



MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
ACTION PÉDAGOGIQUE ET CULTURELLE DÉPARTEMENT DES GALERIES

Parcours de visite de la Galerie de Paléontologie



Bref historique de la Paléontologie

Cénozoïque Ères Tertiaire et Quaternaire	Quaternaire	- 1,8 Ma
	Néogène	- 23 Ma
	Paléogène	- 65,5 Ma
Mésozoïque Ère Secondaire	Crétacé	- 145,5 Ma
	Jurassique	- 200 Ma
	Trias	- 251 Ma
Paléozoïque Ère Primaire	Permien	- 299 Ma
	Carbonifère	- 359 Ma
	Dévonien	- 416 Ma
	Silurien	- 444 Ma
	Ordovicien	- 488 Ma
	Cambrien	- 542 Ma

De tout temps, les fossiles ont intéressé et intrigué l'être humain. Néanmoins, ce n'est que depuis le XVII^e siècle qu'ils sont considérés comme les témoins de formes de vies ayant existé dans le passé. En effet, jusqu'à la Renaissance perdure l'idée que les fossiles sont façonnés à partir des roches. Néanmoins, Léonard de Vinci et Bernard Palissy, au XVI^e siècle, avaient déjà compris le processus de fossilisation. **Au XVII^e siècle, Nicolas Sténon** établit les bases de la stratigraphie (étude des couches de roches). Au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, les fossiles sont considérés comme les restes d'organismes ayant subi le déluge (théorie diluviale). Contredire cette théorie revenait à blasphémer, ce qui a longtemps retardé les progrès scientifiques.

Buffon, naturaliste du XVIII^e, améliore de par ses recherches la compréhension des phénomènes géologiques (action de la mer, changements des climats, position des continents, extinction des espèces) et propose un âge de la Terre beaucoup plus ancien que celui, considéré à l'époque d'après la bible, d'environ 6000 ans (l'origine de la Terre remonterait au 10 octobre 4004 avant J-C.). Il propose un âge de plus de 100 000 ans (il ira jusqu'à évoquer un âge de plusieurs millions d'années mais, sous la pression de l'Église, devra revenir à un âge plus faible).

En 1735, Linné établit un système de nomenclature des animaux et des végétaux (la nomenclature binominale ; ex : *Homo sapiens*) indispensable à toute approche scientifique et toujours utilisée aujourd'hui.

Vers la fin du XVIII^e et au cours du XIX^e, l'étude de l'évolution biologique devient la préoccupation majeure de la paléontologie et diverses théories se succèdent et parfois s'opposent. C'est l'époque de Cuvier, Lamarck, d'Orbigny, Darwin, Mantell (il découvrit le premier fossile de dinosaure), Owen (qui créa le mot dinosaure)...

Cuvier occupe la chaire d'Anatomie comparée **en 1802**. Il applique ses connaissances et ses idées sur l'anatomie des vertébrés actuels aux vertébrés fossiles. Cette méthode permet de reconstituer les animaux disparus. Ainsi se développe l'étude de la zoologie du passé, ou paléontologie.

Pour Cuvier, les faunes se succèdent, chacune remplaçant une autre précédemment apparue puis disparue. **Lamarck (en 1809)** oppose une autre théorie : la continuité et la transformation des espèces. La grande idée de l'évolution est née.

50 ans plus tard, **Darwin** explique le mécanisme qui selon lui gouverne l'évolution : la sélection naturelle.

La première chaire de paléontologie, créée en 1853, est attribuée à **d'Orbigny**, père de la micropaléontologie.

Gaudry contribue à la diffusion des idées évolutionnistes et paléontologiques par ses ouvrages et la conception de la galerie de paléontologie inaugurée en 1898. Son architecture métallique, due à l'**architecte Dutert**, est caractéristique de la fin du XIX^e siècle. Pour Gaudry, la galerie devait

être suffisamment longue (elle devait avoir le triple de sa longueur actuelle mais ne sera jamais prolongée) pour que le public puisse suivre dans ses grandes lignes les étapes de l'évolution du monde vivant illustrée par des squelettes fossiles complets ou non. Actuellement au premier étage sont regroupés les vertébrés et au balcon du deuxième étage les "invertébrés".

En ne sélectionnant que quelques pièces d'intérêt muséologique ou scientifique majeur, Albert Gaudry au XIX^e siècle avait un but précis : donner aux visiteurs une représentation simplifiée et claire de l'évolution du vivant.

Histoire de la Galerie d'Anatomie comparée et de Paléontologie

Inaugurée en 1898, cette galerie a vu le jour grâce aux efforts des professeurs Albert Gaudry, Georges Pouchet et Ernest-Théodore Hamy occupant respectivement les chaires de paléontologie, d'anatomie comparée et d'anthropologie et préhistoire.

Les collections d'anatomie comparée étaient auparavant en partie présentées dans un bâtiment dit "de la baleine", le long de la rue Cuvier. Gaudry obtint l'autorisation d'occuper provisoirement deux salles dans ce bâtiment pour y regrouper les spécimens fossiles qui, jusqu'alors étaient dispersés dans divers laboratoires, l'étude des fossiles n'étant pas dissociée de celle des organismes actuels. Mais le grand projet de ces scientifiques était de regrouper toutes ces collections dans un même lieu, l'actuelle Galerie d'Anatomie comparée et de Paléontologie. Si Pouchet innova en présentant **le troupeau de squelettes de grands mammifères** et en créant le "**Cetaceum**", Gaudry fut encore plus novateur en concevant une **exposition thématique** qui mettait en scène le concept d'évolution à l'aide de **spécimens choisis** (contrairement à la Galerie de zoologie, actuelle Grande Galerie de l'Évolution, inaugurée 10 ans plus tôt). En effet, cette galerie est l'une des premières au monde à ne plus présenter l'intégralité des collections, mais à opérer une sélection agencée selon une trame narrative, comme cela s'est ensuite fait dans la plupart des musées. Gaudry voulait offrir aux visiteurs la possibilité de **découvrir "les enchaînements du monde animal"** en se promenant à travers "**le troupeau de l'évolution**", dans une grande nef sans rupture architecturale.

Le bâtiment est l'œuvre de l'architecte **Ferdinand Dutert**. L'architecture à poutres métalliques apparentes, reflet du style de l'époque cher à Eiffel, est en parfaite résonance avec les centaines de squelettes, actuels ou fossiles. Les escaliers illustrent bien la mode des décors floraux en fonte de cette période et quantité de petits animaux sculptés sur la maçonnerie semblent épier le visiteur.

Si la galerie d'anatomie comparée a peu changé, celle de paléontologie a subi au fil des années des **réorganisations** du fait de l'augmentation des collections et de l'arrivée de nouveaux spécimens, notamment celle du diplodocus en 1908. Les spécimens appartenant aux collections d'anthropologie et de préhistoire, initialement exposés sur le balcon situé au 3^e niveau, furent transférés en 1937 au **Musée d'Ethnographie du Trocadéro**, devenu peu après le **Musée de l'Homme**, partie intégrante du Muséum. L'espace ainsi libéré présente actuellement les spécimens d'invertébrés fossiles. Dans les années 50, le manque de place s'est cruellement fait sentir et il a fallu aménager la partie inférieure des vitrines avec des tiroirs métalliques et utiliser les socles de chêne pour ranger une partie des collections.

En 1998, pour le centenaire de la Galerie, certaines vitrines ont été réagencées, tant en anatomie qu'en paléontologie, préfigurant ainsi ce que pourrait être l'ensemble de la galerie une fois rénovée. **Ce projet de rénovation** est donc à l'étude, avec un principe directeur : insérer un discours scientifique contemporain accessible au public sans altérer l'esprit du lieu cher aux visiteurs et aux chercheurs.

Fossilisation

● Qu'est-ce qu'un fossile ?

Le mot "fossile" vient du latin *fossilis* : "extrait de la terre".

Un fossile est un **reste, une empreinte ou une trace d'activité d'un organisme animal ou végétal (ou de parties d'un organisme) ayant vécu dans le passé.**

● Qu'est ce que la fossilisation ?

La fossilisation est un **phénomène rare** ! Pour qu'il y ait fossilisation, les organismes ou les traces de leur activité (pistes, terriers, actions de prédatons, excréments...) doivent être **recouverts rapidement** par un sédiment, principalement en milieu aquatique, afin d'être **préservés de l'action d'agents de destruction** (prédation, abrasion, dissolution, piétinement, transport...).

La fossilisation concerne surtout les parties dures comme les os, les dents, les coquilles, car ces structures sont minéralisées et donc plus résistantes que les tissus mous, comme la peau, les muscles ou les tendons, qui se décomposent plus rapidement. Néanmoins, les parties molles, ou leur empreinte, peuvent être conservées dans le cas de fossilisations exceptionnelles.

Comme certains organismes se fossilisent bien mieux que d'autres, la diversité fossile ne reflète pas fidèlement la diversité passée.

