

CHAPITRE II

LES ESPECES ET LEURS EVOLUTIONS



LES MODELES DE L'EVOLUTION

Historique des idées fondamentales de l'évolution

En biologie, l'évolution est la transformation des espèces vivantes qui se manifeste par des changements de leurs caractères génétiques et morphologiques au cours des générations. Les changements successifs peuvent aboutir à la formation de nouvelles espèces. La théorie de l'évolution est une explication de la diversification des formes qui apparaissent dans la nature depuis les premières formes de vie jusqu'à la biodiversité actuelle. L'histoire des espèces peut ainsi être écrite et se représente sous la forme d'un arbre phylogénétique.

L'idée d'évolution est très ancienne et 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^{ème} siècle que des théories scientifiques proposant une explication du phénomène des espèces ont été développées. La théorie du transformisme de **Baptiste Lamareck** a ouvert la voie. Puis, à partir de 1859 avec la publication de « **L'origine des espèces** » par **Charles Darwin**, la théorie de l'évolution s'est imposée dans la communauté scientifique. Charles Darwin défend avec des observations détaillées la thèse que les espèces vivantes ne sont pas des catégories fixes mais se diversifient avec le temps, voire disparaissent. Pour expliquer les changements qui se produisent peu à peu au sein d'une population il propose l'idée de la Sélection naturelle. Les espèces sont profondément conditionnées par leur milieu naturel, aujourd'hui appelé écosystème.

Avec la découverte de la génétique de **Mendel**, la théorie de l'évolution s'est peu à peu affinée. Depuis les années 1930, **la théorie synthétique** de l'évolution a fait l'objet d'un large consensus scientifique sur ses fondements et ses principaux mécanismes. Les recherches actuelles continuent de s'intéresser aux mécanismes qui permettent d'expliquer l'évolution. Des processus découverts après 1950 comme celle de **gène architecte**, de coévolution et d'endosymbiose permettent de mieux saisir les **mécanismes génétiques** en action, d'appréhender des espèces les unes par rapport aux autres ou de décrire plus précisément les différents rythmes de l'évolution.

L'évolution est causée, d'une part par la présence de **variations parmi les traits héréditaires**, tels que la couleur du plumage, d'une population d'individus lors des phases de reproductions avec l'apparition parfois des **mutations génétiques** et d'autre part par divers mécanismes qui vont modifier la fréquence de certains traits héréditaires au sein de la population. 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 ou 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**). A l'échelle des temps géologiques, l'évolution conduit à **des changements morphologiques, anatomiques, physiologiques et comportementaux des espèces**

- Au début XVIIIème siècle, la **paléontologie** et la découverte des squelettes ne ressemblant à aucun squelette d'animaux vivants ébranlant les idées fixistes.
- Des savants redécouvrent l'idée d'évolution comme **Pierre Louis Moreau** avec son intérêt pour l'hérédité et **Georges Louis Leclerc** passionné qui transforma le jardin des plantes en un centre de collection et d'étude. **Georges** Cuvier avance l'idée « **catastrophique** » selon laquelle il y aurait eu une succession de créations divines entrecoupées d'extinctions brutales au cours des temps passés. Il 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 6 000 ans estimés jusque là pour l'âge de la terre sont trop courts pour y intégrer ces extinctions successives.

La première théorie véritablement scientifique d'une évolution des espèces vivantes est avancée par le naturaliste **Jean Baptiste Lamareck**. Après un long travail de classification des espèces et sur la base d'une théorie physique des êtres vivants, Lamarck développe la **théorie transformiste**. Il considère que les espèces peuvent se transformer selon deux principes:

- 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 **s'adaptent en modifiant leur comportement ou leurs organes** pour répondre à leurs **besoins**, généralement désigné par « **l'usage et le non-usage** » ;
- la **complexification** croissante de l'organisation des êtres vivants sous l'effet de la dynamique interne propre à leur métabolisme.
- Lamareck avance l'idée de «transformisme» contradictoirement aux idées « fixistes » de l'époque. En fait il ne fait que reprendre les idées transformistes avancées depuis Aristote.

