, C. (2000) *Histoire de l'évolutionnisme contemporain en France (1945-1995)*, Genève, Droz.
- Grimoult, C.(2001) *L'évolution biologique en France. Une révolution scientifique, politique et culturelle*, Genève, Droz.
- Jacob, F. (1981) *Le Jeu des possibles*, Fayard.
- Kropotkine, P (2001, éd. or. 1902) *L'entraide : un facteur de l'évolution*, Ecosociété.
- Laurent, G. (2001). *La Naissance du transformisme. Lamarck entre Linné et Darwin*, Vuibert (Paris) et ADAPT (Paris) : 151 p. (ISBN 2-7117-5348-4)
- Dominique Lecourt, (1992, 3e éd. « Quadrige » 1998), *L'Amérique entre la Bible et Darwin, suivi de Intelligent design : science, morale et politique*, PUF.
- Lecourt, D. dir. (1999, 4e rééd. « Quadrige » 2006), *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*, PUF.
- Le Guyader, H., dir. (1998) *L'évolution*, Belin/Pour la Science.
- Le Guyader, H. et Lecointre, G., *Classification phylogénétique du vivant*, Belin (Paris) : 560 p. (ISBN 2-7011-4273-3)
- Lehman, J.-P. (1973) *Les preuves paléontologiques de l'évolution*, PUF.
- Lodé, T. (2006) *La guerre des sexes chez les animaux* Odile Jacob, Paris. (ISBN 2-7381-1901-8)

- Marchand, D. (2002) *Les merveilles de l'évolution*, P.U. Dijon.
- Mayr, E. (1989) *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*, Ed. Cambridge, Harvard University Press — traduit en français sous le titre de *Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité*, Fayard (1989) : 894 p. (ISBN 2213018944).
- Mayr, E. (2004) *What makes biology unique? Considerations on the Autonomy of a Scientific Discipline*, Ed. New York, Cambridge University Press — traduit en français sous le titre de *Ernst Après Darwin. La biologie, une science pas comme les autres*, Dunod (2006) : 237 p. (ISBN 2-10-049560-7).
- Pichot, A. (1993) *Histoire de la notion de vie*, éd. Gallimard, coll. TEL.
- Ridley (1998) *Evolution Biologique*, Ed. De Boeck (traduction française).
- Tort, P. (1996) *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, Ed. Paris, PUF, 3 vol., 5000 p. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences.
- Wright, R. (1995) *L'Animal Moral*, Michalon.
- Zimmer, K. (2001) *Evolution : the triumph of an idea*, Harper Collins (anglophone)

Articles connexes

<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation • Arbre phylogénétique du vivant • Biodiversité • Biologie de l'évolution • Blessure narcissique • Charles Darwin • Cladistique • Classification phylogénétique du vivant • Classification phylogénétique • Coévolution • Conflit sexuel • Créationnisme • Évolution moléculaire • Évolution dirigée • Eukaryota (classification phylogénétique) • Équilibre ponctué 	<ul style="list-style-type: none"> • Ève mitochondriale • Évolution convergente • Évolution insulaire • Exaptation • Fixisme • Gène égoïste • Génération spontanée • Géographie physique • Histoire de la pensée évolutionniste • Historique des critiques des théories de l'évolution • Innovation évolutive • Institut Charles Darwin international • Jean-Baptiste de Lamarck 	<ul style="list-style-type: none"> • Mémétique • Panspermie • Photo-guide taxinomique du monde animal • Photo-guide taxinomique du monde végétal • Prédéterminisme • Sélection naturelle • Sélection de parentèle • Spéciation • Taxinomie • Théorie du handicap • Théorie synthétique de l'évolution • Théorie synergique de l'évolution • William Donald Hamilton
--	---	--

Liens externes

- **(fr)** Évolution. De l'origine de la vie aux origines de l'homme (<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/accueil.html>), dossier SagaScience du CNRS (France).
- Sélection de sites web sur la systématique et l'évolution dans le répertoire encyclopédique : Les Signets de la Bibliothèque nationale de France (http://signets.bnf.fr/html/categories/c_570evolution.html)
- Effervesciences (CINAPS Télévision) : Darwin aujourd'hui (avec Guillaume Lecointre) (http://www.dailymotion.com/playlist/xo6mx_cinaps_effervesciences/video/x9z5o4_effervesciences-darwin-aujourd'hui-y_tech)
- **(en)** L'évolution résumée en 60 secondes (<http://www.youtube.com/watch?v=YXSEyttbIMI>)
-  Portail de l'origine et de l'évolution du vivant

