

I Repères

A. Chronologie géologique

1 Origine de la planète

- 4 650 millions d'années	Big-bang... Période archéozoïque, pré-géologique, apparition progressive d'oxygène
- 3 600, - 3 100 millions d'années	Microflore
- 2 500 millions d'années	Bactéries
- 1 000, - 600 millions d'années	Métazoaires

2 Paléozoïque, primaire

- 570, - 510 millions d'années	Cambrien Végétaux : micro-organismes marins, algues, lichens Animaux : métazoaires, mollusques, échinodermes
- 510, - 440 millions d'années	Ordovicien Végétaux : algues lichens Animaux : mollusques céphalopodes (nautilaire), échinodermes, agnathes (premiers vertébrés)
- 440, - 408 millions d'années	Silurien Végétaux : algues, végétaux vasculaires, mousses Animaux : mollusques, céphalopodes, insectes, poissons
- 408, - 362 millions d'années	Dévonien Végétaux : plus nombreux et diversifiés, fougères Animaux : invertébrés, mollusques, céphalopodes, insectes, crustacés. Poissons, dipneustes, amphibiens
- 362, - 290 millions d'années	Carbonifère Végétaux : nombreux et diversifiés, fougères arborescentes Animaux : apparition des <i>reptiles</i> , premiers amniotes. Insectes ailés, arachnides (scorpions)

- 290, - 245 millions d'années :	Permien
grande crise du permien	Végétaux très nombreux, fougères, conifères... Animaux : nombreux crustacés et mollusques, diversification des reptiles Lors de la crise du permien disparition de nombreuses espèces animales et végétales... Adaptation à l'environnement

3 Mésozoïque, secondaire

Climat subtropical.

- 245, - 208 millions d'années	Trias
	Végétaux : disparition de certaines espèces primaires, survivance des fougères et des lycopodes (graines et spores) Animaux : différenciation accentuée des reptiles, dinosaures, <i>squamates</i> , premiers <i>mammifères</i>
- 208, - 145 millions d'années	Jurassique
	Végétaux : fougères, conifères, feuillus, diversifiés Animaux : ammonites, dinosaures, sauriens, archéoptéryx (premiers <i>oiseaux</i>)
- 145, - 65 millions d'années	Crétacé
	Végétaux : différenciés sur tous les continents Animaux : dinosaures, squamates, oiseaux, marsupiaux, <i>mammifères placentaires</i> À la fin du crétacé, crise bioclimatique majeure, moins importante que celle du permien, mais mieux connue. Extinction de 80 % des espèces animales (dont les dinosaures... et 90 % des marsupiaux), survivances des squamates, des crocodiliens, des chéloniens (tortues) et de quelques mammifères placentaires

4 Cénozoïque, tertiaire et quaternaire

Cet ensemble regroupe l'ère tertiaire et l'ère quaternaire. Le quaternaire est représenté par l'apparition de l'homme, cette subdivision reste totalement artificielle.

	Paléogène
	Végétaux diversifiés Animaux : développement des mammifères dont les primates
	Néogène
	Végétaux diversifiés
- 5 millions d'années	Animaux : mammifères, australopithèque
- 6 millions d'années	Homo habilis Prépaléolithique Homo habilis et Homo erectus Paléolithique inférieur Homo erectus
	Paléolithique moyen
- 0,7 million d'années	Homo sapiens

B. Classification zoologique

1 Principes, exemples

On estime que cinquante milliards d'espèces ont vécu sur la terre durant 500 millions d'années, avec une durée de vie moyenne de quatre millions d'années par espèce... Le classement de cet ensemble animal est complexe. Le *monde naturel* comprend les règnes minéral, végétal et animal. Le *monde vivant* se compose du règne animal et du règne végétal. La hiérarchisation de ces règnes inclut de multiples sous-ensembles que l'on peut simplifier en prenant l'exemple de l'homme :

- **Règne** : animal.
- **Super-embranchement** : cordés (qui embryologiquement possèdent une chorde et des métamères).
- **Embranchement** : vertébrés (qui possèdent une colonne vertébrale à l'état adulte). On estime à 37 embranchements la faune actuelle, dont 36 d'invertébrés.
- **Classe** : mammifères (qui allaitent leurs nouveau-nés).
- **Sous-classe** : euthériens (placentaires).
- **Ordre** : primates.
- **Famille** : hominidés.
- **Genre** : homo.
- **Espèce** : sapiens sapiens.

L'**embranchement** est caractérisé par le plan de structure : les vertébrés ont tous un squelette axial, un système nerveux dorsal, des viscères ventraux, des myotomes latéraux.

La **classe** précise la constitution et la fonction des grands appareils.

L'**ordre** correspond à une graduation de complexité au sein de la classe.