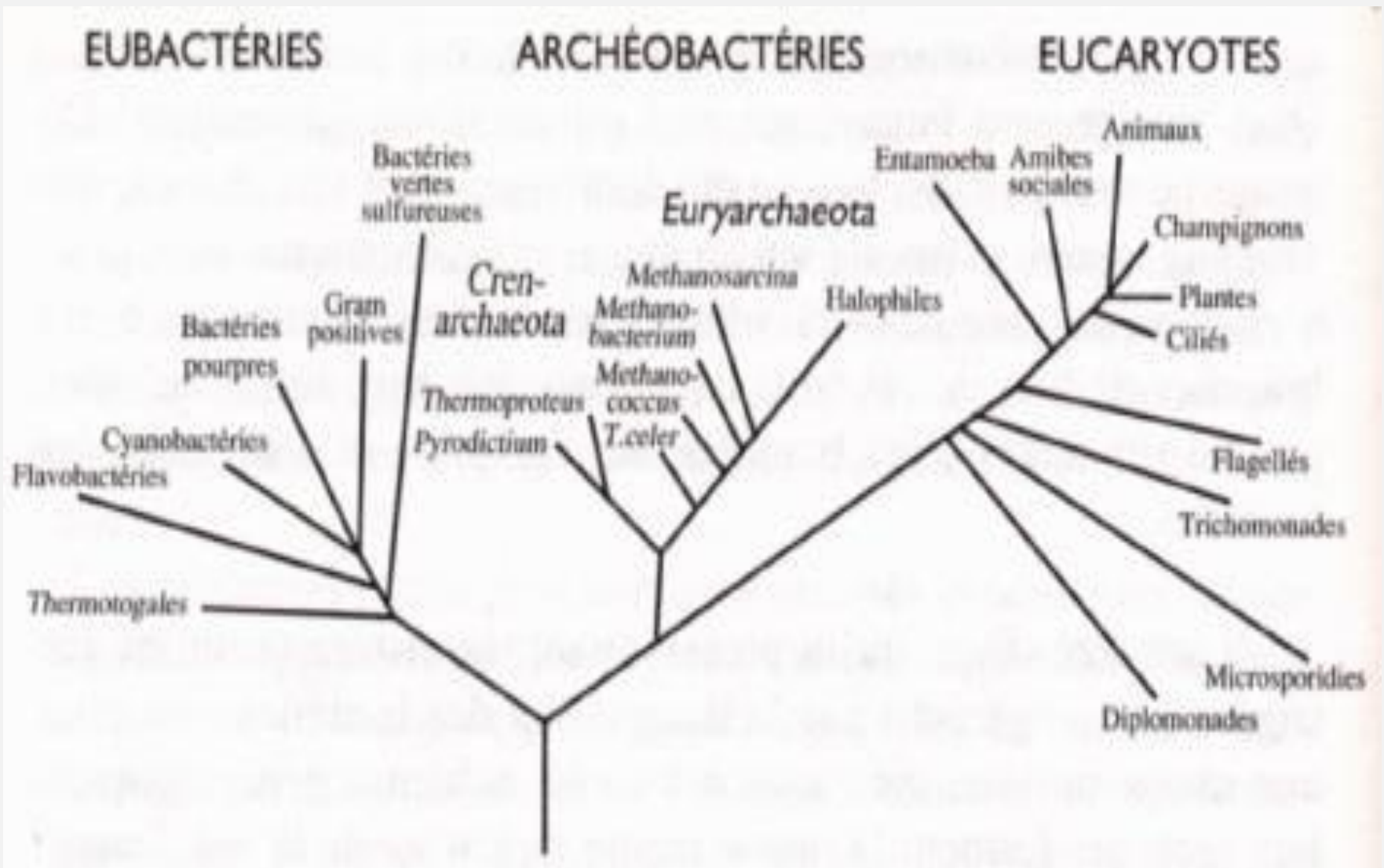
- **Charles Darwin** publie dans son livre «**L'origine des espèces**» des observations détaillées sur le mécanisme de la «**Sélection naturelle** » pour expliquer ces observations. Cette théorie, qui entraîne ce qu'il appelle «**la descendance avec modification** » des différentes espèces.