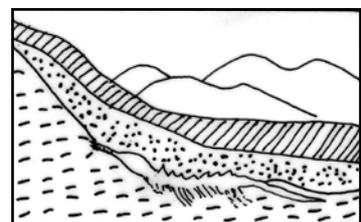
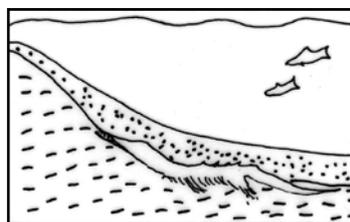
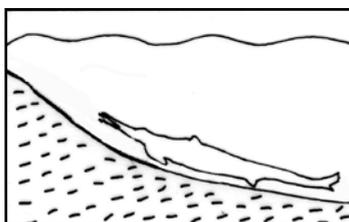
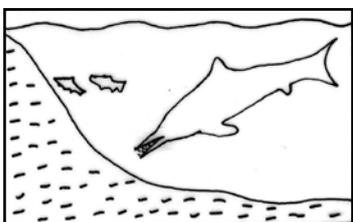
La fossilisation correspond généralement à un ensemble de **transformations physico-chimiques** au cours desquelles, par échange d'éléments chimiques avec l'environnement, **les restes de l'organisme se minéralisent**. Ce n'est pas le cas pour certains types de fossilisation particuliers tels que la conservation d'insectes dans l'ambre ou de mammouths dans la glace.

Lorsque la fossilisation a eu lieu, il faut ensuite que le fossile soit découvert. Pour cela, **il faut que la roche qui le renferme affleure**. Si la roche était en profondeur, elle peut ensuite affleurer soit **par érosion** des roches qui la recouvraient, soit grâce à **des mouvements tectoniques**. Il faut ensuite que le paléontologue vienne **fouiller** cette roche. Une fois le fossile repéré, celui-ci doit être **dégagé** (grossièrement sur place et de manière plus fine au laboratoire) **et identifié**.

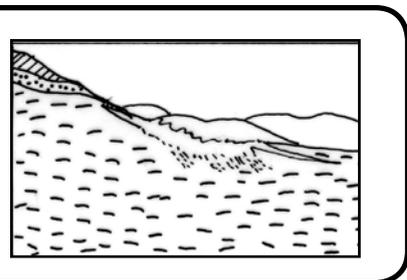
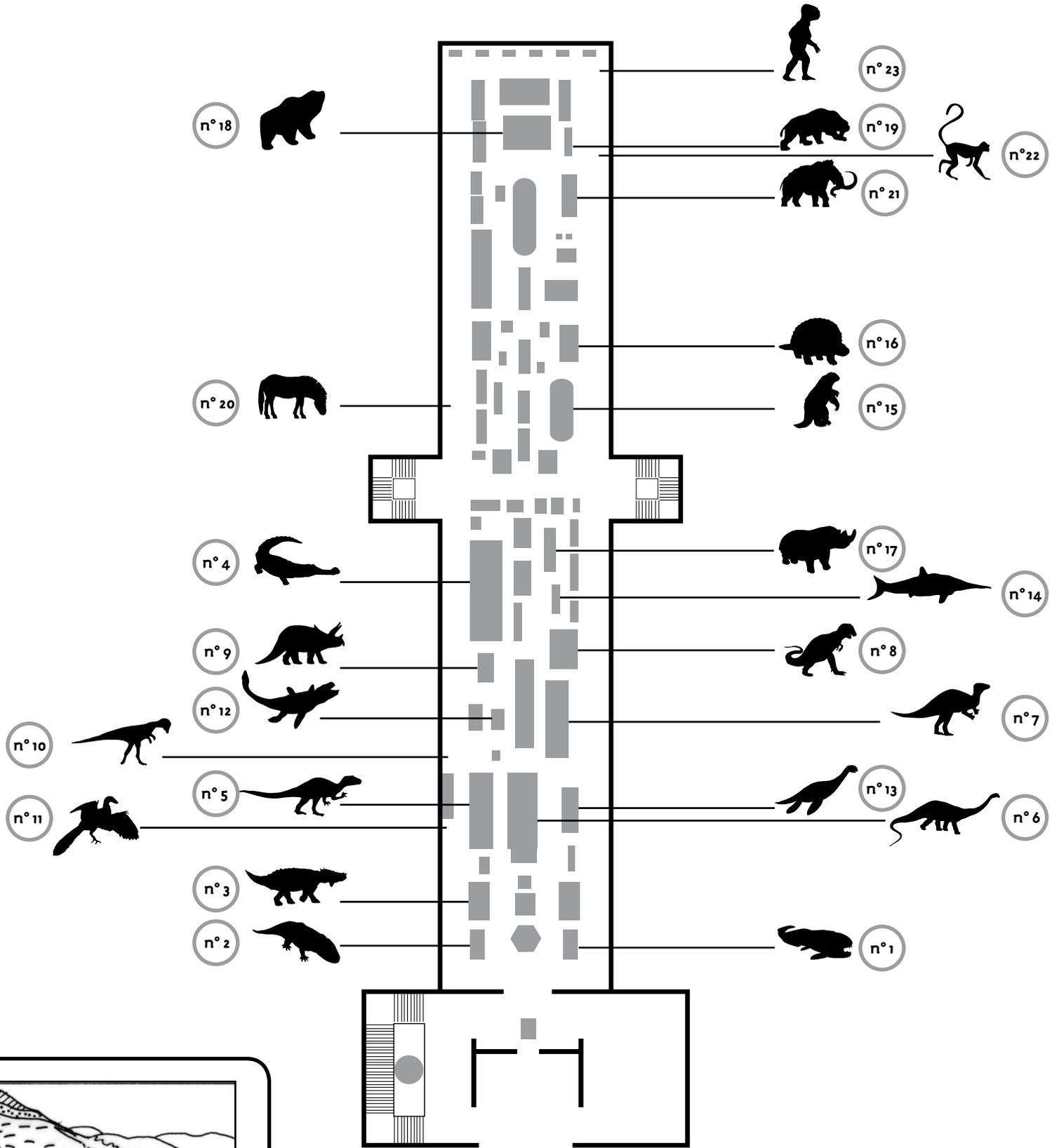
La science qui étudie les fossiles, les relations de parenté entre les groupes fossiles, leur milieu de vie, et leur évolution est la **paléontologie**.

Les fossiles sont très rarement retrouvés entiers avec toutes les pièces anatomiques en connexion. Plusieurs spécimens dans la galerie illustrent l'état dans lequel les fossiles sont découverts (N°8, N°12).

Processus de fossilisation



1^{er} étage : la galerie des Vertébrés

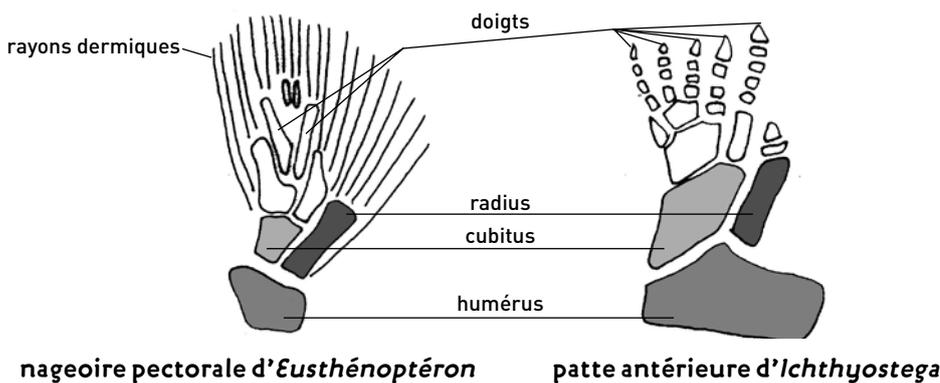


● La diversification des vertébrés dans les eaux de l'ère primaire

Les principaux groupes de "poissons" primitifs sont apparus vers la limite entre **l'Ordovicien et le Silurien** (entre - 445 et - 415 millions d'années) mais ils ne sont vraiment devenus abondants qu'au Dévonien (à partir de - 410 millions d'années). Au cours de l'ère primaire se diversifient les "**poissons**" sans mâchoires dont le corps est plus ou moins recouvert de plaques lui servant d'armure : **hétérostracés, osteostracés, anaspides...** (vitrine 8) Les **placodermes** (ex : *Dunkleosteus*), très diversifiés au Dévonien, constituent le groupe le plus primitif de "poissons" à mâchoires. Il est probable que l'apparition et la diversification des "poissons" à mâchoires ait limité l'expansion des "poissons" sans mâchoires dont les seuls représentants actuels sont les lamproies et les myxines.

Au sein de ces groupes de vertébrés, se distingue un type particulier de "poissons" : les **sarcoptérygiens**. Ils sont caractérisés par leur nageoire lobée à articulation monobasale, ce qui signifie que la nageoire s'articule sur la ceinture (reliant le membre à la colonne vertébrale) par un seul os. C'est à partir de ce type de nageoire que s'est développé le membre des tétrapodes qui font donc partie des sarcoptérygiens. Les autres sarcoptérygiens actuels sont les dipneustes et le coelacanthe (vitrine 32).

De la nageoire monobasale à la patte de tétrapode



Comment utiliser le terme "poissons" ?

Les "poissons" ne correspondent pas à ce que l'on appelle un **groupe monophylétique**, c'est-à-dire un groupe qui rassemble un ancêtre et l'ensemble de ses descendants. Ce terme est davantage utilisé pour décrire un **type de morphologie**. Il est donc **utile** pour l'homme, mais **n'a pas de sens en biologie**.

On regroupe généralement sous le terme "poisson" tous les groupes fossiles présentant une morphologie de type "poisson" (forme hydrodynamique, nageoires...). Actuellement, cela regroupe les chondrichthyens ("poissons" cartilagineux : raies, requins...) et les osteichthyens ("poissons" osseux) qui comprennent les sarcoptérygiens à nageoire monobasale (sauf tétrapodes) et les actinoptérygiens à nageoire rayonnée.