Classification phylogénétique

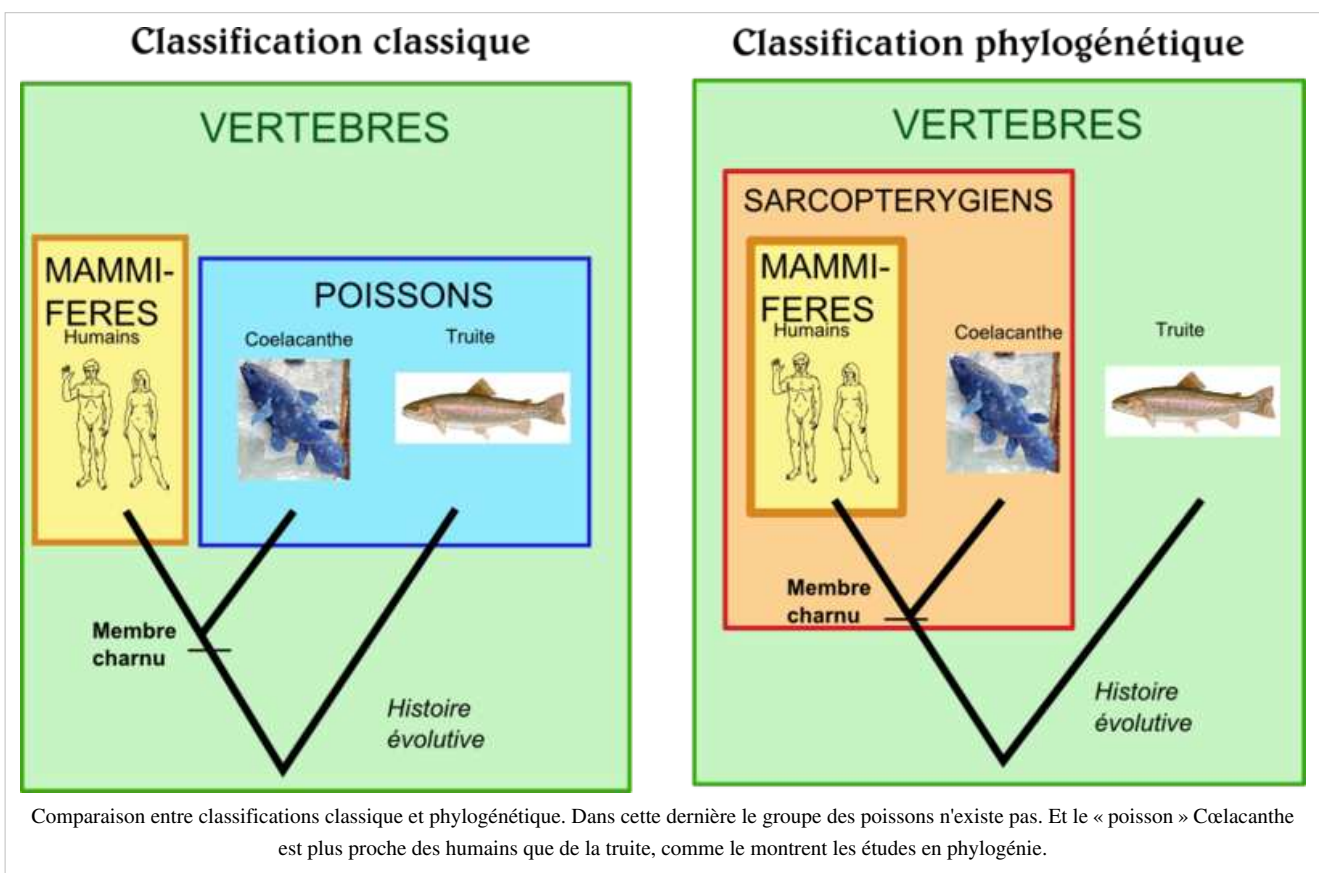
La **classification phylogénétique** est un système de classification des êtres vivants qui a pour objectif de rendre compte des degrés de parenté entre les espèces, et qui permet donc de comprendre leur histoire évolutive (ou phylogénie). Elle ne reconnaît pas certains groupes comme les reptiles ou les poissons contrairement à la classification classique. Cette dernière classification qui se base sur les ressemblances les plus évidentes, est facilement utilisable par le grand public, mais elle ne reflète pas correctement les proximités évolutives entre espèces. La classification phylogénétique a remplacé la classification traditionnelle dans les milieux scientifiques et dans l'enseignement secondaire en France.

Cette classification se base principalement sur les méthodes de la cladistique, méthode établie en 1950 par Willi Hennig ^[1]. Cette méthode révolutionna ainsi toute la systématique à partir de la fin des années 1960.

Cette classification se base également sur les comparaisons de molécules (ADN, protéines) dites homologues, appartenant à différentes espèces.

Principes

Les « erreurs » induites par la classification classique



La classification traditionnelle n'a pas pour fonction de retracer la parenté et l'évolution des espèces. Elle a d'ailleurs commencé à se mettre en place bien avant que l'idée d'évolution s'impose. Or, selon cette classification, on peut être amené à penser qu'un poisson sera toujours plus proche d'un autre poisson que d'une autre espèce non poisson. Cela n'est en fait pas toujours vrai. En effet, les poissons sont caractérisés par des écailles et des nageoires. Or les humains partagent avec certaines espèces de poissons, comme les Coelacanthes, un autre caractère : le membre charnu et non rayonné. Ce dernier caractère n'est pas présent chez la truite par exemple. Un coelacanthé est-il plus proche d'un

humain ou d'une truite? Faut-il utiliser pour établir la parenté la plus étroite, le membre charnu ou la présence de nageoires?

Les études évolutives ont montré que certains caractères ont évolué pour se transformer. C'est le cas de la nageoire des poissons qui s'est transformée en membre marcheur chez les tétrapodes, comme les humains. La classification classique, en utilisant le caractère « nageoire », exclut les humains du groupe qui présente des nageoires, alors que ce caractère est présent mais sous une forme plus évoluée. C'est la même chose si on utilise des caractères ancestraux tels que la présence d'écaillés (qui ont disparu chez certaines espèces) ou la forme hydrodynamique du corps. En utilisant les caractères les plus visibles, la classification classique ne permet pas d'estimer correctement les degrés de parenté entre espèces. Cette classification est toutefois utile aux reconnaissances d'espèces ou pour la gestion de collections.

La classification phylogénétique est composée de clades

Chaque groupe ou clade doit répondre à une même définition: un clade comprend tous les descendants d'un ancêtre et l'ancêtre lui-même. On parle aussi de groupe monophylétique. Certains groupes, comme les mammifères, présents dans la classification classique, constituent bien des clades; ces groupes ont été conservés dans la classification phylogénétique. Les représentants d'un clade présentent au moins caractère dérivé propre à tout le groupe, comme la présence de mammelles pour les mammifères. Ce n'est pas le cas des poissons, des reptiles, qui présentent des caractères ancestraux, et des caractères dérivés (évolués), mais qui ne leur sont pas exclusifs (ex: la présence de doigts pour les reptiles). Un caractère dérivé a été hérité d'un même ancêtre commun.