- Pour **Darwin**, seuls les descendants des individus les mieux adaptés à la « **lutte pour la vie** », c'est-à-dire à la **compétition** pour l'appropriation des ressources rares, parviendront à engendrer une descendance. Les individus ainsi **sélectionnés** transmettent leurs caractères à leur descendance. C'est ainsi que Charles Darwin propose dans son ouvrage de 1868, une théorie qui explique **la transmission des caractères acquis**. La redécouverte des lois de Mendel à la fin du XIX^{ème} siècle bouleverse la compréhension des mécanismes de l'Hérédité et donne naissance à la génétique des populations.

- Au cours des années 1940, **la théorie synthétique de l'évolution fondée par Dobzhansky et Ernest Mayr**, nait de l'articulation entre la **théorie de la sélection naturelle Darwinienne et de la génétique Mendélienne**. La découverte de l'ADN et la biologie moléculaire viennent parachever cet édifice scientifique.

PRINCIPE DE GRADUALISME «EQUILIBRE PONCTUE»

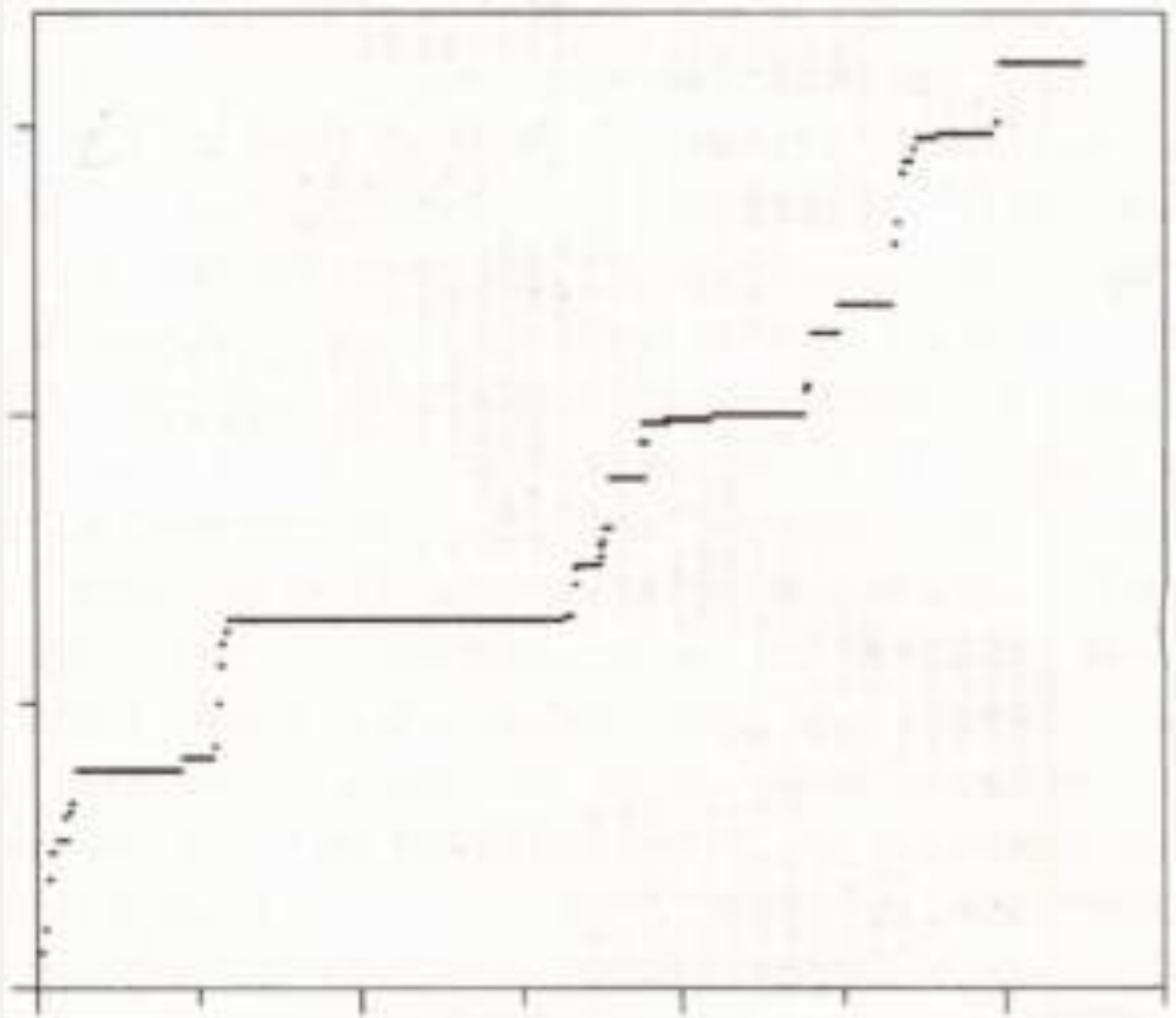
- La théorie des *équilibres ponctués* est un développement de la théorie proposée par deux paléontologues américains, **Stephen Jay Gould** et **Eldredge** et elle postule que l'évolution comprend de longues périodes d'équilibre, ou quasi-équilibre, ponctuées de brèves périodes de changements importants comme **la spéciation** ou **les extinctions** des espèces. Elle décrit l'évolution de la vie sur Terre sur un modèle accordant le **Darwinisme avec les hiatus fossilifères** et avec les traces de grands bouleversements environnementaux passés que le gradualismes phylétique ne l'expliquait pas.
- La théorie fût initialement critiquée mais finit par emporter l'adhésion d'une grande majorité de paléontologues.