Dunkleosteus terelli
Placoderme - Arthrodire

n° 1

Ce **placoderme** vivait au **Dévonien**, entre -415 et -360 millions d'années. Sa tête et la partie antérieure de son **tronc** étaient recouvertes d'un **bouclier osseux**. Ce carnivore ne possédait pas de dents mais 2 paires de plaques osseuses acérées formant un bec très puissant pouvant découper et broyer. Les scientifiques considèrent que sa morsure était plus puissante que celle du grand requin blanc. Pouvant atteindre 10 m de long, c'était sûrement le plus grand prédateur marin de cette époque.

● La sortie des eaux et la conquête des terres émergées

La vie est apparue dans les mers il y a environ 3,8 milliards d'années **et s'est diversifiée uniquement en milieu marin jusqu'au Silurien** (vers -430 millions d'années). Les premières formes qui colonisent la terre ferme sont des **végétaux** (mousses, prêles, fougères...) puis différents groupes d'"**invertébrés**" et les **amphibiens**. La "sortie des eaux" ne s'est pas faite en une seule fois mais successivement pendant plus d'une centaine de millions d'années chez différents groupes.

Les organismes doivent être adaptés à des **contraintes nouvelles** : **la pesanteur** (beaucoup plus importante sur terre que dans l'eau), **la déshydratation...** et adapter leurs modes de **respiration, reproduction, locomotion...**

Au **Dévonien, vers -375 millions d'années**, certains **tétrapodes** aquatiques ont déjà acquis des **membres** à 5 doigts ou plus (jusqu'à 7 chez *Ichthyostega*, 8 chez *Acanthostega*). Ces membres servaient à faciliter leurs déplacements dans des environnements aquatiques peu profonds et encombrés de débris végétaux mais n'étaient pas assez robustes pour permettre leur soutien sur terre. Quelques dizaines de millions d'années plus tard, au Carbonifère, ces membres permettent l'émergence des **premiers tétrapodes terrestres**. Ils sont cependant encore dépendants du milieu aquatique, notamment pour la reproduction. Ce n'est plus le cas pour **les amniotes** ("reptiles", mammifères et oiseaux) qui acquièrent l'œuf amniotique. Cet œuf possède une coquille semi-perméable qui enveloppe des réserves alimentaires suffisantes pour permettre à l'embryon de se développer avant l'éclosion. Cette acquisition permet aux amniotes de **se libérer du milieu aquatique et de coloniser de nombreux milieux** auparavant inaccessibles aux vertébrés, ce qui entraîne leur très rapide diversification.



n°2

Eryops megacephalus Amphibien – Temnospondyle

Cet **amphibien semi-aquatique** vécut entre le Carbonifère supérieur et la fin du Permien (entre -320 et -250 millions d'années) en Amérique du Nord. Pouvant mesurer jusqu'à 2 m de long, il faisait partie des plus grands animaux terrestres de cette époque.

Il conservait des **caractères ancestraux de "poisson"** (yeux et narines situés sur le haut du crâne, crâne plat, queue facilitant la nage...) mais avait également acquis de nombreux **caractères lui permettant de supporter le poids de son corps sur terre** (membres courts et massifs, colonne vertébrale renforcée...). Il était sans doute **à la fois affranchi et tributaire du milieu aquatique** (ponte des œufs). Ses membres lui permettaient de se soutenir sur terre, même si sa locomotion dans ce milieu devait être très maladroite.

Il devait se nourrir de "poissons" et d'"invertébrés" terrestres.

Pourquoi la sortie des eaux ne s'est-elle pas produite avant ?

À l'origine, **l'atmosphère terrestre primitive** était très **chargée en gaz carbonique, méthane...** mais **dépourvue d'oxygène**. De plus, les **rayonnements ultraviolets** étaient bien plus importants du fait de l'absence de couche d'ozone.

Dès -2,5 milliards d'années, les **cyanobactéries** étaient abondantes. Par **photosynthèse**, elles ont produit de l'oxygène et ont progressivement transformé l'atmosphère originelle. L'augmentation du niveau d'oxygène dans l'atmosphère a également favorisé la **constitution d'une couche d'ozone** assez épaisse pour filtrer les radiations les plus nocives. Dans ces conditions, la vie devenait possible sur terre !

Quelques adaptations

→ Chez les plantes :

- développement d'une cuticule les protégeant des radiations solaires et limitant la perte d'eau par évaporation,
- apparition de lignine améliorant le soutien
- mise en place d'un système de conduction interne (pour nutrition des parties supérieures)
- extension du système des racines (pour ancrage et alimentation)
- modification du système de reproduction
- spores dispersées par le vent, par des insectes...
- il y a un peu plus de 300 millions d'années, l'avènement de la graine chez les Conifères permet aux végétaux de s'affranchir pour leur reproduction du milieu aquatique.

→ Chez les tétrapodes :

- protection contre la perte d'eau (peau, écailles) et isolation thermique (plumes, poils)
- renforcement des membres et de la colonne vertébrale pour supporter le poids du corps
- renforcements musculaires pour soutenir la tête et les viscères
- modification des organes des sens (ouïe, odorat, vue)
- nouveaux modes de respiration (cutanée, pulmonaire)
- reproduction : apparition de l'œuf amniotique qui possède sa propre réserve d'eau et où l'embryon est protégé dans une coquille
- incubation interne dans le ventre maternel chez les mammifères



n°3

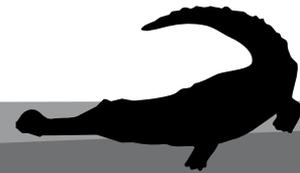
Pareiasaurus baini Sauropside - Procolophonomorpe

Ce "reptile" primitif vivait au Permien, entre -275 et -250 millions d'années. Les membres de ce lourd quadrupède étaient très trapus, et permettaient donc l'insertion de muscles puissants. Il se déplaçait en posture semi-érigée (comme les crocodiles).

Son crâne massif était orné de crêtes et de bosses et son corps recouvert d'ostéodermes (plaques osseuses situées à l'intérieur de la peau). Cet herbivore devait se nourrir de plantes aquatiques en milieu marécageux.

Comment utiliser le terme "reptile" ?

Le terme "reptile" est communément utilisé pour désigner des **amniotes** (vertébrés qui possèdent un sac amniotique protégeant l'embryon), **dont le corps est recouvert d'écailles**. Or ce groupe ne correspond pas à un groupe monophylétique (voir "Comment utiliser le terme "poissons" ?") car certains "reptiles" se sont diversifiés en **mammifères** et d'autres en **oiseaux**, animaux que nous n'englobons pas sous le terme "reptiles". Il s'agit donc à nouveau d'un **terme utile pour l'homme** mais n'ayant **pas de sens en biologie**.



n°4

Sarcosuchus imperator Crocodyliformes - Neosuchien

Sarcosuchus vivait au Crétacé inférieur (entre -135 et -96 millions d'années) en Afrique. Ces crocodyliens étaient **gigantesques**. Ils pouvaient atteindre 12 m de long.

Leur long museau était étroit sauf au niveau de son extrémité fortement élargie, comme chez les gavials actuels, qui pouvait avoir un rôle olfactif ou de communication. Les mâchoires portaient plus d'une centaine de dents coniques qui leur servaient à saisir et maintenir leurs proies.

Leur corps était recouvert de plaques dermiques osseuses pouvant mesurer jusqu'à 30 cm de long, qui servaient **d'armure protectrice**. Ils devaient vivre immergés en bordure de cours d'eau et se nourrir de "poissons" et tortues, mais sûrement aussi de dinosaures et autres animaux terrestres.

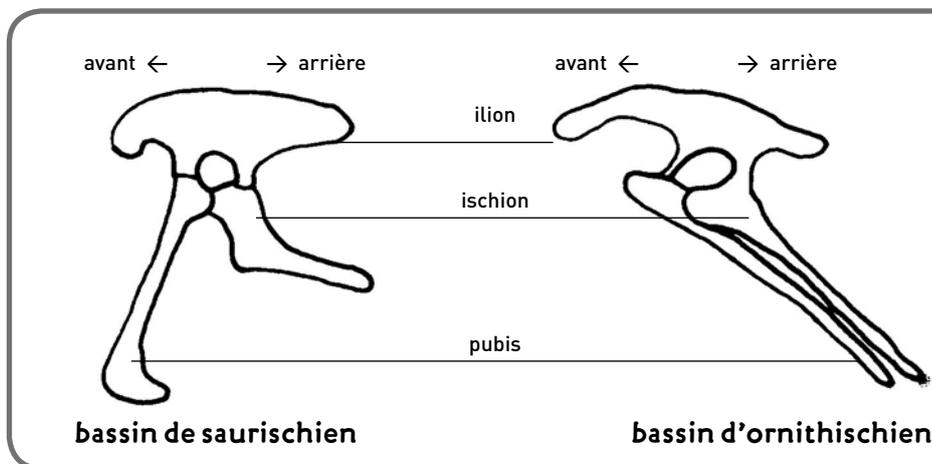
● Les dinosaures

Les dinosaures, ou “lézards terribles” sont apparus au cours du Trias, il y a environ **230 millions d’années** et ont dominé les faunes terrestres jusqu’à leur “extinction” à la fin de l’ère secondaire, il y a **65 millions d’années**. Au Trias, les continents sont encore tous rassemblés en un supercontinent (la Pangée), ce qui permet à ce groupe de se diversifier sur l’ensemble des continents. Les premiers dinosaures sont de petits carnivores bipèdes. À la fin du Jurassique inférieur, ils sont déjà très diversifiés avec de nombreux groupes de carnivores et d’herbivores. Leur très importante diversité traduit de grandes capacités d’adaptation et montre que les dinosaures étaient capables d’exploiter un grand nombre de niches écologiques.