La **famille** rassemble des critères de forme générale semblable dans un même ordre.

Le **genre** se définit par un trait structurel précis commun.

L'**espèce** est définie par l'interfécondité entre ses individus, aboutissant à un produit lui-même fécond. Ainsi, l'âne et le cheval peuvent s'hybrider mais leur produit (mulet ou bardot) reste infécond : il s'agit de deux espèces différentes, et leur hybridation ne conduit pas à une nouvelle espèce. Ils sont pourtant de la même famille et du même genre.

2 Qu'est-ce qu'un phylum ?

Depuis la nuit des temps les espèces sont le fruit de l'évolution. Ces conceptions ne sont pas nouvelles. Lamarck commença de décrire le transformisme en 1802, et Darwin énonça le concept d'évolution des espèces en 1859. Haeckel (1864) fut le premier à suggérer que la segmentation de l'œuf soit le stade ancestral commun à tous les métazoaires. Toutes ces recherches ont abouti à proposer l'idée que les différents composants des règnes animal et végétal dérivent du même ensemble cellulaire. Le *phylum** est la traduction de cette continuité dans le monde vivant. On peut le considérer plus ou moins long, et il présente des ramifications ou *rameaux phylétiques*. Un chemin unique non ramifié sur le phylum constitue pour certains auteurs un *clade**.

L'évolution, faite aussi d'adaptation aux niches écologiques, se fait à partir des embryons. Ce sont les gamètes qui évoluent et non pas les sujets adultes. Cette évolu-

tion tend progressivement à la réalisation d'espèces de plus en plus spécialisées, où le mode de reproduction les protège de mieux en mieux. Elle procède cependant par « essais » qui peuvent conduire à des « erreurs » et à la disparition de certaines d'entre elles. Toute mutation d'espèce ne se traduit pas forcément par un progrès évolutif, mais tout changement évolutif est irréversible. Dans cette évolution les espèces se chevauchent et se remplacent : une espèce peut cependant exister en même temps que son précurseur. De cette façon on voit coexister de nos jours presque tous les acteurs de cette évolution phylogénétique. La figure 1 illustre cette évolution dans le phylum des vertébrés, la sortie des eaux et l'adaptation à la vie aérienne.

Chez les vertébrés on distingue d'une part les *agnathes*, d'autre part les *gnathostomes**. Parmi eux s'organisent les *poissons* et les *tétrapodes* dans lesquels on reconnaît les *amphibiens*, les *reptiles*, les *oiseaux* et les *mammifères*. Parmi ces grands groupes simples on distingue des sous-groupes dont les particularités font appel à des notions d'embryogenèse, de phylogenèse ou des deux. En fait, l'embryogenèse, l'organogenèse, l'ontogenèse et la phylogenèse sont étroitement liées, et c'est à la lumière de leur étude que l'on pourra en simplifier les notions.

II Éléments de phylogenèse des vertébrés

A. Classification descriptive

1 Classe des Agnathes

Animaux pisciformes qui ne possèdent pas de mâchoire, ni de membres pairs (lamproies, myxines). Les autres vertébrés sont *gnathostomes*.

2 Classe des Poissons

Présentent une mâchoire, des membres pairs, deux orifices nasaux externes, un squelette interne, une différenciation dorso ventrale des muscles latéraux.

Sous-classe des Chondrichthyens ou *Elasmobranches*

- **Raies, squales**, poissons cartilagineux.

Sous-classe des Ostéichthyens

- **Crossoptérygiens** (coelacanthes) et Dipneustes.
- **Actinoptérygiens**.
 - Chondrostéens (esturgeon).
 - **Téléostéens** divisés en **une trentaine d'ordres** (95 % des poissons actuels).

3 Classe des Amphibiens

Compte les plus vieilles espèces ayant perduré jusqu'à nos jours. Dérivait des Crossoptérygiens. Les amphibiens ont généralement 4 membres disposés pour la marche, des côtes courtes n'encerclant pas le thorax.

Sous-classe des *Stégocéphales* (fossiles), ou amphibiens cuirassés

Sous-classe des *Lissamphibiens* (qui ont la peau nue)

- **Ordre des Apodes** (cécilie).
- **Ordre des Urodèles** (salamandre, triton, axolotl).
- **Ordre des Anoures** (grenouille, crapaud).

4 Classe des Reptiles

Dérivent probablement des Stégocéphales, et occupent une position de « nœud évolutif » au sein des vertébrés. Amniotes à sang-froid. Mandibule fragmentée, articulée par l'intermédiaire d'un os carré.