Arbre de l'évolution (Gould.1997). Plantes et animaux ne sont que deux petites ramilles de l'arbre largement représenté par les bactéries.

- **Il faut considérer l'évolution comme s'effectuant par de brusques sursauts suivi de périodes de stases, plus ou moins longues, durant lesquelles il ne se passe rien. Ces longues périodes ne comportent que peu d'activités en terme d'émergence de nouvelles espèces ou en terme d'extinction d'espèces. Le sursaut évolutif le plus spectaculaire a été l'époque du "Cambrien", il y a cinq cents millions d'années avec la prolifération de nouvelles espèces, nouvelles familles, nouvelles classes, (Stephen Jay Gould "La vie est belle" ,1989).**

Si l'on s'intéresse à une espèce en particulier, par exemple au cheval, on constate que l'évolution de sa taille fonctionne en "équilibres ponctués".

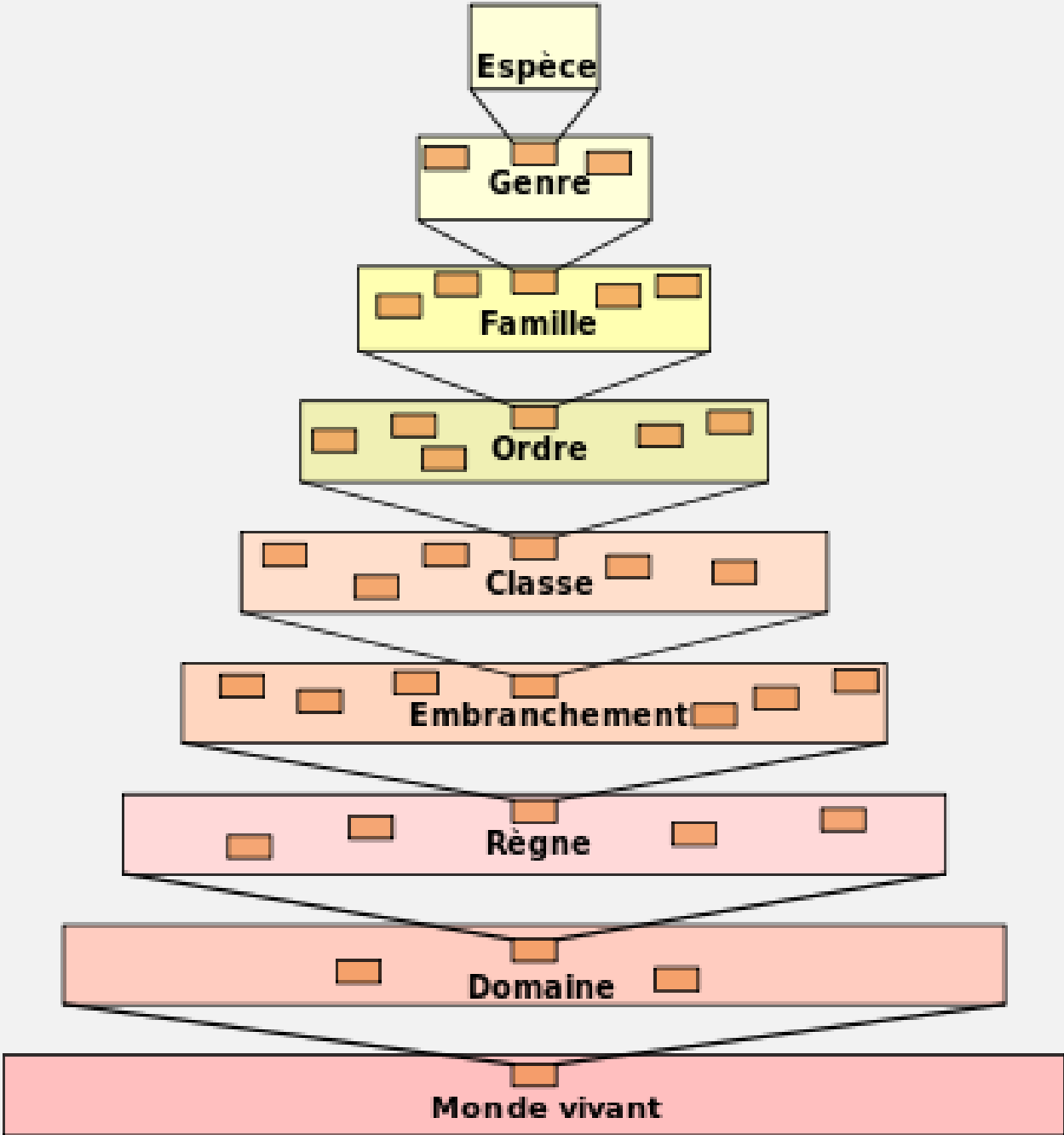


MÉCANISMES D'ÉVOLUTION ; PRINCIPES D'ANAGENÈSE ET CLADOGÉNÈSE

DEFINITIONS :

La classification classique comprend six règnes :