Il existe 2 grands groupes de dinosaures, qui se reconnaissent à leur bassin : les **saurischiens** et les **ornithischiens**. Les saurischiens possèdent un **bassin de type lézard**, c’est-à-dire que leur pubis pointe vers l’avant. Ils regroupent tous les dinosaures carnivores - les **théropodes** (ex. *Tyrannosaurus*) - et les grands herbivores quadrupèdes - les **sauropodomorphes** (ex. *Diplodocus*). Les ornithischiens présentent un bassin de type oiseau, leur pubis pointant vers l’arrière. Ils regroupent les stégosaures, les ankylosaures, les pachycéphalosaures, les cératopsiens (ex. *Triceratops*) et les ornithopodes (ex. *Iguanodon*).

L’extinction des dinosaures a donné lieu à de multiples hypothèses ; certaines traduisent une extinction rapide (hypothèses catastrophistes : volcanisme, impact de météorite, épidémie fulgurante... tandis que d’autres suggèrent une extinction beaucoup plus graduelle (baisse du niveau des mers avec impacts climatiques, empoisonnements par des plantes, compétition entre espèces...).

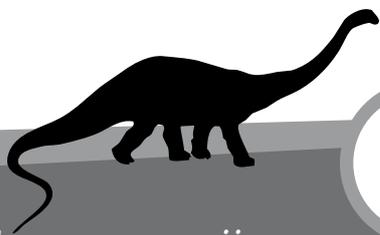
Les deux types de bassins chez les Dinosaures



Allosaurus fragilis Dinosaure - Saurischien - Théropode

n°5

Les **allosaures** sont des dinosaures **carnivores** qui vivaient à la fin du Jurassique (entre - 155 et - 135 millions d’années) en Amérique du Nord, en Afrique et en Europe. Ces redoutables prédateurs terrestres possédaient **d’énormes mâchoires**, pourvues de dents crénelées et recourbées leur permettant d’arracher de gros morceaux de chair. Leur **crâne**, qui pouvait atteindre jusqu’à 90 cm, était percé de nombreuses ouvertures et donc fortement **allégé**. Leurs **membres antérieurs, courts mais robustes**, leur servaient à agripper leurs proies pour faciliter leur dépeçage. Leurs membres postérieurs, longs et robustes, se terminaient par quatre **orteils munis de griffes** dont l’un était retourné vers l’arrière à la manière des ergots des oiseaux. Leur queue servait de balancier et devait équilibrer leur corps lors de leurs déplacements. Ils se nourrissaient de dinosaures herbivores, pouvaient chasser en groupe, mais devaient également être charognards.

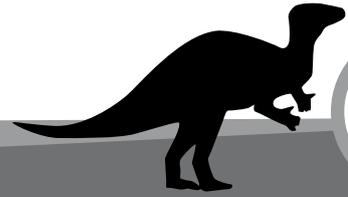


n°6

Diplodocus carnegii

Dinosaure - Saurischien - Sauropode

Les **Diplodocus** vivaient au Jurassique supérieur (entre - 136 et - 148 millions d'années) en Amérique du Nord. Ils pouvaient mesurer **jusqu'à 27 m de long** (dont 9 m de cou). Leur queue immense, dont l'extrémité effilée évoque un fouet, équilibrait leur corps et devait leur servir de moyen de défense. Elle ne traînait donc pas sur le sol, comme on l'a longtemps pensé, comme en témoigne cette reconstitution. Leurs membres postérieurs étaient légèrement plus longs que les antérieurs. Leurs **dents** espacées, plutôt bizarres, avaient une forme de crayons et n'étaient situées qu'à l'avant de la bouche. Elles étaient utilisées à la manière d'un râteau pour récolter la végétation au niveau du sol, car les *Diplodocus* ne pouvaient pas lever leur cou à la verticale au dessus de leur corps. Ils se déplaçaient en **troupeaux**, les animaux les plus faibles se plaçant au centre afin de se protéger de prédateurs comme *Allosaurus*.



n°7

Iguanodon bernissartensis

Dinosaure - Ornithischien - Ornithopode

Les **Iguanodon** vivaient au Crétacé inférieur (entre - 130 et - 110 millions d'années) en Amérique du Nord, Europe et Asie. C'étaient des bipèdes facultatifs, c'est-à-dire qu'ils se déplaçaient en marchant sur leurs quatre pattes, mais avaient aussi la possibilité de courir sur leurs deux pattes arrières, tout en maintenant une **posture horizontale**, leur queue lourde et rigide équilibrant le poids de l'avant de leur corps. Leurs mains possédaient un **pouce en éperon conique corné** (autrefois interprété comme une corne nasale) qui devait probablement aider à la recherche de nourriture ou jouer un rôle défensif. Leur **cinquième doigt**, très flexible, devait leur permettre de saisir les branches des arbres. Ils possédaient un **bec corné** et se nourrissaient majoritairement de fougères, cycas, conifères...

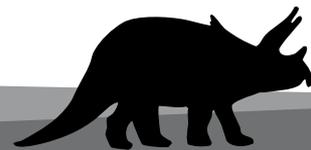


n°8

Tarbosaurus bataar

Dinosaure - Saurischien - Théropode

Les **tarbosaurus** vécurent à la fin du Crétacé, entre - 72 et - 65 millions d'années en Asie. Ils présentent une morphologie quasi identique à celle de leurs cousins nord américains, les **Tyrannosaures** (voir crâne), et furent donc parmi les plus grands carnivores terrestres (jusqu'à 13 m de long). Ils étaient bipèdes. Leurs membres antérieurs se terminaient par deux doigts et étaient très réduits (moins de 1 m) mais pouvaient supporter un poids très important (environ 200 kg). Leur **crâne massif** pouvait atteindre jusqu'à 1,5 m de long. Leur **queue longue et massive** servait de balancier. Ils pouvaient à la fois être prédateurs et charognards selon les opportunités qui se présentaient.



n°9

Triceratops horridus

Dinosaure - Ornithischien - Cératopsien

Les **Triceratops** ont vécu à la fin du Crétacé supérieur, entre - 70 et - 65 millions d'années, exclusivement en Amérique du Nord. Ces **herbivores** avaient un **crâne très large** qui pouvait mesurer 2 m de long. Ils portaient une **petite corne** au dessus des narines et une **paire de longues cornes**, pouvant mesurer 1 m, au dessus des yeux. Une collerette osseuse s'étendait à l'arrière de leur crâne. Le rôle de cette collerette reste incertain mais devait être multiple: défense, reconnaissance, rivalités entre mâles, attachement des muscles de la mâchoire, protection du cou, régulation thermique... Leurs membres antérieurs étaient plus courts que les postérieurs mais très massifs puisqu'ils devaient soutenir le poids important du crâne.

Les œufs de dinosaures

De nombreux œufs de dinosaures fossiles ont été retrouvés. Malheureusement, la plupart ne contiennent pas de restes osseux et il est donc impossible de déterminer à quel dinosaure ils appartenaient. Quelques découvertes ont cependant permis de trouver des squelettes de nouveau-nés associés à des œufs, des œufs renfermant des embryons, ou encore des restes de dinosaures en train de protéger ou de couvrir leurs œufs.

L'étude des œufs, de la structure de leur coquille ainsi que de la configuration des nids (comme c'est le cas chez les oiseaux modernes) est riche en informations relatives au comportement des dinosaures et à leur évolution.

À sang froid ou à sang chaud ?

Un animal est dit "**à sang froid**" (ectotherme) s'il possède une température corporelle variable ("poissons", amphibiens, "reptiles"). Au contraire, un animal est dit "**à sang chaud**" (endotherme) si sa température corporelle est pratiquement constante (mammifères, oiseaux). Des indices scientifiques laissent supposer que certains **dinosaures devaient être des animaux à sang chaud** :

- Les dinosaures étaient répandus **sur l'ensemble des continents, même en Antarctique**. Or, un animal à sang froid ne peut survivre à de hautes latitudes.
- L'étude d'empreintes de pas de dinosaures suggère que certains étaient des **coureurs rapides**. Or, les animaux à sang froid ne peuvent pas soutenir une intense activité physique car ils doivent en permanence récupérer de l'énergie dans leur environnement immédiat (soleil) pour contrôler leur température.
- Certains dinosaures possédaient des **plumes** qui, comme les poils, servent à isoler thermiquement un animal et donc à l'aider à maintenir une température corporelle fixe.
- La **structure interne de leur os** est similaire à celle des animaux endothermes. De plus, elle montre qu'ils devaient être à croissance constante, alors que les animaux à sang froid ont un taux de croissance qui varie avec les saisons (croissance plus faible en hiver).
- Le fait de posséder des **membres dressés à la verticale sous le corps** (posture érigée) est actuellement spécifique aux animaux à sang chaud.

● Des dinosaures aux oiseaux (vitrines 19-27)

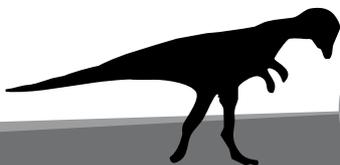
Il ne fait maintenant plus guère de doute que les ancêtres des oiseaux sont à rechercher au sein de petits dinosaures carnivores. Des caractères qui étaient jusqu'alors considérés comme des caractères d'oiseaux ont été retrouvés chez de nombreux dinosaures carnivores. C'est le cas par exemple de la présence de clavicules soudées, de plumes, de l'orientation du pubis, de l'allègement des os... Ces caractères sont apparus chez des dinosaures coureurs, donc indépendamment d'une adaptation au vol, et permettent de comprendre pourquoi maintenant les oiseaux sont considérés comme faisant partie du groupe des dinosaures.