Méthodes

Article connexe : phylogénie.

La systématique moderne prend en compte tous les caractères hérissables et même les pertes secondaires de caractère, pertes secondaires que l'embryologie, par exemple, peut mettre en lumière. Les caractères vont de ce qui est visible (anatomie et morphologie, fondement de la classification traditionnelle) jusqu'aux séquences d'ADN et d'ARN, en passant par les protéines et les données de la paléontologie. Le séquençage de certaines parties du génome, comme l'ADN des mitochondries ou l'ARN des ribosomes a permis dans les dernières années de faire des progrès importants dans la classification et de résoudre maints problèmes séculaires^[2].

Cladistique

Les caractères partagés sont donc le point de départ de la méthode cladistique, mais de ces caractères ressemblants les seuls valables pour être attribués à un taxon (un taxon est un nom de groupe, comme *mammifère*, ou *arthropode*) sont ceux qui ont été hérités d'un ancêtre commun. Cette propriété d'être un caractère hérité se dit des caractères apomorphes, partagés par au moins deux taxons, ou au moins par deux espèces. Un caractère apomorphe est un caractère ancestral, une apomorphie, mais lorsqu'au sein d'une lignée d'êtres vivants l'évolution le transforme il devient le caractère propre d'un nouveau groupe. On dit dans ce cas que c'est un caractère propre dérivé, une synapomorphie. Par exemple la synthèse du phosphate de calcium (pour se fabriquer un squelette osseux) est une synapomorphie chez tous les crâniates^[3], mais c'est une apomorphie chez les mammifères, qui eux ont leurs propres synapomorphies liées à leurs os, tout comme les oiseaux ont les leurs. Le caractère « phosphate de calcium » (ou « os ») est donc synapomorphique chez les crâniates et apomorphique chez les oiseaux et chez les mammifères. Oiseaux et mammifères sont donc forcément des crâniates mais avec le caractère phosphate de calcium la méthode cladistique ne peut nommer comme taxon valable au sein de la classification que les crâniates eux-mêmes, c'est-à-dire le groupe ayant les caractères dérivés partagés et non pas les caractères primitifs partagés^[4]. Oiseaux et mammifères seront donc définis selon leurs propres synapomorphies. Comme la construction de la classification se fait en subordonnant les taxons les uns aux autres il en résulte une organisation en forme d'arbre, où le vivant dans son ensemble est représenté par le tronc de l'arbre. Le tronc se divise d'abord en branches qui se divisent ensuite à leur tour en d'autres

branches. Chacune de ces branches, appelées « clades » (du grec *κλάδος*, *klados*, « branche »), est un taxon disposant d'au moins une synapomorphie qui le caractérise et qui le rend valable au sein de la classification. Les points d'où bourgeonnent les branches les unes à partir des autres, les nœuds, représentent les ancêtres de chaque groupe. L'expression graphique d'un clade ou ensemble de clades est un cladogramme.

Les cladogrammes qui constituent le grand cladogramme qu'est l'arbre du vivant, de par le nombre gigantesque de caractères et d'espèces pris en compte, font appel à des algorithmes complexes exécutés par des logiciels spécialisés. Des algorithmes différents peuvent donner des résultats différents. Dans ce cas, celui qui répondra le plus au critère de parcimonie sera retenu. C'est-à-dire que de tous les arbres possibles, de tous les cladogrammes possibles, le plus parcimonieux sera celui demandant le minimum de transformations de caractères. L'arbre du vivant est, en effet, un ensemble de points de branchements, de niveaux. Chaque niveau étant assimilé à un nœud les nœuds sont obligatoirement un organisme théorique qui posséderait les synapomorphies partagées par les nœuds postérieurs dans le cladogramme. Si un nouvel organisme (fossile ou vivant) est découvert, possédant ou pas ces synapomorphies ou en possédant d'autres, un nouvel arbre doit être construit. À terme, si l'arbre restitue la totalité des relations de parenté, tous les branchements devraient être binaires. Le sens des dichotomies n'a rien à voir avec la sexualité (comme l'expression des mariages dans un arbre généalogique) ni avec des spéciations binaires (une ou deux espèces évoluant à partir d'une autre), car l'arbre n'est pas une généalogie (« qui descend de qui ») mais reflète uniquement un pouvoir explicatif maximal de l'arbre : un arbre totalement dichotomique réussit à restituer uniquement toutes les relations de parenté (« qui est plus proche de qui ») au sein d'un groupe d'organismes soumis à la méthode. La classification actuelle est continuellement remaniée en fonction de nouvelles informations^[5], mais les exemples de classification peuvent toujours avoir à être modifiés car ils dépendent constamment de l'arrivée de nouvelles données empiriques. Par exemple selon la classification de Lecointre et Le Guyader la première division de l'ensemble du vivant est pour l'instant réduite à trois clades :

1. Archées
2. Bactéries
3. Eucaryotes

Savoir lesquels de ces trois groupes partagent un ancêtre commun qui les distingue du troisième est un sujet de recherche, comme ce l'est d'ailleurs avec tous les taxons non binaires (les « arbres non enracinés », ceux que la recherche n'a pas encore pu diviser en deux taxons de base). Certains chercheurs ont déjà proposé leur propre cladogramme, faisant de deux de ces trois clades un ensemble de deux groupes frères, ensemble qui serait à son tour le groupe frère du troisième. Par exemple Colin Tudge a proposé un arbre enraciné où les archées et les eucaryotes sont un ensemble de deux groupes frères, ensemble qui à son tour est le groupe frère des eubactéries^[6]. La classification de Tudge n'est qu'un exemple car les chercheurs sont réellement divisés quant aux différentes positions prises à ce sujet.

Phylogénie moléculaire

Article détaillé : Phylogénie moléculaire.