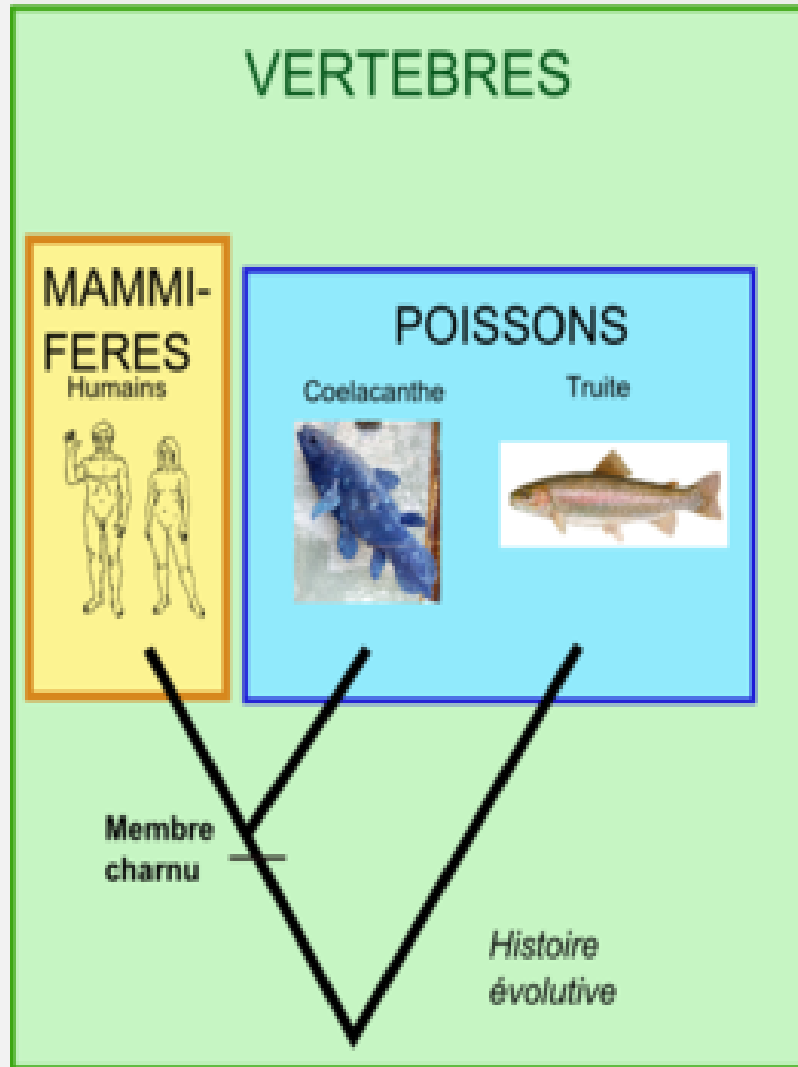
- Le règne animal (eucaryotes multicellulaires, hétérotrophes)
- Le règne végétal (Eucaryotes multicellulaires, réalisant la photosynthèse)
- Le règne des bactéries (procaryotes unicellulaires dépourvus de noyau)
- Le règne des archées (procaryotes unicellulaires dépourvus de noyau)
- Le règne des protistes (Eucaryotes unicellulaire)
- Le règne des champignons (eucaryotes multicellulaires, hétérotrophes qui décomposent).



