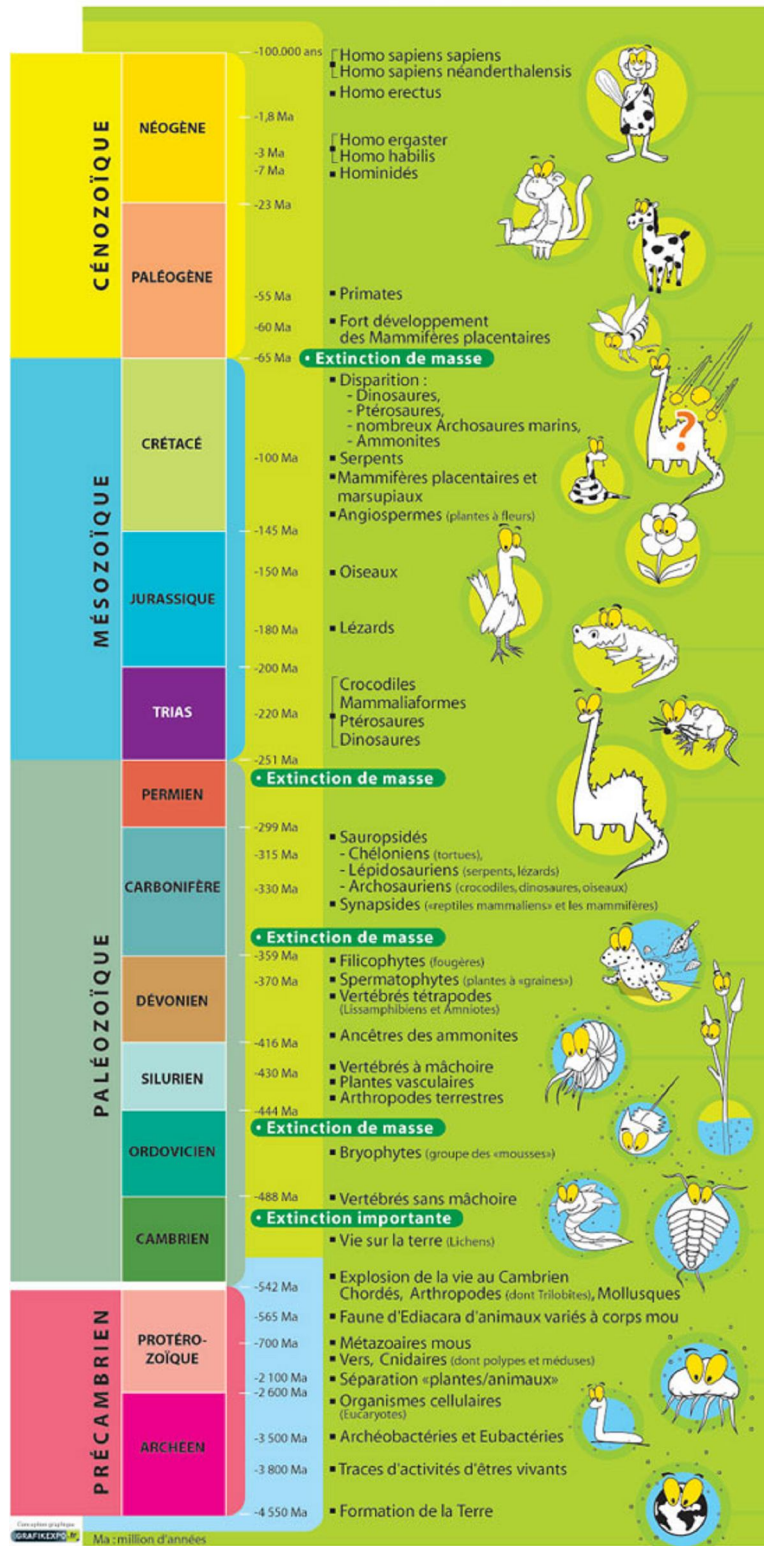


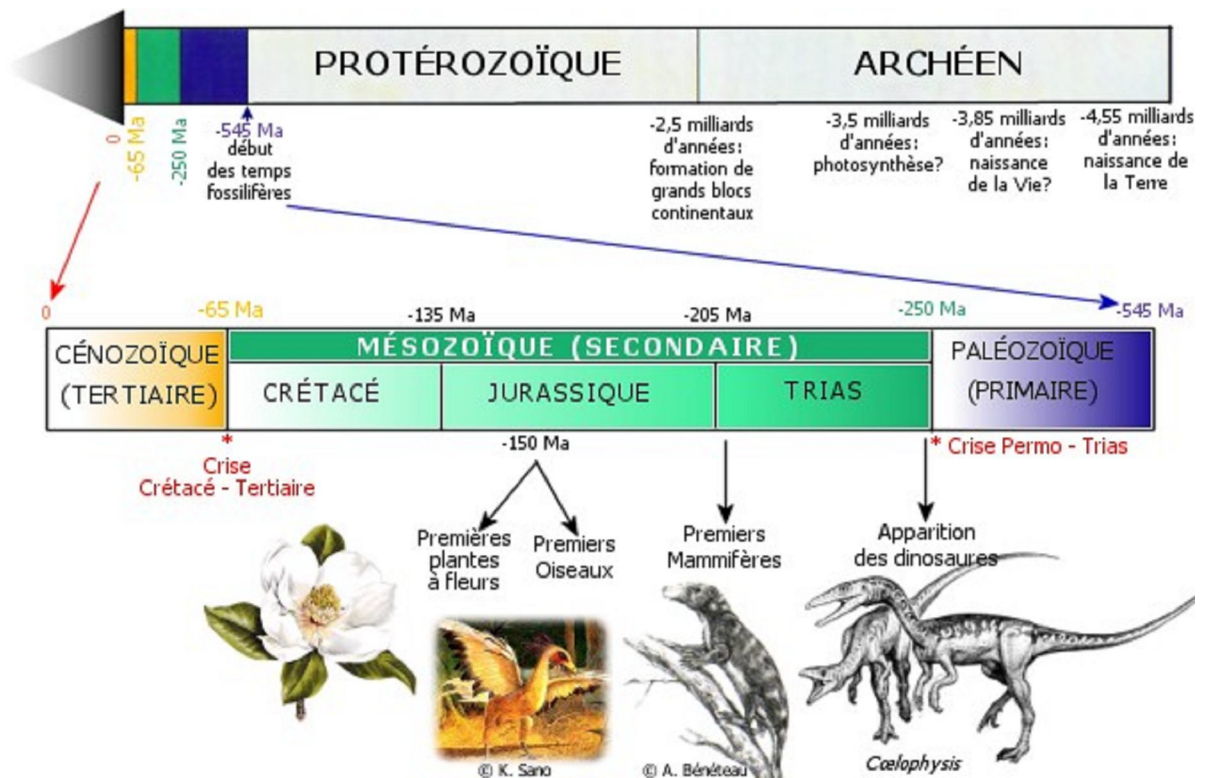
Chapitre III. Histoire des temps géologiques

L'évolution de la vie...