Deux hypothèses avaient été émises au sujet de l'acquisition du vol, à savoir si le vol avait été acquis à partir du sol (course suivie de "décollage") ou de branches en branches par des animaux planeurs. Il apparaît quasiment certain maintenant que l'acquisition du vol s'est faite à partir d'un stade planeur à 4 ailes (les membres antérieurs et postérieurs de certains petits dinosaures carnivores étant recouverts de plumes).

En fait, les recherches paléontologiques récentes soulignent à quel point l'évolution des dinosaures aux oiseaux s'est faite progressivement. De ce fait, de nombreux oiseaux primitifs possèdent à la fois des caractères de dinosaures (longue queue, doigts de la main non fusionnés et pourvus de griffes, dents) et d'oiseaux modernes, et il est devenu très difficile pour les paléontologues de délimiter les deux groupes. La grande majorité des dinosaures se sont éteints à la crise Crétacé-Tertiaire à l'exception d'une lignée de dinosaures : celle des oiseaux modernes. Ces derniers sont caractérisés par l'absence de dents, la soudure des vertèbres de la queue (croupion), la fusion des os du poignet et des doigts de la main, l'acquisition du bréchet (pour l'insertion des muscles nécessaires au vol)...

Après l'*Archaeopteryx*, les **oiseaux du Crétacé inférieur** se rapprochent des oiseaux actuels et présentent des **caractères plus évolués**, avec la soudure des vertèbres de la queue (croupion), la fusion des os du poignet et des doigts de la main, la présence de griffes allongées et recourbées aux pieds avec un pouce opposable permettant de s'accrocher aux branches... Tous ces caractères témoignent de l'augmentation des capacités de vol et d'un mode de vie arboricole.

Cette origine dinosaurienne des oiseaux permet donc de souligner que les dinosaures n'ont pas tous disparu, puisque cette lignée peuple aujourd'hui toute la surface de notre planète !



№10

Compsognathus longipes
Dinosaure – Saurischien – Théropode

Vitrine 23

Ce dinosaure terrestre gracile vivait au Jurassique supérieur, entre - 155 et - 135 millions d'années en Europe. Ce bipède avait la taille d'un poulet (jusqu'à 1 m et 3 kg). Ses longues pattes postérieures indiquent qu'il devait être rapide et agile. Ses membres antérieurs étaient relativement courts et se terminaient par trois doigts dont deux griffus. Sa queue longue et fine devait servir de balancier pour l'équilibrer lors de ses déplacements. Il devait se nourrir de petits vertébrés (lézards et mammifères) et d'insectes.



№11

Archaeopteryx lithographica
Dinosaure – Archaeopterygiforme

Vitrines 19 et 21

Archaeopteryx vivait au Jurassique supérieur, entre - 155 et - 135 millions d'années. Il possède à la fois des caractères de théropodes (dents, longue queue, trois doigts griffus) et des caractères d'oiseaux (bec, plumes, grande taille du cerveau et des orbites, fourchette). Ses plumes servaient d'isolant thermique mais lui permettaient aussi de voler. Ses membres antérieurs indiquent un stade primitif de l'évolution de l'aile. Ses doigts griffus devaient l'aider à grimper aux arbres. Le pubis était disposé parallèlement à l'ischion, comme chez les théropodes apparentés aux oiseaux.

● Les reptiles marins

Au cours de l'ère secondaire, plusieurs groupes de tétrapodes (vertébrés à quatre pattes) sont retournés au milieu marin. Pour cela, ils ont dû développer différentes adaptations morphologiques (corps hydrodynamique lisse, transformation des membres en palettes natatoires...), physiologiques (adaptation des organes des sens, du mode de reproduction...) et écologiques (adaptation des modes de locomotion et de prédation...).

Les trois principaux groupes de reptiles marins ayant dominé les mers de l'ère secondaire sont les mosasaures, les plésiosaures et les ichthyosaures.

Bien qu'ils soient à tort souvent nommés dinosaures, les reptiles marins ne sont pas des dinosaures ! Les dinosaures ne se sont adaptés ni à la nage, ni au vol (les ptérosaures étant des reptiles volants mais non des dinosaures).



n°12

Mosasaurus hoffmanni Lépidosaure - Squamate

Les **mosasaures** sont des **lézards marins** ayant peuplé les mers du Crétacé supérieur (entre -88 et -65 millions d'années). Ils pouvaient mesurer de **3 à 15 m**. Ces puissants nageurs étaient bien adaptés à la vie aquatique. Leur corps ressemblait à celui des varans actuels mais il était plus allongé et plus hydrodynamique. Leurs membres étaient transformés en **palettes natatoires** qui leur servaient à se diriger et leur **queue, haute et puissante**, assurait leur propulsion. Leur crâne, long et pointu, était armé de grandes dents. Les plus petites espèces devaient se nourrir de mollusques et de poissons et les plus grandes également de "poissons", mais aussi de requins ainsi que de mosasaures et autres reptiles marins.



n°13

Cryptoclidus eurymerus Sauroptérygien - Plésiosaurien

Les **plésiosaures** sont des reptiles marins ayant occupé les mers depuis la fin du Trias jusqu'à la fin du Crétacé (entre -210 et -65 millions d'années). Ils avaient un corps massif, une **tête assez petite** et une **courte queue**. Ils utilisaient leur **long cou flexible** pour capturer des proies ("poissons", mollusques) saisies par leurs mâchoires fournies de dents fines et entrecroisées. Leurs membres étaient transformés en larges **palettes natatoires** (généralement longues du fait d'une augmentation du nombre de phalanges) leur assurant une bonne manoeuvrabilité. Ils pouvaient mesurer jusqu'à plus de 15 m de long.

Les plésiosaures se distinguent facilement de leurs très proches parents les pliosaures qui, contrairement à eux, possédaient une tête allongée et un cou court.

Ichthyosaurus tenuirostris Sauropside – Ichthyosaurien



Les **ichthyosaures** (“reptiles-poissons”) sont des reptiles marins ayant vécu depuis le début du Trias jusqu’au milieu du Crétacé (de -245 à -90 millions d’années). La forme **très hydrodynamique** de leur **corps**, la présence de **palettes natatoires** (souvent caractérisées par une augmentation du nombre de phalanges et de doigts), et d’une **nageoire caudale verticale**, suggèrent que ces organismes étaient très bien adaptés à la vie aquatique. Ils possédaient de **très grands yeux** relativement à la taille de leur corps. La découverte de juvéniles fossilisés au sein du squelette de femelles a montré qu’ils étaient **ovovivipares**, ce qui signifie que les œufs incubaient et devaient éclore dans le ventre de la mère. Il est donc certain que ces animaux se reproduisaient en milieu marin et qu’ils étaient totalement indépendants du milieu terrestre. Ces rapides prédateurs, qui pouvaient mesurer de moins d’un mètre à plus de 15 m de long, se nourrissaient de “poissons” et de mollusques (calmars).

● La crise Crétacé-Tertiaire

Bien que la crise Crétacé-Tertiaire ne soit pas la plus importante des 5 grandes crises ayant affecté la biodiversité, c’est la plus célèbre car c’est celle qui est responsable de l’extinction des dinosaures. Nous savons cependant aujourd’hui que ceux-ci n’ont pas été complètement exterminés puisque les oiseaux, un groupe de dinosaures carnivores à part entière, ont survécu à cette crise.

Plusieurs causes ont été évoquées pour expliquer cette crise :

- **la grande régression marine** (baisse du niveau des mers) de la fin du Crétacé. Cette hypothèse n’est plus soutenue aujourd’hui car ce changement semble avoir été suffisamment long pour que les espèces aient eu le temps de s’y adapter et ne peut donc pas être à l’origine d’une crise majeure.
- **la chute d’une météorite.** Cette hypothèse a été émise après la découverte d’une fine couche anormalement riche en Iridium (élément chimique présent à très faible concentration dans la croûte terrestre mais bien plus concentré dans les météorites) au niveau de la limite Crétacé-Tertiaire. L’enrichissement en iridium enregistré semble donc directement lié à l’impact d’une météorite. Les poussières résultant de l’impact auraient formé un voile opaque empêchant le passage des rayonnements solaires et donc la photosynthèse. Cela aurait causé l’extinction de nombreuses plantes à la source de la chaîne alimentaire et donc de nombreux organismes herbivores et carnivores. De plus, le climat aurait été fortement modifié. Cette hypothèse a été corroborée par la découverte d’un cratère d’impact au Mexique (cratère de Chicxulub, Yucatan) datant de 65 millions d’années.
- **le volcanisme.** D’intenses éruptions volcaniques ont eu lieu en Inde il y a 65 millions d’années. Ces éruptions se sont produites pendant un temps relativement court à l’échelle des temps géologiques (moins de 400 000 ans). Elles ont causé de nombreux épanchements de laves (trapps du Deccan), sur une superficie équivalant à plusieurs fois la France et une épaisseur d’environ 3 km. Elles auraient eu un impact important sur le climat et auraient libéré une très forte quantité de poussières. Les conséquences auraient donc été très similaires à celles causées par l’impact météoritique. Il est possible que les effets de ces deux événements se soient cumulés et aient ainsi été responsables d’une extinction massive à la fin du Crétacé.