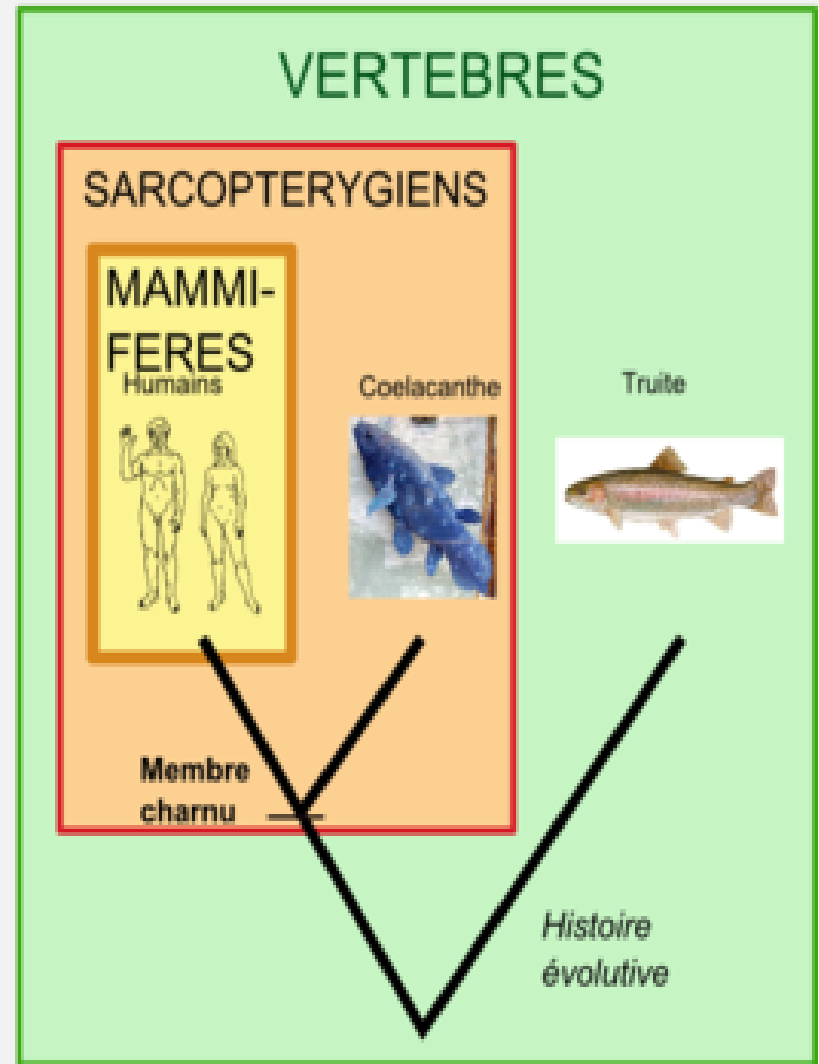
ANAGENESE

- L'**anagenèse** en évolution biologique, correspond à l'évolution temporelle d'une lignée unique. Dans ce cas, une espèce descendante remplace une espèce ancestrale dans la continuité, formant une lignée évolutive. En physiologie, l'anagenèse correspond à la régénération du tissu vivant ayant déjà été détruit.

Classification classique



Classification phylogénétique



CLADOGENESE

- La **cladogénèse** désigne le processus évolutif aboutissant à l'apparition de nouvelles espèces par la scission d'une lignée ancestrale en au moins deux lignées descendantes. La spéciation par cladogénèse est la conséquence des phénomènes de mutations, sélections et ségrégations progressives. Ce processus est quasiment le seul en cause dans l'apparition de nouvelles espèces pour les animaux supérieurs.

MÉCANISMES D'ÉVOLUTIONS, MODE DE VIE ET FOSSILISATION

La spéciation est la création d'espèces. Il existe différents modèles théoriques en fonction des conditions géographiques.

1. Spéciation péripatrique

Dans ce cas, la création d'une nouvelle espèce se fait par isolement d'une population périphérique dans l'aire de peuplement de la population initiale.

Ce type de spéciation est le plus fréquent. La création de la nouvelle espèce passe par trois phases principales :

PHASE DE DÉSORGANISATION DU POOL GÉNÉTIQUE.

De petites populations sont séparées par des circonstances exceptionnelles ou aléatoires, ou par des modifications générales du milieu. La population se trouve très réduite (un microdème) et ne renferme qu'une petite partie du patrimoine génétique. Ces populations sont en général déstabilisées puis s'éteignent. Parfois, elles parviennent à survivre en se restructurant.

PHASE DE RESTRUCTURATION ET D'ISOLEMENT REPRODUCTIF