Echelle des temps géologiques



http://recit.org/cyberfolio02//portfolio/planif/images/fichiers/189_evolution.jpg



http://dinonews.net/dossiers/disparition/images/echelle_temps.jpg

Le Précambrien (- 4.550 Ma à – 542 Ma)

Autrefois appelé Agnostozoïque (dont on ne connaissait pas la vie), le Précambrien est une « ère » de – 4,5 milliards à - 542 millions d'années (Ma). Elle comprend, deux subdivisions ou éons, l'Archéen et le Protérozoïque.

L'**Archéen** commence en fait avec l'apparition « certaine » de la vie sur Terre : ce point de départ étant imprécis et faisant l'objet de nombreuses recherches par les spécialistes des origines de la vie, le début de l'Archéen restera sans doute une convention encore quelque temps. La vie y était probablement réduite à des formes bactériennes simples et d'algues bleues et/ou vertes très résistantes, unicellulaires et sans noyau, les archées.

Sur l'échelle des temps géologiques, le **Protérozoïque** (du grec protéro-, « de devant, d'avant » et zôo, « animal ») finit au début du Cambrien, à partir du moment où les premiers fossiles d'animaux connus sous le nom de trilobites apparaissent. Dans la seconde moitié du XX^e siècle, des fossiles de trilobites ont été découverts dans des roches datant du Précambrien mais la fin du Protérozoïque est néanmoins restée fixée au début du Cambrien.

Les événements les mieux identifiés sont :

- la transition à une atmosphère oxygénée ;
- plusieurs glaciations ;
- la période de l'Édiacarien où l'évolution d'organismes à corps mou s'accélère.

Le premier être vivant, une bactérie découverte en Afrique du Sud, apparut avant 3,2 milliards d'années. La naissance de la chlorophylle est estimée à - 3 milliards d'années et les premiers invertébrés au corps mou à - 1 milliard d'années.

A la fin du **Précambrien**, la plupart des groupes d'invertébrés existait déjà.

L'ère Primaire ou Paléozoïque (- 542 Ma à – 251 Ma)

Des vestiges de roches de l'ère primaire se retrouvent un peu partout. Les premiers animaux à coquille bien fossilisés firent leur apparition.

Chaque ère se découpe en périodes plus courtes, elles-mêmes divisées en **systèmes** et en **étages** dont chacun dure quelques millions d'années et correspond au dépôt d'une couche géologique bien précise. Les systèmes du Paléozoïque sont :

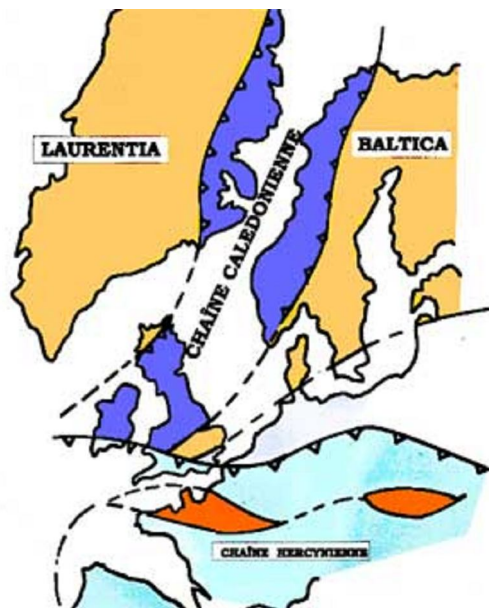
Cambrien (- 542 Ma à – 488 Ma)

Le terme **Cambrien** est dérivé de « *Cambria* », appellation du Pays de Galles où les terrains de cette origine sont particulièrement bien représentés. Les terrains cambriens affleurent particulièrement bien de par le monde et sont présents sur tous les continents. Les coquilles dures se fossilisent mieux que les corps mous ; c'est pourquoi les roches de cette époque sont remplies de fossiles. La vie animale du Cambrien a été extraordinairement variée. Dans les roches du Cambrien, on peut observer que de nombreux ancêtres d'animaux vivants aujourd'hui venaient tout juste d'apparaître. C'étaient les **mollusques** à coquilles et à tentacules qui ont évolué jusqu'à nos palourdes et nos bigorneaux et les **arthropodes** (littéralement « aux pattes articulées ») qui sont devenus les crabes, les crevettes et les homards. Les étoiles de mer, les oursins, les coraux et les éponges sont également apparus à cette époque. Ils augmentèrent sensiblement le nombre des familles connues et modifièrent la composition des communautés vivant sur les fonds marins. La vie sur terre n'est représentée que par des micro-organismes en fait marins, probablement des **lichens** (symbiose d'une algue et d'un champignon).



Les lichens, nombreux dans la taïga, sont des végétaux primitifs
Photo : B. Sottiaux

Un premier système montagneux commence au Cambrien pour se terminer au Silurien : le système **calédonien**. La chaîne calédonienne affleure en Ecosse, en Norvège, au Groenland et en Amérique du Nord.



La chaîne calédonienne

<http://www.ac-limoges.fr/svt/accueil/html/litho/presentation/caledonienne.jpg>

Ordovicien (- 488 Ma à – 444 Ma)

L'**Ordovicien** est nommé en référence aux Ordovices, un peuple de l'actuel Pays de Galles. L'Ordovicien débute avec un épisode important d'extinction d'espèces, l'**extinction** du Cambrien. Il se termine par une autre extinction massive, l'extinction ordovicien-silurien où près de 60 % de la vie disparaît. Les couches géologiques de l'Ordovicien renferment aujourd'hui de vastes réservoirs de pétrole et de gaz naturel dans certaines régions du monde. L'Ordovicien correspond à une époque où l'océan global et l'atmosphère terrestre se sont refroidis, conjointement à une explosion de la biodiversité sur la planète.

En Amérique du Nord et en Europe, l'Ordovicien est une époque de mer continentale peu profonde et riche en vie. En particulier, les **trilobites** et les **brachiopodes** (coquillages bivalves) sont variés et nombreux.



Quelques brachiopodes
<http://www.afblum.be/bioafb/animalia/brachiop.JPG>

Les **algues vertes** sont communes durant l'Ordovicien. Les premières plantes terrestres apparaissent sous la forme quelque peu similaire aux **hépatiques** (végétaux primitifs proches des mousses).