Les hypothèses de la météorite et du volcanisme sont plutôt en faveur d'évènements catastrophiques et donc d'une extinction rapide. De nombreux scientifiques considèrent que les extinctions ont en fait été progressives et liées simplement à la compétition entre espèces. Selon les premiers, la disparition d'espèces avant la crise n'est qu'un artéfact lié au manque de fossiles datant de cette époque tandis que, pour les seconds, elle reflète des extinctions se produisant avant la limite Crétacé-Tertiaire. Il est possible que la crise ait été progressive au cours du Crétacé supérieur mais que les extinctions se soient accélérées à la fin de cette époque du fait du volcanisme et de l'impact météoritique. Le problème de la durée de la crise reste au cœur du débat. Un autre mystère concerne les organismes ayant survécu à cette crise. Si de nombreux groupes s'éteignent (ammonites, la plupart des dinosaures, reptiles marins, ptérosaures...), de nombreux groupes survivent à cette crise (crocodiles, tortues, lézards, mammifères, plantes à fleurs...) et se diversifient au cours de l'ère tertiaire.

● Les mammifères

Dès le début du Permien (à la fin de l'ère primaire, vers -295 millions d'années), au début de l'évolution des "reptiles", se sont diversifiés les **reptiles mammaliens** à partir desquels ont évolué les mammifères. Peu après leur apparition, ces "reptiles", qui possèdent des caractères de mammifères (notamment au niveau du crâne et de la mandibule), évoluèrent rapidement en une variété de groupes herbivores et carnivores. Au cours de leur évolution, ils ont notamment acquis un palais secondaire (leur permettant d'assurer les fonctions de nutrition et de respiration en même temps), une modification de l'articulation de la mâchoire avec le crâne (qui a permis le développement de l'oreille interne), une tendance à rapprocher les membres sous le corps (ce qui facilite la locomotion), des poils... Les reptiles mammaliens ont subi une forte extinction à la fin de l'ère primaire (vers -245 millions d'années) et seulement quelques groupes se diversifièrent après cette crise (la plus importante des 5 grandes crises). Au cours du Trias, les espèces deviennent progressivement plus petites et plus spécialisées (par exemple insectivores nocturnes) et **à la fin du Trias (vers -205 millions d'années)**, une autre grande crise se produit et la plupart des reptiles mammaliens s'éteignent **à l'exception des vrais mammifères qui apparaissent à cette époque**. À la fin du Crétacé, la taille des mammifères avait légèrement augmenté, mais ils ne dépassaient toujours pas la taille d'un chat ou d'un lapin. Ils avaient développé des adaptations à de nouveaux régimes alimentaires grâce à la diversification de leurs dents en incisives, canines, prémolaires et molaires. À la suite de la crise Crétacé-Tertiaire, qui a laissé de nombreuses niches écologiques libres, les mammifères se diversifièrent rapidement et intensément et s'adaptèrent à des modes de vie très variés.

Les mammifères sont caractérisés par la possession de poils, de mamelles et par leur homéothermie, c'est-à-dire leur capacité à maintenir une température corporelle fixe.



n°15

Megatherium americanum Mammifère – Xénarthre

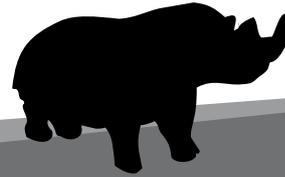
Les **Megatherium** étaient des "**paresseux géants**" ayant vécu durant le Pléistocène et le début de l'Holocène (entre -1,8 millions d'années et -11 500 ans) en Amérique du Sud. Ils font partie des **plus grands mammifères** ayant peuplé la Terre. Leur museau était allongé et leurs dents très hautes (plus de 18 cm). Leurs **longues griffes** indiquent qu'ils ne pouvaient pas se déplacer en marchant sur la plante des pieds mais en s'appuyant seulement sur les bords extérieurs. Leur **longue queue** leur servait d'appui pour se dresser sur leurs pattes arrières dans le but d'attraper les feuilles hautes à l'aide de leurs longs membres antérieurs terminés par des griffes courbes.



n° 16

Glyptodon asper
Mammifère – Xénarthre

Les *Glyptodon* vécurent en Amérique du Sud durant le Pléistocène et le début de l'Holocène (entre - 1,8 millions d'années et - 11 500 ans). Ces "**tatous géants**" possédaient une **armure protectrice** composée de plus de 1000 plaques osseuses qui exigeait un **squelette massif** pour la soutenir. Le crâne de ces **herbivores** était très développé en hauteur. Comme la queue, il était également recouvert d'éléments osseux.



n° 17

Coelodonta antiquitatis
Mammifère – Périssodactyle

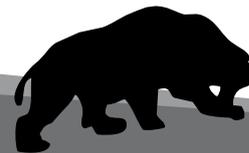
Les "**rhinocéros laineux**" vécurent durant le Pléistocène et l'Holocène (entre - 1,8 millions d'années et - 8 000 ans) en Eurasie. Ils furent donc contemporains des premiers hommes. Ils étaient robustes et de grande taille (~ 3,5 m de long). Ils portaient une **épaisse toison laineuse** constituée par de longs poils et une **large couche de graisse** pour résister au froid de la steppe. Leur museau était orné de **2 cornes** particulièrement étroites, la plus basse étant la plus longue, et pouvant mesurer **jusqu'à 1 m de long**. Elles pouvaient leur servir à se défendre, à se battre contre des rivaux, mais également à dégager la neige pour se nourrir, ce qui leur permettait de ne pas avoir à migrer durant l'hiver.



n° 18

Ursus spelaeus
Mammifère – Carnivore

"**L'ours des cavernes**" vivait au Pléistocène supérieur et Holocène inférieur, entre - 200 000 et - 10 000 ans dans des forêts mixtes d'Europe. Il était **contemporain de certains hominidés**. Bien plus grand que l'ours brun, il possédait également un museau moins développé ainsi qu'un front bombé et des membres antérieurs plus longs et plus robustes que les postérieurs. Ses canines, mais surtout ses molaires, étaient bien développées, ce qui indique qu'il était **majoritairement végétarien** et donc bien moins omnivore que les ours actuels.



n° 19

Smilodon populator
Mammifère – Carnivore

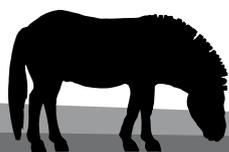
Ce "**Tigre à dents de sabre**" vécut en Amérique du Sud entre - 1 million d'années et - 10 000 ans. Il possédait de **très grandes canines** supérieures (jusqu'à 28 cm) qui lui servaient à "poignarder" et saisir ses proies. Ses membres étaient trapus, sa queue courte, et ses **griffes longues et rétractiles**. Son museau était court, ses narines hautes, et le nombre de ses dents très réduit. Il devait chasser des chevaux, bisons, camélidés mais était également charognard.

● Les équidés

L'évolution de la famille des équidés (chevaux, ânes, zèbres et fossiles associés) s'est déroulée sur un fond de grands **changements géographiques et climatiques**. Elle a débuté il y a environ 55 millions d'années, époque à laquelle l'Europe et l'Amérique du Nord n'étaient pas encore séparées. Après **l'ouverture de l'Océan Atlantique**, il y a environ 45 millions d'années, l'évolution des équidés a suivi des voies différentes en Europe et en Amérique.

Il y a 25 millions d'années, un changement climatique conduisant au remplacement des forêts d'Amérique du Nord par des prairies a poussé les équidés à adapter leurs modes de locomotion et de nutrition à ce nouvel environnement. Ainsi, afin de s'adapter à une nourriture constituée d'herbes, plus abrasives que les feuilles dont ils se nourrissaient jusqu'alors, ils développèrent des molaires hautes à croissance continue ainsi qu'un cément protégeant la racine dentaire. La prairie étant un milieu découvert, les équidés, n'étant plus aussi protégés que dans la forêt, durent s'adapter à la course pour fuir les prédateurs. Cette adaptation est caractérisée par une augmentation de la taille marquée par un allongement des membres, par la perte de coussinets plantaires, le redressement et l'allongement des doigts ainsi que la réduction du nombre de doigts jusqu'à l'apparition d'un sabot unique.

Les chevaux actuels du genre *Equus* sont apparus en Amérique du Nord et, il y a environ 2,5 Ma, ont traversé le détroit de Béring et se sont répandus en Eurasie et en Afrique. Il y a 8000 ans, les espèces du genre *Equus* se sont éteintes en Amérique. La réintroduction du cheval sur le continent américain remonte aux invasions des conquistadors.



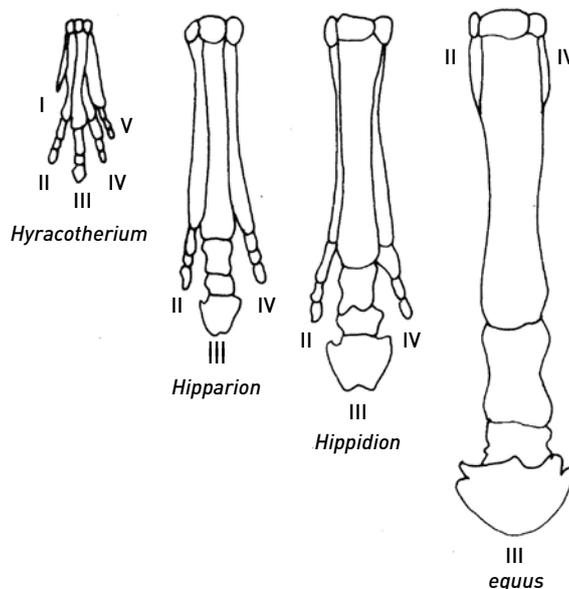
n°20

Hipparion

Mammifère – Périssodactyle

Hipparion est apparu en Amérique du Nord il y a environ 15 millions d'années et, vers -11 millions d'années, a migré en Europe, Asie et Afrique via le détroit de Béring. Il ressemblait beaucoup au cheval actuel mais possédait encore **3 doigts**. Il devait mesurer environ 1,4 m au garrot. La structure de ses dents témoigne d'une **alimentation mixte** composée à la fois de feuilles et de graminées. Ce genre s'est éteint il y a environ 2 millions d'années du fait de la concurrence avec les chevaux possédant un seul doigt.