La restructuration chez de petits effectifs est une propagation rapide dans cet effectif des modifications sur les populations. La restructuration a surtout lieu au niveau génétique, par mutation et recombinaison sur des gènes structuraux ou régulateurs, ou bien, au niveau chromosomique (fusion, fission, inversion).

Ces changements ont des implications au niveau biochimique, physiologique (métabolique) et du développement (ontogénétique).

D'autres implications externes, au niveau écologique, ou au niveau éthologique (comportement). Ces modifications entraînent l'isolement reproductif. Cette étape est très brève et porte sur des microdèmes. En conséquence, on ne trouvera pas de témoignage fossile.

Phase de réorganisation après l'isolement reproductif.

La réorganisation peut se poursuivre avec des changements morphologiques importants, alors que se régénèrent des populations a gros effectifs « des macrodèmes ». L'isolement géographique n'est plus nécessaire. La durée de cette phase est très variable :

Elle est inexistante chez les espèces jumelles ;

Elle est longue dans certains cas et c'est alors une évolution graduelle « Anagenèse » qui adapte progressivement la nouvelle espèce à son milieu. Cette phase serait essentiellement contrôlée par les déplacements au cours des temps des différents stades de croissance. C'est cette phase que l'on observe généralement en paléontologie.

2. Spéciation allopatrique

C'est la création d'une nouvelle espèce par migration d'une population ou par une division géographique de la population en deux espèces. Ce type de spéciation affecte les macrodèmes.

3. Spéciation sympatrique.

La spéciation sympatrique désigne un mode de spéciation où les espèces sœurs restent en contact aussi bien du point de vue géographique que du point de vue écologique. C'est le cas observable surtout chez les végétaux, chez certains desquels des processus de polyploïdisation crée une barrière de reproduction tout à fait infranchissable quand bien même ces végétaux continuent de fréquenter les mêmes lieux.