<http://www.larousse.fr/encyclopedie/data/images/1010249.jpg>

Silurien (- 444 Ma à – 416 Ma)

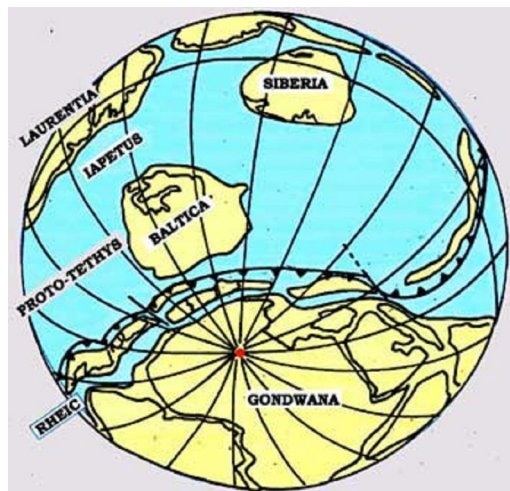
Le **Silurien** a été nommé d'après une tribu celtique : les Silures. La vie est abondante. Les couches siluriennes ont produit du gaz et du pétrole dans certaines régions. Le niveau des océans est élevé en Amérique du Nord-Est et en Europe. Des formes primitives de plantes pluricellulaires envahissent les terres. Quelques rares arthropodes ont, semble-t-il, migré vers la terre. Les **poissons** se sont diversifiés considérablement et ont développé des écailles mobiles. Une faune diverse de « scorpions de mer », certains longs de plusieurs mètres, se trouve en Amérique du Nord. Les **graptolites** (animaux marins vivant en colonies, littéralement « écrit sur la pierre ») sont abondants.



Graptolithes

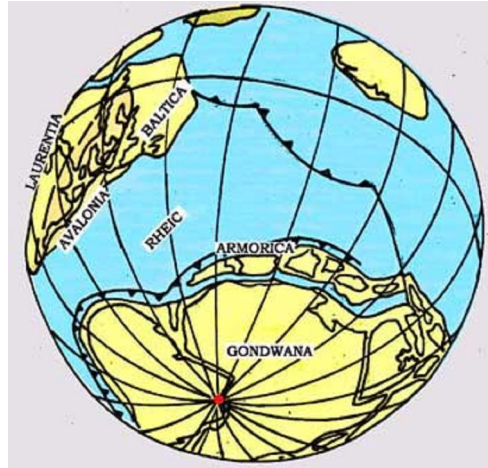
<http://i34.servimg.com/u/f34/09/03/99/41/hyolit11.jpg>

Au Silurien, la fermeture de l'océan Iapetus est suivie de la collision des continents Laurentia (Amérique du Nord) et Baltica (Europe du Nord). Cette collision aboutit à la formation d'un super-continent nord : la Laurussia.

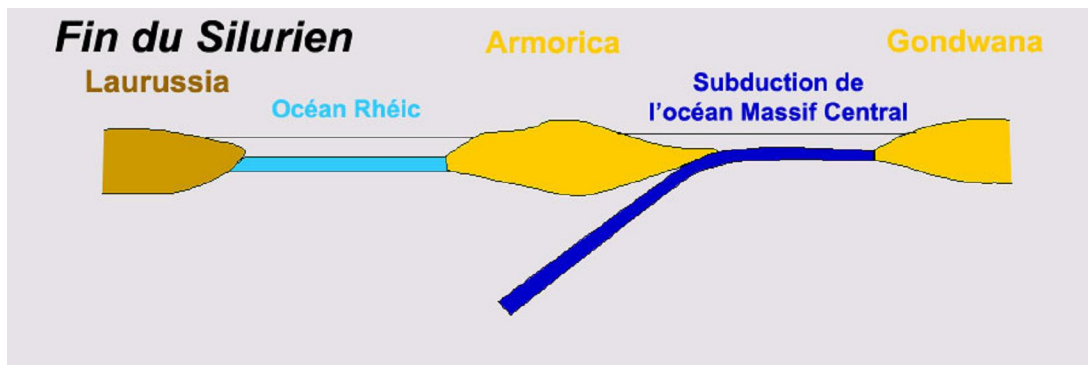


Au sud, séparé de la Laurussia par l'océan Rhéic, se trouve un autre super-continent, le Gondwana qui comprend l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Arabie, l'Inde, l'Australie et l'Antarctique. Sur la marge nord de Gondwana se sont détachés plusieurs micro-continent dont la micro-plaque Armorica (carte). Ils sont séparés de Gondwana par un autre océan : l'océan massif Central.

La chaîne hercynienne va résulter de la collision de Gondwana et de Laurussia après fermeture par subduction de l'océan Massif Central puis de l'océan Rhéic. La collision entre Gondwana et le micro-continent Armorica intervient au Dévonien.



<http://images.google.be/imgres?imgurl=http://www.ac-limoges.fr/svt/accueil/html/litho/presentation/caledonienne.jpg>



Dévonien (- 416 Ma à – 359 Ma)

Le **Dévonien** est nommé d'après le Devonshire en Angleterre où les affleurements de couches datant de cette époque sont communs.

Les poissons évoluent vers des formes qui vont conduire aux premiers **tétrapodes** puis aux **amphibiens**. □



Tétrapodes

http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Ichthyostega_BW_2.jpg

Les **insectes** et les **araignées** commencent à coloniser les habitats terrestres. Les précurseurs des gymnospermes s'étendent sur les terres en formant des forêts. Dans les océans, les **requins primitifs** sont plus nombreux que pendant l'Ordovicien ou le Silurien. De nouvelles formes d'**ammonites** et de **trilobites** apparaissent. Les brachiopodes sont communs ainsi que les grands récifs coralliens.



*Fossile d'ammonite à Fontenoille (Florenville)
Carrières Emond. Photo : B. Sottiaux*



Fossile de trilobite

<http://www.fossilmuseum.net/EdResources/Wanneria/Wanneria11024x768x72.jpg>

Les trilobites sont des arthropodes marins fossiles. Leur nom provient de la subdivision du corps en trois lobes longitudinaux : un lobe médian et deux lobes latéraux. On distingue également une subdivision en trois régions de l'avant vers l'arrière. La très grande majorité des trilobites vit sur le fond des mers ou dans le substrat. Beaucoup étaient prédateurs de vers marins. Leur intérêt réside dans la possibilité qu'ils donnent de dater les couches géologiques avec une certaine précision.

Le **plissement hercynien** : le massif ardennais, le massif armoricain, les Vosges et le massif central marqua la deuxième partie de l'ère primaire.



*Paysage des crêtes vosgiennes, montagnes âgées hercyniennes
Photo : B. Sottiaux*

Une importante extinction massive, l'extinction du Dévonien, a lieu au Dévonien supérieur ; elle affecte jusqu'à 70 % des espèces vivantes. La cause d'une telle extinction est inconnue. On aurait pu penser à un impact de météorite mais des traces crédibles d'un tel impact n'ont pas été découvertes.

Carbonifère (- 359 Ma à – 299 Ma)

Le **Carbonifère** marqua l'apogée des forêts luxuriantes de prêles et de fougères qui, fossilisées, ont donné naissance au charbon. A cette époque, régnait dans nos régions un climat tropical (chaleur et humidité).



Fougère

Prêle

La vie marine est riche en **crinoïdes** (animaux aussi appelés « lys de mer ») et en échinodermes (oursins et étoiles de mer). Les brachiopodes sont abondants. Les trilobites se sont raréfiés. Sur les terres, une population variée de plantes existe. Les vertébrés terrestres incluent de **grands amphibiens**.

Le niveau de la mer chute vers le milieu du Carbonifère ; de nombreuses espèces marines sont touchées et s'éteignent, particulièrement les crinoïdes.