Classification phylogénétique de l'homme

Un exemple détaillé permet d'avoir une idée de la différence de résultat avec l'approche traditionnelle. Étant nous-mêmes des humains prenons l'exemple de l'homme, voici donc une partie des nœuds successifs permettant de classer l'homme telle qu'apparaissant dans le livre *Classification phylogénétique du vivant*, de Guillaume Lecointre et Hervé Le Guyader. Certains intermédiaires ont été omis arbitrairement par les auteurs pour montrer un condensé de l'arbre, le nombre de taxons mis en évidence par la méthode étant de très loin supérieur. La description associée à chaque clade est peu rigoureuse et vise juste à fixer les idées :

- **Espèce** *Homo sapiens*
- **Genre** *Homo* : inclut les espèces fossiles comme *Homo neanderthalensis* ou *Homo erectus*

- Hominines : les genres *Australopithecus* et *Homo*
- Homininés : les deux espèces de chimpanzés et les hominines
- Hominidés : gorille et Homininés (famille *Hominidae* dans la classification classique)
- Hominoïdés : on ajoute l'orang-outan
- Hominoïdes : on ajoute les gibbons
- Catarrhiniens : les singes de l'ancien monde
- *Simiiformes* : singes
- Haplorrhiniens : singes et tarsiers
- Primates : la plus grande partie de l'ancien ordre *Primates* dans la classification classique
- Euarchontes : s'ajoutent les Scandentiens (toupayes) et Dermoptères
- Euarchontoglires : s'ajoutent les Glires (lapins et rongeurs)
- Boréoeuthériens : s'ajoutent les Laurasiathériens (insectivores, carnivores et ongulés)
- Euthériens : s'ajoutent les Xénarthres et les Afrothériens pour compléter les mammifères placentaires
- Thériens : s'ajoutent les marsupiaux
- Mammifères : l'ancienne classe du même nom, les précédents plus les monotrèmes (ornithorynques et échidnés)
- Amniotes : s'ajoutent les anciennes classes des reptiles et des oiseaux
- Tétrapodes : s'ajoutent en gros les amphibiens
- Sarcoptérygiens : s'ajoutent dipneustes puis cœlacanthes
- Ostéichthyens : s'ajoutent les actinoptérygiens (la majeure partie des « poissons osseux »)
- Gnathostomes : s'ajoutent les chondrichthyens (requins et raies)
- Vertébrés : puis les lamproies
- Crâniates : s'ajoutent les myxines
- Chordés : s'ajoutent amphioxus et ascidies
- Deutérostomiens : s'ajoutent les échinodermes (étoiles de mer, oursins...) et hémichordés
- Bilatériens : animaux symétriques : s'ajoutent aux précédents, entre autres, les protostomiens qui incluent, entre beaucoup d'autres, différents groupes de vers, les arthropodes (insectes), les mollusques (escargots)
- Eumétazoaires : animaux organisés, s'ajoutent aux précédents les cnidaires par exemple
- Métazoaires : l'ancien règne animal, s'ajoutent aux précédents différents groupes d'éponges
- Holozoaires : s'ajoutent les Choanoflagellés et les Mésomycétozoaires, protozoaires plus proches parents des animaux que des champignons
- Opisthocontes : s'ajoutent, entre autres, les champignons
- Unicotes : s'ajoutent la plupart des amibes
- Eucaryotes : Le domaine *Eukaryota* de la classification classique, êtres vivants à cellules à noyau ; s'ajoutent aux précédents listés ci-dessus la lignée verte (algues vertes, algues rouges, plantes à fleurs), la lignée brune (algues brunes...) et toute une collection de groupements d'espèces unicellulaires

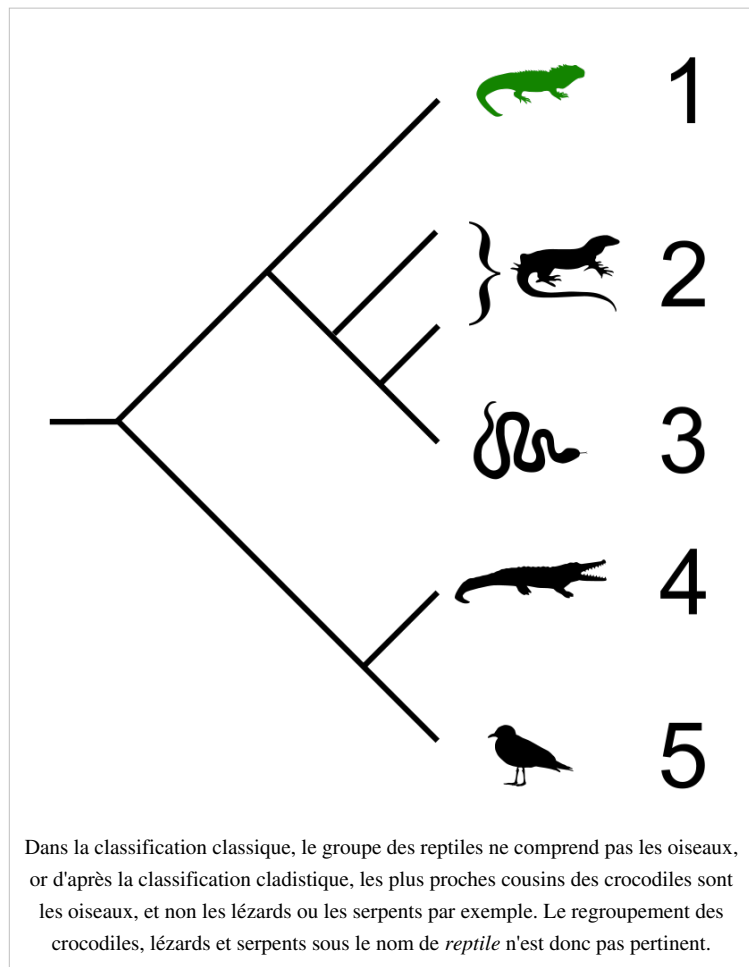
De bas en haut de cette liste les taxons sont tout autant de clades qui incluent tous ceux qui se trouvent au-dessus d'eux. L'homme est ainsi un homininé comme l'est aussi le chimpanzé, un vertébré comme le sont aussi le chimpanzé et la baleine bleue, un bilatérien comme le sont aussi le chimpanzé, la baleine bleue et les diverses mouches. Finalement il est aussi un eucaryote comme le sont aussi le chimpanzé, la baleine bleue, la mouche et la carotte. Les rangs taxinomiques parfois cités en marge (ordre, famille, embranchement etc) n'ont de sens que dans les classifications dites traditionnelles ou classiques. La classification phylogénétique ne conserve que les deux premiers rangs, l'espèce et le genre, car la nomenclature binominale elle-même est aussi conservée afin de pouvoir continuer à donner nom aux espèces^[7].