Ordres fossiles

- Rhynchocéphales (persiste le sphénodon).
- Ichtyosaures.
- Saurischiens (Tyrannosaure) et Ornithischiens : comportaient les dinosaures.
- Sauroptérygiens.
- Ptérosauriens (ptérodactyle, ptéranodon).
- Theromorphes ou Thérapsidés ou reptiles mammaliens, ainsi nommés car leur squelette présente des caractères de mammifère, au niveau du crâne et des ceintures en particulier.

Ordres persistants

- **Crocodyliens** (alligator, caïman, crocodile, gavial).
- **Chéloniens** (tortues).
- Squamates.
 - Lacertiens ou **sauriens** (lézards, varans, iguanes, caméléons, orvet).
 - **Ophidiens** (serpents).
 - Pythonomorphes (reptiles marins fossiles).

5 Classe des Oiseaux

Amniotes à sang chaud. Possèdent un bec, denté ou non, une modification des membres antérieurs en ailes, un revêtement de plumes.

Sous-classe des *Archéornithes* (fossiles, archéoptéryx)

Sous-classe des *Néornithes*

- Division I : **Ratites** (autruche, nandou, casoar).
- Division II : Odontolcés (fossiles).
- Division III : **Carinates**.
- Ordre des Ichtyornithes (fossiles).
- Ordre des Colymbiformes (pigeon, colombe, tourterelle).
- Ordre des Podicipédiformes (grèbe).
- Ordre des Sphenisciformes (manchots).
- Ordre des Procellariiformes (pétrel, albatros).

- Ordre des Ciconiiformes (héron, cigogne, ibis, flamant).
- Ordre des Péléciformes (pélicans, fous, cormorans).
- Ordre des Gaviiformes (plongeurs).
- Ordre des Anseriformes (tadornes, canards, cygnes).
- Ordre des Falconiformes (vautour, faucon, aigle).
- Ordre des Tinamiformes (tinamou).
- Ordre des Galliformes (dindon, pintade, caille, perdrix, poule).
- Ordre des Gruiformes (grue, outarde).
- Ordre des Charadriiformes (bécasse, pingouin, mouette, goéland).
- Ordre des Cuculiformes (coucou).
- Ordre des Coliiformes (coliou).
- Ordre des Psittaciformes (perroquets, perruches).
- Ordre des Coraciiformes (martin-pêcheur).
- Ordre des Strigiformes (chouettes, hiboux).
- Ordre des Piciformes (pic-vert, toucans).
- Ordre des Apodiformes (martinet, oiseau-mouche).
- Ordre des Caprimulgiformes (engoulevent).
- Ordre des Passériformes : plus de la moitié des espèces actuelles ; oiseaux chanteurs.

On regroupe souvent dans l'étude phylogénétique les oiseaux et les reptiles dans les **sauropsidés**.

6 Classe des Mammifères

Animaux à sang chaud, sécrétant du lait pour alimenter leur petit. Mandibule unique, articulée sans interposition d'un os carré. Revêtement de poils plus ou moins abondants.

Sous-classe des *Protothériens*

Ne possèdent pas de mamelon, ne développent pas de placenta. L'os coracoïde est indépendant de la scapula. N'ont pas de corps calleux. Pondent des œufs brièvement hébergés dans l'utérus, qui éclosent soit dans une poche ventrale de la mère, soit dans le nid.

- **Ordre des Monotrèmes** (ornithorynque).
- Ordre des Multituberculés (fossiles).

Sous-classe des *Euthériens*

- **Ordre des Marsupiaux** (kangourou, wallaby...). N'ont généralement pas de placenta allantoïdien, ou seulement coexistant avec un placenta vitellin. Poche marsupiale pourvue de tétines.

■ **Édentés**

- Ordre des Xénarthres (fourmilier, paresseux, tatou).
- Ordre des Tubulidentés (oryctérope).
- Ordre des Pholidotes (pangolin).
- Ordre des Ganodontes (fossiles).

■ Ongulés

- Ordre des Hyracoïdes (damans).
- Ordre des Proboscidiens (éléphants).
- **Ordre des Artiodactyles** (suinés, hippopotames, cervicornes, cavicornes).
Ont un nombre pair de doigts.
- **Ordre des Périssodactyles** (chevaux, rhinocéros). Ont un nombre impair de doigts.

■ Ordre des Siréniens (lamantin, dugong).

■ Ordre des Cétacés (cachalot, narval, marsouin, baleines).

■ Ordre des Créodontes (fossiles).

■ Ordre des Carnivores

- Canidés (chien, loup, renard, lycaon).
- Civettes.
- Félidés.
- Procyonidés (raton).
- Ursidés.
- Mustélidés (martre, loutre, blaireau).

On regroupe sous le terme de *pinnipèdes* les otaries, morses, et phoques, quoique leur parenté soit douteuse.

■ Ordre des Tillodontes (fossiles).

■ Ordre des Scandentiens (toupayes).