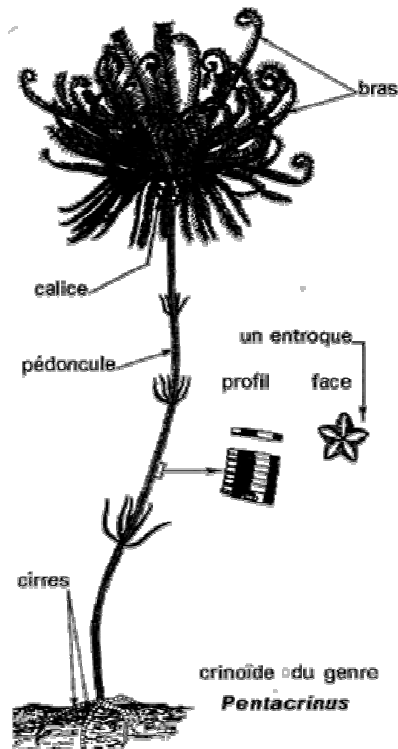


Schéma d'un crinoïde ou « lys de mer »

<http://forums.futura-sciences.com/attachments/paleontologie/21980d1179349872-identification-micro-fossile-amonite-schema-general-dun-crinoide.gif>

Permien (- 299 Ma à – 251 Ma)

Enfin, au **Permien**, se produit la plus grande **extinction massive** jamais connue d'espèces. Elle est marquée par la disparition de 95 % des espèces marines et aussi de 70 % des espèces terrestres. Plusieurs mécanismes furent proposés pour tenter d'expliquer cette extinction dont l'impact de météorites, l'augmentation du volcanisme, la libération de méthane à partir des océans, des changements du niveau de la mer, l'accroissement de l'aridité... mais il est plus probable qu'elle soit liée à la tectonique des plaques. En effet, le Permien a vécu la réunion de tous les continents en un seul « supercontinent » : la Pangée. Ce rapprochement aurait fait disparaître les plateaux continentaux (prolongation des continents sous le niveau des mers) abritant un grand nombre d'espèces... et aurait eu d'autres conséquences telles que la régression océanique, une nouvelle configuration des courants océaniques, une activité volcanique localisée et la libération de sulfure d'hydrogène.

(Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Extinction_du_Permien).

L'ère secondaire ou Mésozoïque (- 251 Ma à - 65 Ma)

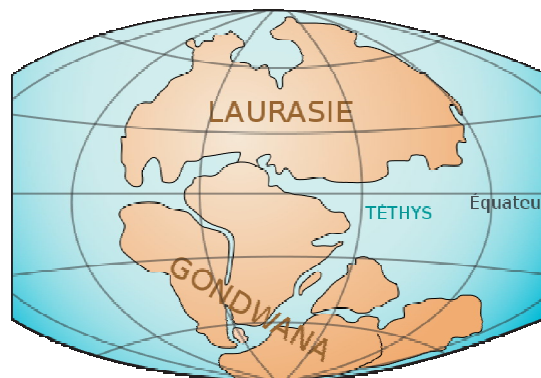
C'est l'époque des grandes **sédimentations** et donc des invasions marines. Nos contrées ressemblaient à des archipels d'îles et les mers chaudes en recouvraient une vaste partie. Les **coquillages** et les **coraux** abondants donnent naissance aux couches calcaires.

Le Mésozoïque comprend :

Trias (- 251 Ma à - 200 Ma)

Depuis le Carbonifère supérieur, la majeure partie des terres émergées est regroupée en un seul « supercontinent » appelé « Pangée ». La « mâchoire » supérieure est appelée **Laurasia** et la mâchoire inférieure : **Gondwana** ; le tout baignant dans un vaste océan appelé « Panthalassa » (toute la mer).

Ces deux ensembles étaient séparés par une mer appelée la **Téthys** ou la **Mésogée**.



TRIAS
Il y a 200 millions d'années

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Laurasia-Gondwana_fr.png

Le **Trias** débute, par définition, après la plus grande extinction d'espèces vivantes dans l'histoire de l'évolution de la vie sur terre : celle du Permien. Le Trias se termine par une autre des cinq plus grandes extinctions.

Entre ces deux repères nets, **le Trias inférieur** est marqué par une lente et difficile reconstitution des espèces après la catastrophe.

Le **Trias moyen** est une époque stable qui observe le retour de systèmes écologiques complets et complexes notamment les récifs qui étaient absents du Trias inférieur.

Le **Trias supérieur** est marqué par une succession de petites crises touchant à chaque fois différentes communautés (la faune benthique c-à-d du fond des mers, la faune pélagique (de haute mer), la flore terrestre, les dinosaures), crises entrecoupant des périodes de stabilité et qui vont amener à la grande crise de la limite Trias/Jurassique.

Sur terre, les survivants de la limite Permien/Trias que sont les lycophytes (végétaux à ramifications comprenant notamment les **lycopodes**) dominent encore au Trias inférieur avant de laisser leur place aux cycades (sorte de palmier) et aux *Ginkgophyta* (qui ne sont plus représentés actuellement que par *Ginkgo biloba* ou *arbre fossile originaire de Chine*). Puis les spermatophytes ou plantes à graines vont dominer la flore et, dans l'hémisphère nord, les **conifères** vont se multiplier.



Une espèce de lycopode
Photo : B. Sottiaux

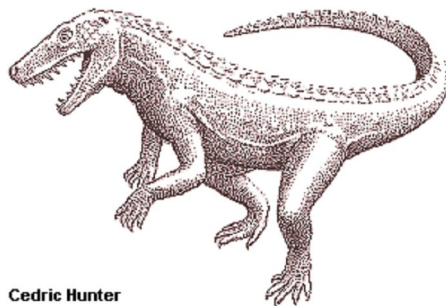
Différents groupes d'amphibiens vont se succéder en se maintenant avec succès. Des cynodontes vont donner naissance aux **premiers mammifères**.



Représentation d'un cynodonte

http://www.terra.es/personal3/gvbordes/dinos%20antics/triasico%20superior/cynodont_z1.jpg

Les **archosaures** vont progressivement remplacer les reptiles qui ont dominé le Permien. Certains d'entre eux, avec des espèces de petites tailles, évolueront en donnant entre autres naissance aux ptérosaures et aux dinosaures. Les *Lepidosauria* (serpents et lézards actuels) y trouvent également leur origine. Les premiers chéloniens (tortues) vont apparaître.



Cedric Hunter

Un archosaure, précurseur des dinosaures

http://membres.lycos.fr/jcboulay/astro/sommaire/astronomie/univers/galaxie/etoile/systeme_solaire/terre1/dinosaures/euparkenja.gif

Jurassique (- 200 Ma à – 145 Ma)

Son début est marqué par une extinction massive d'espèces, l'extinction du Trias-Jurassique.