Différences avec la classification traditionnelle

Une des caractéristiques de l'approche phylogénétique est que cette classification bouleverse toutes les classifications l'ayant précédée, autant les classifications de biologues fixistes (comme celles développées par Carl von Linné ou par Georges Cuvier) que celles qui suivirent Darwin et qui incluaient la sélection naturelle comme cause de la spéciation. La classification de Linné reposait sur l'adage que toutes les espèces sont apparues en même temps et que celles-ci étaient fixes, alors que la classification phylogénétique illustre les principes d'évolution et de sélection naturelle. Les classifications post-darwiniennes avaient déjà inclus ces mêmes principes évolutifs mais en établissant leur critère de classification sur les rapports d'ancêtre à descendant (généalogie) alors que la classification phylogénétique se base sur le critère de la plus proche parenté entre espèces (phylogénie). L'arrivée de la théorie de l'évolution introduisit l'idée que les taxons ont évolué les uns à partir des autres mais elle ne modifia pas immédiatement les critères de classification, qui jusqu'à l'arrivée de la cladistique proposée par Hennig restèrent essentiellement les mêmes que ceux du temps de Linné.

La classification phylogénétique ne validant que des groupes caractérisés par des caractères dérivés propres (les synapomorphies) ces groupes sont aussi dits monophylétiques, c'est-à-dire d'une seule phylogénie, d'une seule phyliation : celle d'un ancêtre et de tous ses descendants. Les classifications qui précèdent la classification phylogénétique ne tenaient pas compte de la phylogénie mais uniquement d'éléments qui pouvaient parfaitement être contingents ou anthropocentriques (comme le comportement ou comme la privation de caractères humains^[8],^[9]), même dans le cas des classifications qui acceptaient la théorie de l'évolution. La classification classique, que ce soit sous son ancienne forme créationniste (Linné, Cuvier) ou sous sa forme évolutionniste post-darwinienne, a ainsi formé des taxons qui n'étant pas basés sur le principe d'un ancêtre et de tous ses descendants sont appelés paraphylétiques par la méthode cladistique. Les reptiles en sont un exemple connu. Le groupe d'animaux appelés « reptiles » partage les

mêmes ancêtres que ces autres groupes qui étaient appelés « oiseaux » ou « mammifères » au sein de la même classification. Le critère de la monophylie (un ancêtre et tous ses descendants) étant appliqué le groupe des reptiles est identifié comme ne constituant pas un groupe naturel et il se voit donc chassé de la classification. Il est



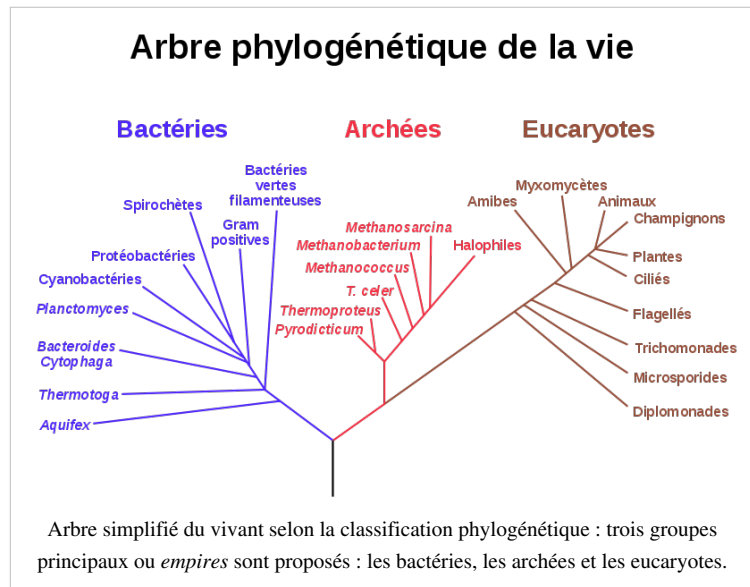
toujours en usage dans la langue quotidienne que de prétendre que les serpents, les crocodiles, les tortues ou les iguanes sont des « reptiles » mais aux yeux des méthodes et des découvertes modernes ce mot n'a plus la valeur de taxon qu'il avait auparavant dans la classification classique.

Une autre différence avec la systématique traditionnelle est que la systématique phylogénétique rejette toute catégorisation des niveaux hiérarchiques^[10]. Pour des raisons pratiques, l'arbre du vivant donne lui-même la hiérarchie que tentaient de fournir les anciennes catégories qu'étaient les rangs taxinomiques du système linnéen.