Évolution de l'extrémité de la patte antérieure chez les équidés



● Les proboscidiens

Les proboscidiens (“porteurs de trompe”) constituent un ordre de mammifères connu depuis environ 56 millions d’années dont les **éléphants** d’Afrique et d’Asie sont les seuls représentants actuels. Les premières formes (ex : *Phosphaterium*) étaient de petite taille et ne portaient ni trompe ni défenses. Il y a plus de 20 millions d’années, la collision entre la plaque continentale africaine et la plaque eurasiatique permet la diversification de ce groupe en un grand nombre d’espèces, aussi bien en Afrique qu’en Asie et en Europe.

Au cours de leur évolution, les proboscidiens ont vu leur **taille augmenter** et leurs **membres** ont pris la forme de **piliers** afin de soutenir leur poids important. Ils ont acquis une **trompe** et des **défenses** (dont la forme et le nombre variaient selon les groupes), qui correspondent à des incisives à croissance continue.



n°21

Mammuthus primigenius Mammifère – Proboscidien

Les “**mammouths laineux**”, également appelés “**mammouths de Sibérie**”, ont vécu dans les steppes herbeuses d’Eurasie et Amérique du Nord de -600 000 à -4000 ans. Ils étaient **d’assez petite taille**, par rapport à d’autres espèces comme le mammoth méridional de la galerie, bien **adaptés au rude climat** du milieu périglaciaire (longs poils, épaisse couche de graisse) et possédaient **des défenses très recourbées**.

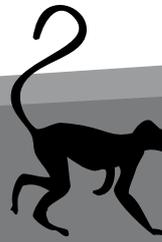
Ce spécimen, daté de -49 000 ans, a été découvert **congelé** (avec les muscles et la peau) par une mission scientifique russe en 1901-1902 en Sibérie. Sa tête et l’une de ses pattes sont visibles dans la vitrine 86.

● Les Primates

Les primates actuels sont différenciés en deux grands groupes. Celui des Prosimiens est composé des lémuriens de Madagascar, des Lorisidés d’Afrique et d’Asie et des Tarsiers. Le second, celui des Anthropoïdes, regroupe les grands singes et les singes d’Amérique du Sud, d’Afrique et d’Asie. L’homme, étant un grand singe, il appartient à ce second groupe.

Il existe près de 300 espèces actuelles mais on connaît également de nombreuses espèces fossiles. Les Primates apparaissent au début du **Tertiaire** (vers -60 millions d’années) et se diversifient en Europe, Amérique du Nord et en Asie (il n’arrivent en Amérique du Sud que vers -30 millions d’années). Au cours de l’histoire évolutive de ce groupe, les espèces ont montré une grande variété de **tailles** (de 10 grammes à plus de 200 kilos), de **modes de locomotion** (sauteurs, grimpeurs...) et de **régimes alimentaires** (insectes, fruits, feuilles...). Tandis que de nombreuses lignées ont disparu sans descendance, d’autres sont à l’origine des espèces actuelles dont l’espèce humaine.

n°22



Notharctus tenebrosus Mammifère – Primate

Ces petits primates, d'environ 5 kg et mesurant environ 40 cm de long (queue exclue), vivaient en Amérique du Nord entre -54 et -38 millions d'années. Leur morphologie rappelle celle des lémurs mais semble plus primitive (boîte crânienne plus petite, posture quadrupède, longue queue, museau plus court). Cependant certains caractères, comme la présence d'ongles (et non de griffes) sur les doigts, et des pouces opposables sont assez modernes. Ils font partie des premiers primates à avoir développé des adaptations à la vie arboricole : mains et pieds préhensiles, vision stéréoscopique, colonne vertébrale flexible... Ils se nourrissaient essentiellement de fruits mais également d'insectes.

● La lignée humaine

Ceux que l'on appelle les **grands singes** (hominoïdes) se sont diversifiés en Afrique (proconsuls, kenyapithèques...) mais ont également colonisé l'Eurasie il y a environ 16 millions d'années (*Proconsul*, *Ouranopithecus*, *Sivapithecus*...). Les fossiles d'hominoïdes sont extrêmement rares si bien que la découverte d'un nouveau spécimen pourrait modifier notre vision de l'histoire évolutive de ce groupe.

Les **premiers hominidés** (groupe comprenant les hommes, chimpanzés, bonobos, gorilles et fossiles apparentés) apparaissent **vers -7 millions d'années**. La séparation entre la lignée du chimpanzé et celle de l'homme se serait produite entre -10 et -6 millions d'années. Les plus anciens représentants du genre *Homo*, notamment caractérisé par un volume cérébral important associé à une bipédie quasi exclusive et à une réduction de la face (plus plate), des mâchoires et des dents, apparaissent vers -2,5 millions d'années (*H. habilis*, *H. rudolfensis*). C'est avec *Homo ergaster* que le genre *Homo* colonise l'Europe et l'Asie il y a plus de 1,8 millions d'années. L'espèce *Homo sapiens* serait apparue en Afrique vers -200 000 ans.



n°17

Australopithecus afarensis • Lucy Primate – Hominidé

Les **australopithèques** ont vécu entre -4,4 et -1 millions d'années en Afrique de l'Est et du Sud. Ils présentaient un **mélange de caractères primitifs** (volume du cerveau équivalent à 35 % de celui d'un homme moderne) et **dérivés** (dentition évoluée). Ils ne devaient pas mesurer plus de 1,1-1,5 m. Ils avaient acquis la **bipédie** mais étaient également grimpeurs. La structure de leurs mains était très proche de celles des *Homo* ce qui signifie qu'ils avaient la **capacité d'utiliser des objets**.

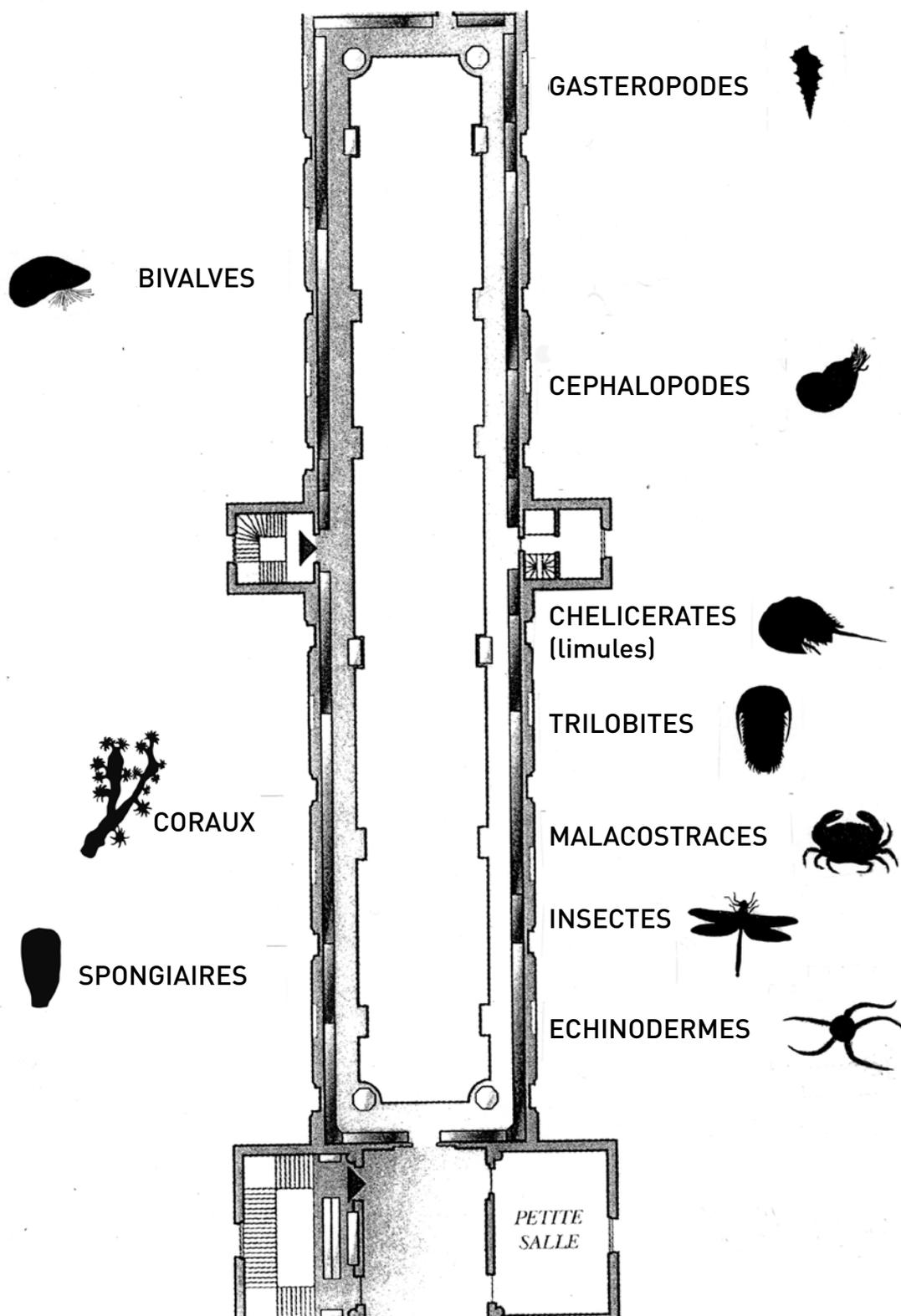
Quelles adaptations

Les principales adaptations caractérisant l'évolution de la lignée humaine sont la **bipédie** (probablement apparue plusieurs fois indépendamment chez divers groupes) liée à des modifications du bassin, des membres, de la voûte plantaire et du crâne, l'**augmentation du volume crânien**, la **régression de la face**, la **perte du bourrelet sus-orbitaire**, l'**organisation sociale**, la **maîtrise du feu**, la **fabrication d'outils**, les **rites funéraires**, l'**acquisition du langage articulé**, l'**art**...