Pendant le **Jurassique** inférieur et moyen, le « supercontinent » Pangée se divise en Laurasia et Gondwana. La Laurasia se scinde à son tour en Amérique du Nord et en Eurasie tandis que le Gondwana se scinde en Afrique, Amérique du Sud et Antarctique vers la fin du Jurassique supérieur et durant le Crétacé. L'océan Atlantique Nord date de cette période ; sa partie sud n'apparaît qu'à partir du Crétacé. Il n'y eut pas de formation de systèmes montagneux.

Dans les mers, les formes de vie les plus évoluées sont les **poissons** et les **reptiles marins**.

Sur terre, les archosaures restent dominants. Le Jurassique est l'âge d'or des grands **dinosaures** : végétariens et prédateurs.

Les **conifères** continuent à dominer la flore ; ils constituent le groupe le plus diversifié et la majorité des arbres. On trouve parmi eux des Araucariaceae (dont l'Araucaria ou « désespoir du singe »), Pinaceae (pins), Podocarpaceae (Podocarpus ou arbres aux feuilles linéaires), Taxaceae (ifs) et Taxodiaceae (cyprès chauve).

Les **ammonites** (mollusques céphalopodes) sont également très nombreuses au mésozoïque (ère secondaire). Les premiers **oiseaux** et **mammifères** datent aussi de cette ère.

Contrairement à ce que de nombreuses personnes pensent, les oiseaux ne semblent pas issus directement de reptiles « volants » comme les ptérodactyles qui volaient mais disparurent avec les dinosaures sans laisser de survivants. Ils proviennent plutôt de petits dinosaures terrestres. La plume étant supposée dériver de l'écaille reptilienne.

Trois scénarios sont avancés :

- *un petit dinosaure, coureur terrestre, passe au stade de grimpeur arboricole, saute de plus en plus loin, de branches en branches puis d'arbres en arbres puis de l'arbre au sol... développant les caractéristiques nécessaires au vol plané puis au vol battu ;*
- *Un petit reptile, insectivore et coureur, bondit pour attraper des insectes et voit progressivement ses deux membres supérieurs se transformer en « proto-ailles » ce qui lui permet de décoller ;*
- *Une mutation spontanée.*

Toutefois, certaines questions restent posées. L'évolution de l'écaille en plume est toujours énigmatique lorsqu'on compare les deux. Enfin, le système respiratoire de l'oiseau est singulier : l'air entre par un des côtés du poumon et ressort par un autre via des sacs aériens, à l'image d'une cornemuse écossaise. Le poumon d'aucune autre espèce de vertébrés ne ressemble à celui des oiseaux.

Crétacé (- 145 Ma à – 65 Ma)

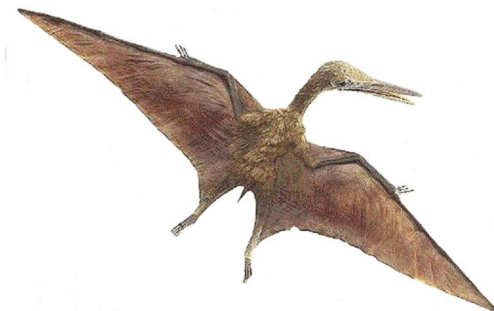
Le **Crétacé** est nommé d'après le latin *creta*, « craie », se référant aux vastes dépôts crayeux marins datant de cette époque et que l'on a retrouvés en grande quantité en Europe notamment en Grande-Bretagne.

Durant le Crétacé, le « supercontinent » Pangée finit de se scinder pour former les continents actuels, bien que leurs positions soient encore substantiellement différentes. En même temps que l'océan Atlantique s'élargit et que l'Amérique du Nord se dirige vers l'ouest, le Gondwana qui s'était auparavant détaché de la Pangée, se fracture en Antarctique, Amérique du Sud et Australie et s'éloigne de l'Afrique. L'Inde et Madagascar restent rattachés à la plaque africaine au début du crétacé ; l'Inde s'en détache ensuite. L'océan Indien et l'Atlantique Sud apparaissent durant cette période.

Les **angiospermes** s'étendent mais deviennent dominants seulement à partir de la fin du Crétacé. Les premiers représentants d'arbres à feuilles : figuiers, magnolias et platanes apparaissent. Les **gymnospermes** du Trias, tels que les conifères, continuent de se développer.

Les mammifères sont petits et n'ont que peu d'importance dans le règne animal. La faune est essentiellement dominée par les **dinosaures**.

Dans le ciel, les ptérosaures sont communs dans les environnements maritimes.



http://membres.lycos.fr/jcboulay/astro/sommaire/astronomie/univers/galaxie/etoile/systeme_solai re/terre1/dinosaures/lignee/pterosaure.gif

Dans les mers, les raies, les requins modernes et les poissons deviennent communs ainsi que les reptiles marins.



Une découverte marquante pour notre pays : les iguanodons de Bernissart
<http://www.afblum.be/bioafb/preupale/iguabern.JPG>

Bernissart et les Iguanodons

Bernissart est un lieu connu des paléontologues du monde entier. En effet, c'est dans cette ancienne petite ville minière située à une vingtaine de kilomètres à l'ouest de Mons (province de Hainaut, Belgique), très près de la frontière française, que fut mis à jour ce site exceptionnel où l'on trouva près d'une trentaine d'Iguanodons.

Histoire d'une découverte....



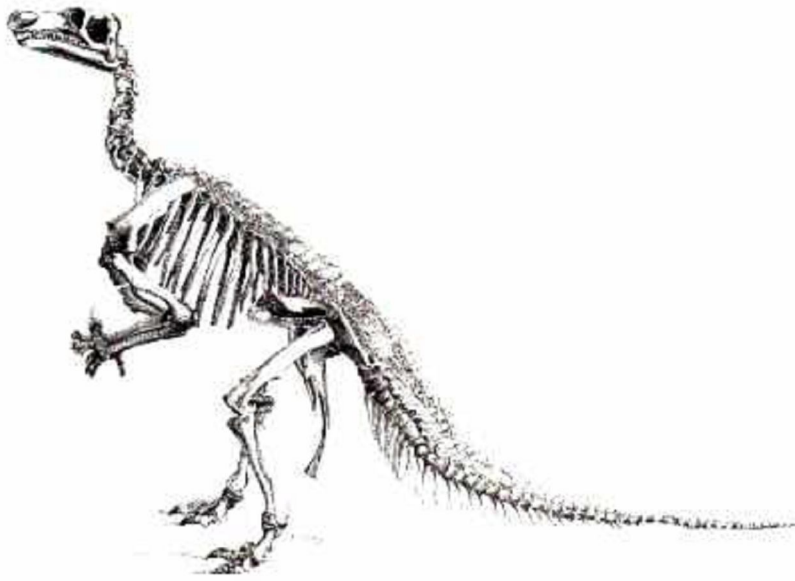
C'est à la Fosse Sainte-Barbe que des mineurs découvrirent ce qu'ils croyaient d'abord être un tronc d'arbre fossile rempli d'or ! Cela se passait fin mars 1878. C'est en creusant une galerie que Jules Créteur découvrit des ossements d'Iguanodons dans un « cran » : appellation locale qui désigne un puits formé par un effondrement naturel et rempli de dépôts argileux, traversant les veines de charbon - à la profondeur de 322 mètres.