Ce système exprimait l'idée anthropocentrique et non objective d'une échelle des êtres, une hiérarchie dans laquelle l'homme était le couronnement^[9], et ce autant dans le modèle fixiste créationniste que dans le modèle évolutionniste pré-phylogénétique. Au contraire la classification phylogénétique offre une vision des êtres vivants qui n'attribue pas de prééminence à certains êtres vivants sur certains autres. L'évolution les a produits en leur donnant la propriété d'être tous adaptés à leur milieu, ce qui les rend égaux face à une tentative de les organiser selon un quelconque ordre hiérarchique qui soit basé sur le critère d'un jugement de valeur. La hiérarchie de la classification phylogénétique est strictement celle de l'emboîtement des taxons les uns à l'intérieur des autres. Les vers de terre ou les cafards ne sont donc pas inférieurs aux êtres humains du point de vue de la classification scientifique, ils occupent leur position dans l'arbre du vivant tout comme les humains occupent la leur. Les jugements de valeurs appelant à une supériorité de l'espèce humaine sur les autres espèces ne se font donc plus dans le domaine des sciences naturelles mais uniquement dans les domaines non-scientifiques ou non-empiriques, ceux qui sont intrinsèquement liés à une idée de transcendance, comme par exemple la religion, la philosophie, la métaphysique ou voire la politique, la sociologie, la déontologie de la médecine etc.

Citons enfin quelques exemples de changements spectaculaires par rapport à la classification traditionnelle :

- Les oiseaux sont des dinosaures, car tous les ancêtres des dinosaures sont aussi des ancêtres des oiseaux^[4].
- Les plus proches parents vivants des oiseaux sont les crocodiles^[4].
- Le concept de « reptile » est abandonné en tant que groupe valide naturel, car paraphylétique^[4].
- Le concept de « poisson » est abandonné en tant que groupe valide, tout comme celui de reptile^[11].
- Les ostéichthyens (anciennement les « poissons osseux ») sont plus proches des mammifères que des requins^[12].
- Les plus proches parents des cétacés seraient les hippopotames^[13]. Le concept d'« artiodactyles », ancien groupe incluant les hippopotames mais excluant les cétacés, est donc abandonné.
- L'ancien groupe des « algues » explose en tous sens, certaines étant groupées avec les plantes vertes, d'autres avec les bactéries^{[14],[15]}.
- Le concept de « protiste » est abandonné, au profit de groupes pouvant mélanger êtres multicellulaires et monocellulaires (par exemple les straménopiles regroupent les algues brunes - dont les kelp, jusqu'à 60 m de long - et les diatomées unicellulaires)^{[16],[14]}.
- La division entre Procaryotes et Eucaryotes est soumise à débat, au profit de la division provisoire en trois du vivant^[17].
- L'application de cette classification aux angiospermes est illustrée par la classification APG (Angiosperms Phylogeny Group)^[18].



Éléments conservés de la classification traditionnelle

i Exemple de classification présente dans les articles

Classification classique puis phylogénétique d'une plante à fleur, le Lis des Pyrénées. Lorsque la classification phylogénétique suit la classification classique, le nom du rang taxinomique (division, classe, ordre, famille, etc) ainsi que le nom du taxon (en latin) peuvent être gardés. Dans le cas contraire (comme les angiospermes) le rang est simplement appelé clade, un nouveau nom est donné, et la classification classique n'est plus suivie, elle peut néanmoins être de nouveau suivie à partir d'un rang inférieur.

Classification classique	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Liliopsida</i>
Sous-classe	<i>Liliidae</i>
Ordre	<i>Liliales</i>
Famille	<i>Liliaceae</i>
Genre	<i>Lilium</i>
Classification phylogénétique	
Empire	<i>Eucaryota</i>
Règne	<i>Plantae</i>
Clade	<i>Angiospermes</i>
Clade	<i>Monocotylédones</i>
Ordre	<i>Liliales</i>
Famille	<i>Liliaceae</i>
Genre	<i>Lilium</i>
Nom binominal	
<i>Lilium pyrenaicum</i> Gouan, 1773	

La classification phylogénétique a évincé les critères arbitraires et non objectifs de classification, les anthropocentrismes et les rangs taxinomiques. Elle conserve par contre :

- La nomenclature binominale en latin pour nommer les espèces. Deux rangs taxinomiques sont donc conservés, l'espèce et le genre, mais ils n'établissent pas une hiérarchie autre que celle du simple emboîtement des taxons.

- Le latin comme langue véhiculaire pour nommer les taxons.
- L'idée vague d'un arbre évolutif. Cette notion est conservée sous la forme des cladogrammes, mais les rapports entre taxons sont strictement phylogénétiques.

Applications secondaires

Dans le domaine de la biogéographie, l'écologie rétrospective et différentes méthodes d'analyse régressive cherchent, *en remontant dans le temps*, quand les sources historiques, scientifiques et géologiques (fossiles..) le permettent à retracer ainsi l'évolution du paysage, voire une « *génétique des paysages* ». On cherche alors « à établir une classification génétique des paysages actuels, à discerner les héritages et les mutations récentes, à faire la part des dynamiques forestières liées aux potentialités naturelles et des bouleversements résultant des vicissitudes historiques »^[19]. cette approche vise notamment à mieux comprendre comment les écosystèmes et paysages pourront répondre aux dérèglements climatiques attendus.



Notes

- [1] *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik* HENNIG *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*, Deutscher Zentralverlag, Berlin 1950. (*Fondements d'une théorie de la systématique phylogénétique*), publiée en Allemagne. La traduction anglaise de son livre ayant été publiée en 1966. W. Hennig, *Phylogenetic Systematics*, Illinois University Press, 1966, traduit par D. Dwight Davis & R. Zangerl., Hennig trouva un plus large auditoire
- [2] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 39, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [3] http://perezzyvan.free.fr/Gabriel_Neve/PDFcours2006/TP2_2006.pdf Méthodes de Classification Phylogénétique, page 6.
- [4] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 16, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [5] Voir le site treebase (<http://www.treebase.org/treebase/index.html>) qui fait référence en la matière
- [6] **(en)** Colin Tudge. *The Variety of Life*, Oxford University Press, 2000
- [7] « L'espèce n'est qu'une collection monophylétique d'individus, définie au mieux par une synapomorphie, au pire par la moyenne et la variance de paramètres mesurés » in LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 18, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [8] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 13, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [9] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 17, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [10] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 23, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [11] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 520, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [12] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 321, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [13] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 448, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [14] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 517, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [15] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 518, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [16] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 118, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [17] LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, page 50, 2^e édition, 2002, Belin, Paris, ISBN 2-7011-2137-X
- [18] <http://www.botanique.org/classification/angiosperm-phylogeny-group-apg-ii/rubrique576.html> rubrique APG II du site botanique.org
- [19] Jean-Jacques Dubois, 1980, « L'évolution des paysages forestiers de la région du Nord : l'intérêt de l'analyse régressive des paysages ». Hommes et Terres du Nord, 1980-3, p. 27-63.