4. Spéciation parapatrique.

La spéciation parapatrique désigne un mode de spéciation où les espèces sœurs occupent des territoires différents, mais adjacents, c'est-à-dire potentiellement en contact. Dans ce mode, il n'est pas rare de rencontrer des hybrides dans la zone de contact, alors que dans les zones bien distinctes, le mode de spéciation est plutôt allopatrique.

L'exemple des corneilles (*Corvus corone*) qui sont noires à l'ouest du paléarctique occidental et mantelées à l'est, alors que dans la zone de contact entre les deux aires de répartition, les formes hybrides sont nombreuses et variées.

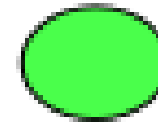
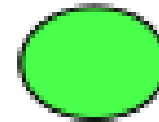
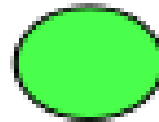
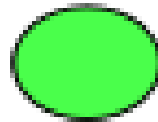
Allopatric

Peripatric

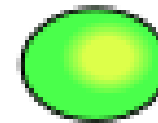
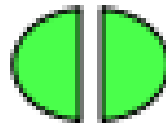
Parapatric

Sympatric

Original population



Initial step of speciation



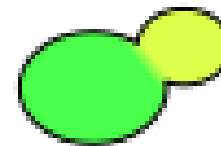
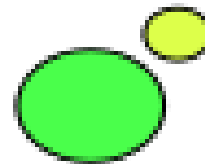
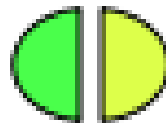
Barrier formation

New niche entered

New niche entered

Genetic polymorphism

Evolution of reproductive isolation



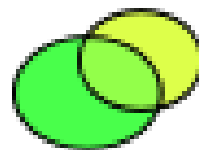
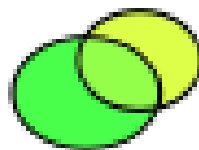
In isolation

In isolated niche

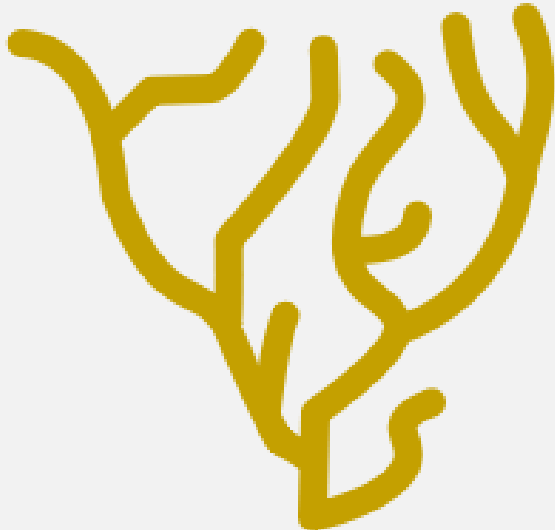
In adjacent niche

Within the population

New distinct species after equilibration of new ranges



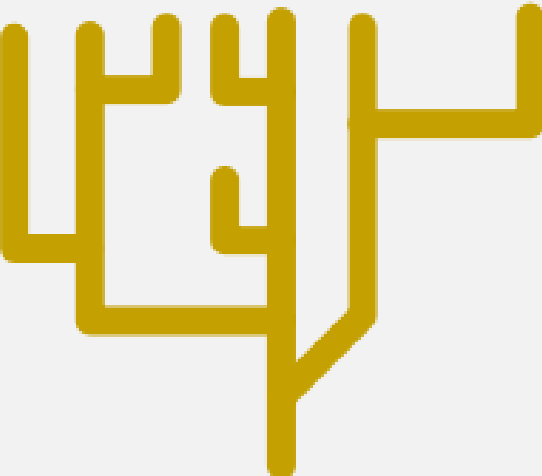
Phyletic Gradualism



Morphology



Time



Punctuated Equilibrium