Ces ossements, vieux de 125 millions d'années, étaient remplis de pyrite, un minéral de couleur jaune, assez souvent confondu avec l'or par les non-spécialistes, ce qui explique cette méprise.

Le directeur de la mine, G. Fagès, pensa que ce pouvait-être des ossements et non du bois pétrifié. On fit appel au célèbre ingénieur des mines. Divers fragments furent remontés à la surface, où - hélas - ils se fendaient et tombaient presque en morceaux. Le préparateur du Musée de Bruxelles L. De Pauw connaissait un procédé spécial pour conserver ces os et proposa d'organiser les fouilles à condition que les fossiles soient offerts au musée de Bruxelles. Les habitants de Bernissart se sentirent spoliés par cette décision mais il faut bien reconnaître que les moyens mis en oeuvre pour la conservation de ces squelettes dépassaient les capacités financières de la commune. Une chanson en patois wallon « La complainte de l'Iguanodon » retrace avec humour ces péripéties...

Une mine...d'Iguanodons

Toutes les autorisations obtenues, les travaux purent commencer. C'est L. De Pauw qui dirigea les premières fouilles, assisté de neuf mineurs. Ils établissaient un plan puis ils enrobaient les morceaux dans le plâtre.



Chaque squelette était divisé en plusieurs blocs numérotés.

En octobre 1878, à la suite des mouvements de terrain, l'eau envahit la galerie et l'on dut abandonner provisoirement les fouilles. On avait extrait cinq squelettes.

Les fouilles reprurent en mai 1879. Les squelettes de quatorze Iguanodons, deux crocodiles et deux tortues étaient mis à jour !

En 1881, une nouvelle galerie horizontale fut creusée à - 356 mètres en travers du "cran". Trois squelettes y furent trouvés. Trois mètres plus bas, les mineurs retrouvèrent le terrain houiller; il était dès lors inutile de continuer les fouilles car les dinosaures firent leur apparition bien après le carbonifère.

Les fossiles remontés - plus de six cents blocs, d'un poids total de 130 tonnes - allaient maintenant devoir être assemblés à Bruxelles. Les allemands tentèrent en 1916 de reprendre les fouilles pour leur Musée de Berlin ; ils mirent en demeure la direction de la mine de creuser une nouvelle galerie à l'endroit de la découverte des premiers Iguanodons. Les travaux furent très lents, entrecoupés de nombreuses "pannes" provoquées par nos mineurs qui n'aimaient pas travailler pour l'occupant. Ils n'aboutirent jamais.... Fin 1918, l'occupant quittait notre pays sans emporter un seul fragment d'Iguanodon.

Après la première guerre, on envisagea de reprendre les fouilles mais les coûts estimés - un million de francs de l'époque - firent abandonner cette idée. Le plan fut définitivement "mis aux oubliettes" en 1921. Définitivement ? Voire... Il n'y a pas très longtemps, plusieurs projets en vue de retrouver d'autres squelettes virent le jour.

Christian Moriamé : <http://home.scarlet.be/~tsc87009/bernissart/bernissart.htm>

A la fin du secondaire, les espèces subissent de **lourdes pertes**. Mais celles-ci ne sont pas « uniformes ». Les groupes peuplant les lacs, les rivières ou leur proximité comme les poissons d'eau douce et les batraciens ont bien résisté. Les espèces marines ont, par contre, subi de lourdes pertes. Les tortues, les lézards, les serpents, les insectes et certains de leurs prédateurs comme les petits mammifères insectivores se sont bien maintenus. Cette extinction à « double vitesse » exclut l'éventualité d'un cataclysme très violent, comme les incendies et les pollutions massives. On devrait plutôt raisonner en termes de « chaînes alimentaires ». Par exemple, si l'on part de l'extinction de végétaux évolués, les dinosaures herbivores et leurs prédateurs directs, carnivores, furent parmi les principales victimes.

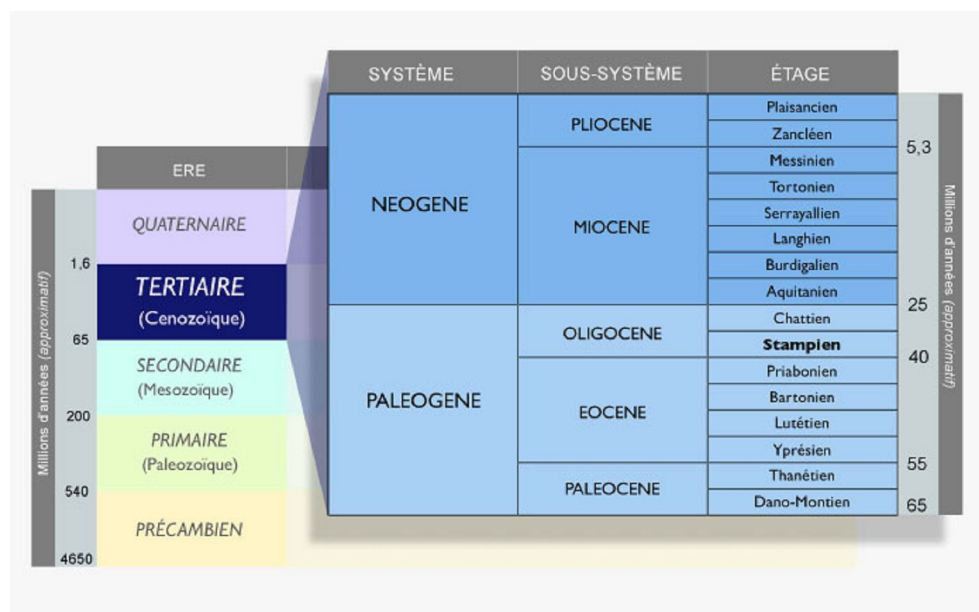
La chaîne alimentaire des petits détritiques organiques semble avoir été préservée. On dispose de preuves d'une crise, notamment, des plantes à fleurs (angiospermes) et du plancton végétal marin. Serait-ce là le signe d'un voile de poussières atmosphériques privant la croûte terrestre d'une partie du rayonnement solaire pendant plusieurs années, bloquant la photosynthèse, rompant les chaînes alimentaires basées sur les végétaux ?

Or, on a mis en évidence, à la frontière entre le secondaire et le tertiaire, des couches de poussières argileuses contenant une quantité élevée d'iridium, proche du platine et surtout présent à l'intérieur de la Terre et dans les matières interstellaires. D'où deux scénarios : des volcans auraient craché ces poussières dans l'atmosphère ou la célèbre **météorite** tombée dans le Yucatan (Mexique).

Donc, pour ce qui est des végétaux, l'ère secondaire voit surtout se développer les conifères ou gymnospermes. Au crétacé, les arbres feuillus ou angiospermes sont de plus en plus nombreux (peupliers, chênes, hêtres, bouleaux...).