Liens internes

- Cladistique
- Phylogénie
- Arbre phylogénétique
- Classification scientifique des espèces
- Systématique
- Taxonomie
- Théorie de l'évolution
- Caractère ancestral et caractère dérivé
- Classification phylogénétique de Guillaume Lecointre et Hervé Le Guyader
- Eubacteria (classification phylogénétique)
- Photo-guide taxinomique du monde animal
- Effervesciences (CINAPS Télévision) : Darwin aujourd'hui (avec Guillaume Lecointre) (http://www.dailymotion.com/playlist/xo6mx_cinaps_effervesciences/video/x9z5o4_effervesciences-darwin-aujourd'hui-y_tech)

Liens externes

- **(en)** Accueil de l'Angiosperm Phylogeny Group (<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>)
- Arbre de la vie (<http://kimura.univ-montp2.fr/~adv/arbredelavie/index.php>)
- svt 44 (<http://44.svt.free.fr/jpg/classi-phylo.htm>)
- Treebase (<http://www.treebase.org/treebase/index.html>)
- Projet Tree of Life (<http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>)
- Méthodes de classification phylogénétique (http://perezyvan.free.fr/Gabriel_Neve/PDFcours2006/TP2_2006.pdf)
- Théorie des chaînes (http://www.phylogenie.net/theorie_des_chaines_3.pdf)
- arbre taxonomique du Muséum national d'Histoire naturelle : (http://inpn.mnhn.fr/isb/servlet/ISBServlet?action=TaxoTree&typeAction=1&pageReturn=TaxoTree.jsp&numero_taxon=0&taxon_sup=->+>+vers+l'arbre+taxonomique)
- Effervesciences (CINAPS Télévision) : Darwin aujourd'hui (avec Guillaume Lecointre) (http://www.dailymotion.com/playlist/xo6mx_cinaps_effervesciences/video/x9z5o4_effervesciences-darwin-aujourd'hui-y_tech)
-  Portail de l'origine et de l'évolution du vivant
-  Portail de la biologie

Sources et contributeurs de l'article

Évolution (biologie) *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=59548462> *Contributeurs:* -MANZ-, A.Kirca, A2, AEIOU, Actias, Amongcase, Anthere, Aoineko, Apollon, Arkanosis, Arnaudus, Aurélie34, Ayack, Ayadho, Azerty197666, Bacchus nx, Badmood, Balougador, Barraki, Bbullo, Ben D, BenduKiwi, Berchap, Bibi Saint-Pol, Bionet, Bob08, Borensztejn, BrightRaven, Butterfly austral, Buzz, Cardioceras, Caton, Cehagenmerak, Cerran, Champeaux, Chandres, Chaoborus, Chau7, Chetao, Chmlal, ChrisJ, Chrono1084, Clemux, Coyau, Cutter, Cœur, Damameri, David Berardan, Desnaz03, Dhatier, Dickin, Didup, Djibou, Doc103, DocteurCosmos, Domsau2, Dosto, Drtissot, Dsant, EdBever, Edhral, Ediacara, Eiffele, Eiku, Elapied, Ellislk, Eltouristo, Emiaille, Emmanuel, Emmanuel legrand, Enro, Entouane17, Erasmus, Eric Catoire, Eugenie, Fabos, Fabou89, Fatapatate, Fdardel, Fluti, Francis Vérillon, François-Dominique, GL, GaMip, Gagea, Gede, Gem, Ggbb, Gordjazz, Gordjazzz, Grimlock, Grondin, Grook Da Oger, Götö, Hashar, Hemmer, Henriparisien, Hesoneofus, Idéalités, Ignare, Inisheer, Iranon, JLM, Jacques Prestreau, Jd, Jerome66, Jmax, Jorge, Jyp, Kilianours, Kilith, Kintaro, Kndiaye, KoS, Korg, Koyuki, Lamiot, Lazaremoine, Le sotré, LeMorvandiau, Leag, Lenm, Lenmi, LeonardoRob0t, Libre, Lilyu, Liondelyon, Litlok, Lmaltier, Looxix, LordAvalon, Lucas thierry, MIRROR, Mafiou44, Markadet, Mcleclat, Med, Medium69, Methexis, Micraira, Mikefuhr, Milky, Misanthrope, Moez, Moipaulochon, Moyg, Mro, NSjona, Naevus, Neisseria, Neuceu, Navy, Nicobola, Nite, Nojhan, Nono64, Nonopoly, Olliru, Olivier.r, Orlodrim, Orthank, Orthogaffe, Orthomaniaque, Ouicoude, Panoramix, Papillus, Phe, Phi-Gastrein, Platecarpus, Pld, Ploum's, Pok148, Pontauxchats, Popeck, Pyregnier, R, Raude, Recyclage, Ripounet, Rominandreu, Rrrrraalainr, STyx, Sam Hocevar, Sanao, Schenmue, Sebrider, SenseiSam, Shaihlulud, Sherbrooke, SicreJacques, Ske, Smily, SoDestroy, Spiridon MANOLIU, Sroulik, Stanlekub, Sting, Sts, Stéphane33, TED, Tchai, Thomas Arelatensis, Thomaslep, Tieum, Tintamarre, Tjunier, Toony, Torsade de Pointes, Total64, Totodu74, Treehill, Turb, Valrog, Valérie75, Valéry Beaud, Vargenau, Vazkor, Venom, Vibby, Vincent Ramos, Vincnet, Vyk, Wanoo, Wart Dark, Wikivérif, Xmlizer, Yves, Zebrafish, Zetud, Zoubijan, Zyzomys, script de conversion, ~Pyb, 297 modifications anonymes