■ Ordre des Rongeurs

- Sciuromorphes (écureuils).
- Myomorphes (souris, hamster).
- Hystricomorphes (porc-épic).
- Caviomorphes (ragondin).

■ Ordre des Lagomorphes (lièvre, lapins).

■ Ordre des Insectivores (hérisson, taupe, musaraigne).

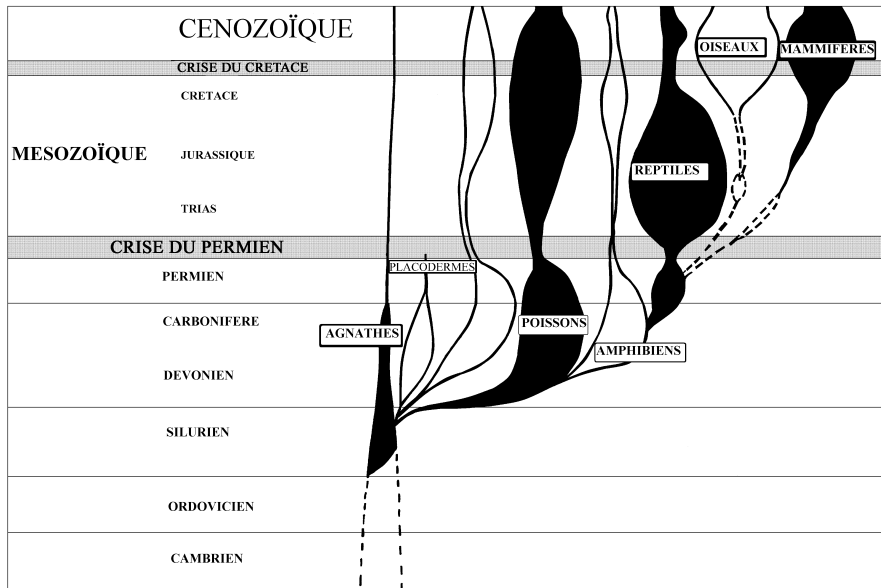
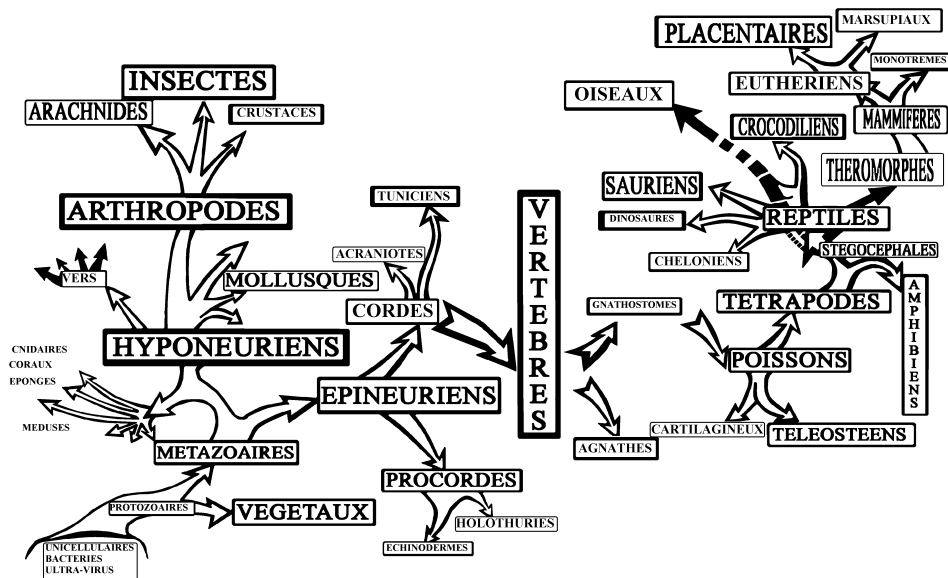
■ Ordre des Macroscélides (rat à trompe).

■ Ordre des Chiroptères (chauve-souris, vampire), qui ont un vol battu.

■ Ordre des Dermoptères (galéopithèques), qui ont un vol purement plané.

■ Ordre des Primates

- Lémuriens.
- Tarsiers et Singes (dont l'Homme).



En bas, l'évolution des vertébrés au fil du temps. Les crises géologiques se manifestent par la diminution ou la disparition de certains groupes.

Figure 1. Diagramme de l'évolution du monde vivant (non exhaustif)

B. Évolution du milieu

Les modifications géologiques ont certes perturbé les différentes niches écologiques au cours du temps, mais ne suffisent pas à rendre compte de la diversité croissante des phylums. Bien au contraire, l'observation paléontologique révèle que schématiquement chaque grande ère géologique a vu une classe dominer numériquement et géographiquement : les amphibiens au secondaire, les reptiles au tertiaire et les mammifères