L'ère Tertiaire ou Cénozoïque (- 65 Ma à - 1,8 Ma)

L'ère tertiaire est subdivisée en deux grandes périodes, le Paléogène et le Néogène, elles-mêmes subdivisées.



http://www.savoirs.essonne.fr/fileadmin/bds/MEDIA/la_vie/paleontologie/memoire_sables/paleont_o_vayres4.jpg

Le début de l'ère tertiaire est marquée par l'apparition d'un fossile : le **nummulite** (aggloméré comme des pièces de monnaie). Sur les continents, les arbres gymnospermes ou résineux dominent toujours.



<http://images.google.be/imgres?imgurl=http://strombus.free.fr/fossiles/nummulite%252>

L'Inde s'est séparée de l'Afrique et vint buter contre l'Asie ce qui eut pour effet la naissance de la chaîne de l'Himalaya. L'Atlantique poursuit son ouverture. Le **plissement alpin** atteint son apogée.



La vallée de Zinal – Alpes suisses
Photo : B. Sottiaux

Dans nos régions, des couches de sable, parfois épaisses, recouvrent la roche sous-jacente.

Les **mammifères** se développent et se spécialisent ; les grands herbivores se développent en même temps que les graminées. Les **singes** et les premiers hommes, bipèdes et habiles de leurs mains, sont connus en Afrique vers 7 millions d'années.

PALEOGENE

Paléocène (- 65 Ma à – 55 Ma)

Le Paléocène - du grec « palaios » (ancien) et « kainos » (récent) - débute par une crise biologique à la fin du crétacé dont la cause pourrait être une météorite, une intense activité volcanique ou encore une régression marine associée à un refroidissement global. En conséquence, les **dinosaures** mais également d'autres grands reptiles mais aussi les **ammonites** et les **bélemnites disparaissent**. Tortues, crocodiles, lézards, serpents et oiseaux se maintiennent et évoluent. Les mammifères vont se diversifier et évoluer eux-aussi.



Bélemnite

Rostre de bélemnite (fossile)

Quant aux insectes, ils sont peu affectés par la crise biologique. 22 nouveaux ordres de mammifères vont se former durant les 10 millions d'années que dure le paléocène (marsupiaux, lémuriens, ancêtres des animaux à sabots...).

Les **angiospermes**, arbres à feuilles caduques, se développent de même que les **premières graminées** (Poaceae).

La collision entre la plaque eurasiennne et africaine a commencé. La mer Téthys entame sa fermeture. Le niveau marin est haut ; presque toute l'Europe est submergée. Un climat subtropical règne dans de nombreuses régions. Une **flore tropicale** s'étend jusqu'à 50° de latitude (position approximative de l'actuelle Belgique). A la fin du paléocène, le climat devient encore plus chaud.

Eocène (- 55 Ma à – 40 Ma)

Le nom **Eocène** provient du grec « eos » (aube) et « kainos » (nouveau) qui est une référence aux nouvelles espèces de mammifères apparaissant durant cette époque.

En Europe, la mer Téthys finit de disparaître tandis que la **montée des Alpes** isole ses derniers restes sous la forme de la mer Méditerranée. Une mer peu profonde couvre l'Europe du Nord. Bien que l'Atlantique Nord continue de s'ouvrir, une connexion entre l'Europe et l'Amérique du Nord existe, leur faune restant très similaire.

Au début de l'Éocène, les températures élevées et les océans chauds, dans lesquels les poissons abondent, créent un environnement humide et doux avec des forêts s'étendant d'un pôle à l'autre. Hormis dans quelques déserts arides, les forêts sont dominantes sur les terres. Un **refroidissement** conduit ensuite à l'expansion des arbres à feuilles caduques. Plus résistants au changement de température, ces feuillus repoussent les plantes sempervirentes (toujours vertes - les résineux) plus au nord.

En raison de leur rayonnement entre l'Europe et l'Amérique du Nord, les deux groupes d'ongulés (Artiodactyles – doigts pairs dont chameaux et bovins et Périssodactyles - doigts impairs : chevaux, tapirs, rhinocéros) sont devenus dominants.

D'autres formes de mammifères sont aussi apparues : chauve-souris, proboscidiens (éléphants), rongeurs et primates.

Oligocène (- 40 Ma à – 25 Ma)

Le début de l'**Oligocène** - du grec « oligos » (peu) et « kainos » (récent) - est marqué par :

- Une **extinction massive** qui est peut être liée à l'impact d'une météorite dans la baie de Chesapeake aux États-Unis et/ou un autre impact en Sibérie ;
- Un **refroidissement** général, une aridité croissante et le développement des habitats ouverts de type savane.

La dérive des continents continue à les rapprocher de leurs positions actuelles. L'Amérique du Sud et l'Antarctique se séparent. La plaque africaine a continué sa poussée vers le nord isolant les restes de Téthys et formant la Méditerranée ; les Alpes sont aussi le résultat de cette collision.

Les Angiospermes continuent encore et toujours leur expansion. De nombreuses forêts tropicales et inter-tropicales sont donc remplacées par des **forêts tempérées d'arbres à feuilles caduques**.

Ces modifications de l'environnement affectent directement les faunes particulièrement dans l'hémisphère Nord. L'Europe connaît une extinction massive et un flux d'animaux d'origine asiatique. S'en suit une radiation évolutive (une espèce donne de nombreuses autres espèces) comme, par exemple, les mammifères herbivores. Les premiers éléphants à trompe font leur apparition. Les reptiles restent abondants. Les serpents et les lézards se diversifient.

NEOGENE

Miocène (- 25 Ma à – 5,3 Ma)

Le **Miocène** a été nommé de la sorte par Charles Lyell à partir du grec « meion » : moins et « kainos » : nouveau, « *moins récent* » car cette période comporte moins d'invertébrés marins modernes que le Pliocène.

Les continents ont poursuivi leur mise en place. La principale différence avec la géographie actuelle est la séparation de l'Amérique du Nord avec l'Amérique du Sud. L'Amérique du Sud se rapproche de la zone de subduction ouest de l'océan Pacifique provoquant l'élévation de la cordillère des Andes (voir tectonique des plaques).

La plaque indienne continue sa collision avec l'Asie ; l'Himalaya continue son élévation, processus encore en cours de nos jours. La mer Téthys finit de disparaître pour laisser la place à la Méditerranée.

Vers la fin du Miocène, le détroit de Gibraltar se ferme et la Méditerranée s'assèche, épisode qui marque la crise de salinité messinienne (forte augmentation de la salinité de la mer). Cet épisode se termine au début du Pliocène par l'ouverture de ce même détroit de Gibraltar.

Le climat devient plus sec ; la température baisse et l'humidité de l'air diminue.

Les forêts tropicales africaines régressent en laissant la place à des **savanes** ; les graminées se diversifient.

Les faunes marine et terrestre sont quasiment modernes bien que les mammifères marins soient moins nombreux qu'actuellement. On peut reconnaître des loups, chevaux, castors, cerfs, chameaux, corbeaux, canards, hiboux et des baleines.