Classification phylogénétique *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=57577624> *Contributeurs:* A2, Abrahami, Akahad, Alain Caraco, Aroche, Arria Belli, Badmood, Baf, Bibi Saint-Pol, Biozic, Bob08, Brya, CR, Chandres, Costock, Coulier, CyrilLeBorgne, David Berardan, David.mitrani, Dchoulette, Elapied, Enzino, Eog1916, Erasmus, Eric.dane, Fatapatate, Fluti, FraggLeRock, GAllegre, Gagea, Gerardgiraud, Gukguukk28, Guérin Nicolas, Hashar, Hemmer, Japonica, Jastrow, Jeantosti, Jeffdelongue, JérômeH, Kintaro, KoreKorin', Koyuki, La pinte, Lamiot, Leag, Liondelyon, Lmaltier, Lsaillard, Luna04, M350z, Malost, Med, Mikayé, Mirgolth, Nodet-p, Nono64, O. Morand, Orthank, Oz, Papillus, Pepie34, Phe, Pld, Pogonophore, Prosumac2, RedGuff, Ryo, Sam Hocevar, Sboot, Sherbrooke, Smily, Summerdragoness, Sylveno, TED, The RedBurn, Thierry, Toony, Trassiorf, Verdy p, Vincnet, Wku2m5rr, Wtyrhu, Xillimiandus, Yodaspirine, ZeroJanvier, Zetud, Zyzomys, 49 modifications anonymes

Source des images, licences et contributeurs

Image:Disambig colour.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Disambig_colour.svg *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* User:Bub's

Image:Phylogenetic tree-fr.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Phylogenetic_tree-fr.svg *Licence:* inconnu *Contributeurs:* User:Sting

Fichier:Archaeofructus liaoningensis.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Archaeofructus_liaoningensis.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* User:Shizhao

Image:Whale skeleton.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Whale_skeleton.png *Licence:* Public Domain *Contributeurs:* Meyers Konversionlexikon

Image:Mammals metacarp.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Mammals_metacarp.png *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contributeurs:* self & Meyers Konversionlexikon 1888,

Image:Maggia lacerta sicula fg06.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Maggia_lacerta_sicula_fg06.jpg *Licence:* Creative Commons Attribution 2.5 *Contributeurs:* User:Dysmachus

Image:Mutation et selection .svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Mutation_et_selection_svg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Wiki english

Fichier:Allele-frequency-fr.png *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Allele-frequency-fr.png> *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* user:toony

Fichier:Question book-4.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Question_book-4.svg *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* w:en>User:Tkgd2007Tkgd2007

Fichier:Icône OEV2.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Icône_OEV2.jpg *Licence:* inconnu *Contributeurs:* Elapied

Fichier:Comparaison classification.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Comparaison_classification.png *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* user:toony

Fichier:Tuatara cladogram.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Tuatara_cladogram.svg *Licence:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contributeurs:* User:Benchill

Fichier:Phylogenetic tree-fr.svg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Phylogenetic_tree-fr.svg *Licence:* inconnu *Contributeurs:* User:Sting

Image:Gtk-dialog-info.svg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Gtk-dialog-info.svg> *Licence:* GNU Lesser General Public License *Contributeurs:* David Vignoni

Image:Angiospermes arbre3.png *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:Angiospermes_arbre3.png *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Grafite, Jeffdelongue, Liné1, Wickey-nl

Fichier:BU Bio5c.jpg *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:BU_Bio5c.jpg *Licence:* inconnu *Contributeurs:* Elapied, Hounkologo, Padawane

Licence

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

www.tunisie-etudes.info

Ce document a été téléchargé depuis
www.tunisie-etudes.info

Des documents gratuits, devoirs, examens, cours, exercices, corrigés... Ainsi que toute une rubrique pour vous aider à trouver un emploi sans oublier les avis de concours en direct

Notre page Twitter :

<http://www.twitter.com/TunisieEtudes>

Notre page FaceBook :

<http://www.facebook.com/TunisieEtudes>

The screenshot shows the homepage of Tunisia-études.info. At the top, there is a navigation bar with the site name 'TUNISIE-ETUDES.INFO' and three menu items: 'Tous les documents', 'BAC', and 'Avis de co'. Below this is a 'Newsflash' section with a blue background and white text, stating: 'Tunisie-etudes.info vous aide dans votre préparation pour le concours de l'ENNA. Documents de préparation pour le concours national tunisien de l'ENNA'. A 'Home' button is visible below the newsflash. On the left side, there is a 'Main Menu' with a list of links: Home, News, Web Links, Documents, Primaire, Collège, Secondaire, and Supérieur. The main content area features a 'BIENVENUE SUR TUNISIE-ETUDES.INFO' section with a sub-heading 'Avis de concours', 'Écrit par Administrateur', and a date 'Mercredi, 20 Janvier 2010 08:47'. The text below reads: 'Accéder aux derniers avis de concours publier par les entreprises tunisiennes au jour le jour directement sur votre site'. There is a link 'Avis de concours en direct' and a section for 'Accès aux documents' with the text 'Écrit par Administratr'. At the bottom right of the main content area, there are social media links: 'Retrouvez nous sur FaceBook' with icons for Facebook, Twitter, and YouTube.

Merci d'avoir choisi www.tunisie-etudes.info
Bonne lecture et bon travail

www.tunisie-etudes.info – www.algointro.info