Presque toutes les familles d'oiseaux existent à la fin du Miocène.

C'est durant cette période que la **lignée humaine** et la lignée des chimpanzés et autres grands singes se séparent. Le plus ancien fossile de la lignée humaine, le fossile Toumaï (*Sahelanthropus tchadensis*), est daté d'environ 7 millions d'années. La classification de Toumaï comme ancêtre de la lignée humaine ne fait pas l'unanimité chez les spécialistes. Dans ce cas, Toumaï serait seulement très proche de la séparation de la lignée des grands singes actuels et des hominés sans être un ancêtre de l'homme moderne.

Pliocène (- 5,3 Ma à - 1,8 Ma)

Le **Pliocène** a été nommé par Charles Lyell à partir du grec « pleion » : plus et « kainos » : nouveau, « *plus récent* » en référence aux mammifères déjà essentiellement modernes.

Les bornes du Pliocène ne sont pas identifiées à un événement global mais plutôt au refroidissement continu depuis l'Oligocène. La borne supérieure avait été située pour marquer le début des glaciations du Pléistocène mais est maintenant considérée comme trop récente, les dates des premières glaciations ayant été reculées depuis.

Au début du Pliocène, les continents se situaient à moins de 250 km de leur position actuelle. A la fin : à moins de 70 km !!!!

Le principal changement est la connexion de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud ce qui entraîne un « mélange » des faunes respectives de ces continents. La formation de cet isthme de Panama (étroite bande au milieu de l'océan qui réunit deux surfaces terrestres) entraîne la disparition des courants équatoriaux chauds et ainsi un cycle de refroidissement de l'Atlantique. Le climat devient globalement plus froid et sec mais avec des cycles plus chauds entre 3,2 Ma et 2,0 Ma.



Isthme de Panama

<http://www.statistiques-mondiales.com/cartes/panama2.jpg>

La collision de la plaque africaine et de l'Europe se poursuit et les Alpes continuent toujours leur orogénèse (formation).

Les forêts tropicales continuent de se réduire et n'occupent plus qu'une étroite bande autour de l'équateur, laissant la place à des savanes. Les graminées conquièrent désormais tous les continents. Les forêts tempérées d'arbres à feuilles caduques s'étendent aux latitudes moyennes. Les conifères et la toundra couvrent les latitudes élevées de l'hémisphère nord ; l'Antarctique devient un désert glacé.



*Forêt boréale de conifères
Photo : B. Sottiaux*

Les faunes marines et terrestres sont quasiment modernes bien qu'un peu plus primitives. Les herbivores deviennent plus grands ainsi que leurs prédateurs.

L'ère Quaternaire (à partir de – 1,8 Ma)

Cette ère vit l'apparition de l'homme sur terre. Pour le géologue, cette ère n'a guère de sens (ère anthropocentrique et non géologique).

Elle se marqua par les grandes **glaciations** entrecoupées de périodes de réchauffement. Un énorme glacier, l'Inlandsis, occupait l'Europe du nord jusqu'en Hollande. Il aura une influence prépondérante dans la formation de nos paysages.

Les limons nivéo-éoliens (qui proviennent du glacier et qui sont transportés par le vent) recouvrent nos sols ; ce sont eux qui sont responsables de la grande fertilité des terres de Hesbaye.

Elle se subdivise en :

Pléistocène (- 1, 8 Ma à – 10. 000 ans)

Le **Pléistocène** (du grec « *pleistos* » : nombreux et « *kainos* » : récent).

Lors de sa dénomination (création), le Pléistocène couvrait toutes les récentes glaciations connues.

Le climat est caractérisé par des **cycles de glaciation** pendant lesquels des glaciers continentaux sont descendus jusqu'au 40^{ème} parallèle (environ à la latitude de Madrid en Espagne). Quatre glaciations majeures ont été identifiées, séparées par des périodes interglaciaires : Günz, Mindel, Riss et Würm.

Dans l'hémisphère nord, de nombreux glaciers fusionnent pour former des glaciers continentaux ou Inlandsis. L'Inlandsis scandinave s'étend jusqu'en Grande-Bretagne.

Les faunes marines et continentales étaient essentiellement modernes. Plusieurs espèces de grands mammifères telles que les mammoths, les mastodontes et les tigres à dents de sabre ont disparu durant cette période. La responsabilité de l'homme préhistorique est mise en évidence car leurs armes d'époque ont été découvertes emprisonnées dans les ossements.

Holocène (à partir de – 10.000 ans)

L'**Holocène** est la dernière époque géologique s'étendant sur les 10.000 dernières années.

Il s'agit d'un « interglaciaire » : période chaude qui suit le dernier « glaciaire » du Pléistocène.

La remontée du niveau des océans (amorcée à la fin du « glaciaire » à environ - 100 mètres avec le début de la fonte de l'Inlandsis de l'hémisphère nord) s'est poursuivie, depuis environ - 35 mètres, jusqu'au niveau actuel, atteint il y a environ 6.000 ans. Les Inlandsis finissent de fondre et les terres situées dessous ou à leur marge, libérées du poids de la glace, remontent (isostasie). Conjointement au réchauffement, faune et flore tempérées reconquièrent les moyennes et les hautes latitudes et les écosystèmes de climats froids sont isolés dans des niches écologiques.

Des changements climatiques importants se produisent. La température s'élève notablement. Les précipitations augmentent en zone tropicale entraînant une diminution des zones désertiques. Les zones habitables se décalent vers le Nord alors que le niveau marin remonte, isolant par exemple les îles britanniques du continent européen. Il y a 8.000 ans, le Sahara se couvre de végétation et de multiples lacs s'y créent.

Les troupeaux de grands herbivores quittent les zones tropicales où les forêts s'étendent pour se diriger vers les savanes apparues dans les déserts du Nord et du Sud. Ils sont suivis par une population humaine de chasseurs-cueilleurs qui laissent des peintures et des gravures rupestres dans le Sahara. Le retour ultérieur du désert, entre – 3.000 et - 1.000, contraint cette population à migrer sur les rives du Nil, donnant naissance à la civilisation égyptienne.

La faune et la flore ne semblent pas avoir significativement évolué mais la répartition des espèces a été fortement modifiée (remontées vers le nord des biomes et des biocénoses – voir cours d'écologie). Cette époque est également marquée par une rapide et importante vague d'extinctions d'espèces de grands mammifères dans l'hémisphère nord et en Australie.

En Eurasie (Europe et Asie), contrairement à l'Amérique, l'Australie, la Nouvelle-Guinée ou l'Océanie, l'extinction de l'holocène fut limitée. Il est probable que la plupart des grands mammifères avaient évolué en même temps que l'homme devenait un prédateur redoutable ; la sélection conservant ceux qui se méfiaient le plus du bipède. Les exceptions notables furent les disparitions du mammouth laineux, du rhinocéros laineux, du lion des cavernes et de l'ours des cavernes.



Illustration du lion des cavernes

<http://www.kidadoweb.com/histoire-enfants/prehistoire-enfants/images/animaux/lion-caverne.jpg>