Au 2^e étage : le balcon des "invertébrés"

Les "invertébrés" ne constituent **pas un groupe ayant une vraie signification biologique** car il regroupe l'ensemble des organismes "**dépourvus de vertèbres**". Or, on ne définit jamais un groupe par une absence mais par l'acquisition de caractères particuliers. Le terme "invertébré" est cependant employé par commodité, car il permet facilement de savoir de quel type d'organismes il s'agit.

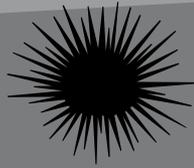
Parmi les fossiles découverts, les "invertébrés" sont ceux que l'on retrouve le plus fréquemment dans le registre géologique.



Echinides - Oursins

Echinodermes

Vitrines 8-18

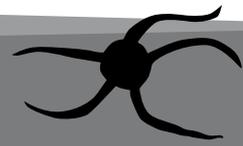


Les oursins possèdent un corps sphérique protégé par une **coquille calcaire** qui peut être recouverte de **piquants**. Leur corps possède un système de chambres remplies d'eau de mer, le système ambulacraire, qui actionne des podias (tubes remplis d'eau et faisant ventouse à leur extrémité, situés entre les épines) qui, tout comme les piquants mobiles, servent à la locomotion. Leur bouche est située sous la face inférieure.

Ophiures

Echinodermes

Vitrine 27



Les ophiures appartiennent au groupe des échinodermes tout comme les oursins et les étoiles de mers. Ils possèdent un **corps en forme de disque aplati** (qui contient tous les organes) auquel sont reliés **cinq bras longs et fins**. Ils possèdent un squelette interne fait de plaques calcaires et leur corps est souvent recouvert d'épines.

Hexapodes - Insectes

Arthropodes • Ex : *Mischoptera nigra*

Âge : Carbonifère - Ère primaire

Vitrine 34



Cette **libellule** était un redoutable prédateur. Ses pattes étaient garnies d'épines, projetées vers l'avant du corps et modifiées pour la capture en vol d'insectes. La larve était aquatique et se servait d'un organe préhensile pour la capture des proies.

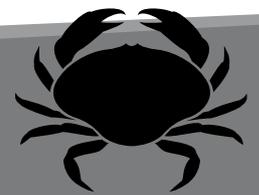
Parmi les libellules du Carbonifère se rencontrent les plus grands insectes ayant vécu sur notre planète. *Meganeura* mesurait plus de 75 cm d'envergure.

La présence de libellules dans un gisement indique un environnement d'eau douce (lac, marécage, fleuve ou rivière) et en général un climat relativement chaud et humide.

Malacostracés

Arthropodes

Vitrines 37-41



Les malacostracés (crevettes, écrevisses, crabes...) ont un corps divisé en 2 parties : le céphalothorax et l'abdomen. Le céphalothorax porte une paire d'antennules, d'antennes, ainsi que l'appareil buccal et les pattes locomotrices.

Chez certains groupes, comme les crabes, une paire de pattes est transformée en pinces et l'abdomen est réduit et replié sous la carapace.

Trilobites

Arthropodes

Vitrines 44-58



Les **trilobites** étaient des arthropodes **marins** qui sont apparus au début de l'ère primaire et se sont éteints à la fin de cette dernière.

Ces organismes doivent leur nom au fait que leur **corps était divisé en trois lobes longitudinaux** : le rachis médian est entouré par 2 lobes longitudinaux. Leur corps montre également un découpage en 3 parties longitudinalement : le céphalon (tête), le thorax qui porte des segments articulés et le pygidium (abdomen) qui porte des segments fusionnés. Ce groupe, très diversifié, a évolué rapidement et avait une large extension géographique, ce qui fait des trilobites de très bons **fossiles stratigraphiques**.

Qu'est-ce qu'un fossile stratigraphique ?

→ **C'est un fossile qui a :**

- **une forte extension géographique**, on le trouve à de nombreux endroits de la planète ce qui permet de faire des corrélations;
- **et une extension stratigraphique réduite**, on ne le trouve que dans des roches déposées pendant une période de temps relativement courte.

Un fossile répondant à ces deux critères est un bon marqueur stratigraphique. Il **permet de caractériser l'âge de roches** et de faire des corrélations à l'échelle mondiale.

Les ammonites sont de bons exemples de fossiles stratigraphiques.

Chélicérates Arthropodes

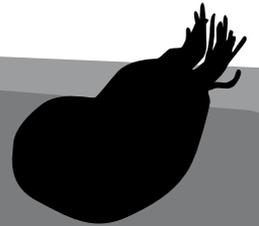


Les chélicérates (porteurs de chélicères), comprennent les limules et les arachnides qui regroupent les araignées, acariens, scorpions...

Les limules (vitrines 59-61) sont des **organismes marins côtiers** qui peuvent mesurer jusqu'à 50 cm. Leur corps est divisé dans le sens de la longueur en un céphalothorax en forme de **bouclier** et un abdomen qui se termine en une longue pointe. Ils portent une **paire de chélicères** (appendices buccaux en forme de crochets ou de pinces), et 5 paires de pattes locomotrices.

Le groupe des limules a peu évolué depuis son apparition au début de l'ère primaire. Comme on en trouve encore aujourd'hui, ils sont parfois qualifiés de "fossiles vivants".

Céphalopodes Mollusques



Vitrines 66-95

Les céphalopodes regroupent les ammonites, les bélemnites, les calmars, les pieuvres... Ce sont des mollusques marins à **coquille unique ou sans coquille** dont le pied, attaché à la tête, est divisé en bras ou **tentacules**. La coquille est divisée en **loges** et l'animal vit toujours dans la dernière de ces loges.

Les bélemnites (vitrines 94-95) possédaient une coquille en forme de **rostre conique** qui pouvait atteindre un mètre de long chez les plus grandes espèces.

Les **ammonites** (vitrines 66-90) étaient des fossiles très abondants dans les couches du Secondaire. Ils constituent de **bons marqueurs stratigraphiques** (voir ci-dessus). Leur coquille unique cloisonnée en loges pouvait être **plus ou moins enroulée selon les groupes**. Elle était souvent **ornementée**. La taille des ammonites pouvait être très variée, les coquilles pouvant être millimétriques ou atteindre plusieurs mètres de diamètre.

Gastéropodes

Mollusques

Vitrines 101-105 & 126-129

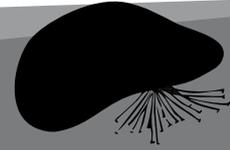


Les gastéropodes sont des mollusques à **coquille univalve spiralée** (ou sans coquille comme la limace). Le pied, qui constitue la principale masse charnue visible de l'extérieur, porte une plaque cornée ou calcifiée, l'opercule, qui vient fermer l'ouverture de la coquille lorsque l'animal se rétracte à l'intérieur. La plupart des gastéropodes sont marins (patelle, bulot...) mais certains sont terrestres (escargot) ou vivent en eaux douces (lymnées, paludines).

Bivalves

Mollusques

Vitrines 140-156



Les bivalves sont des **mollusques aquatiques** dont la coquille calcaire est constituée de deux valves plus ou moins symétriques articulées par une charnière et par des muscles. Les valves peuvent prendre des **formes très diverses** et leur taille peut varier de quelques millimètres à plus de 1,5 m. Les bivalves sont aquatiques et vivent aussi bien en eau douce que dans les mers.

“Spongiaire”- “Éponges”

Vitrines 205-211



Les différents groupes d'“éponges” connus ne constituent probablement pas un ensemble d'organismes partageant des relations de parenté. Néanmoins, comme ces groupes renferment des organismes de structure similaire, on utilise l'appellation “éponges” pour plus de simplicité.

D'un point de vue structural, les “éponges” sont des sortes de **poches creuses**, percées de nombreux pores et d'une ouverture (l'oscule), **traversées par un courant d'eau continu** qui favorise les échanges biologiques (respiration, nutrition). Elles sont constituées de deux couches cellulaires séparées par une matrice protéique riche en **spicules** (sécrétions minérales en forme d'aiguilles à une ou plusieurs pointes) qui peuvent être en calcaire ou en silice.

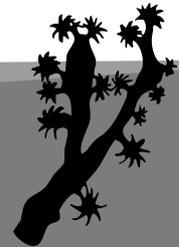
Ces spicules constituent le squelette des éponges qui se fossilise. Lorsque les spicules ne sont pas liées entre elles par une matrice fibreuse, elles se dispersent après la mort de l'animal.

Les “éponges” se forment par juxtaposition de cellules mais sans prendre une forme bien établie. Il en existe de toutes tailles, de moins d'1 mm à plus d'1 m.

Coraux

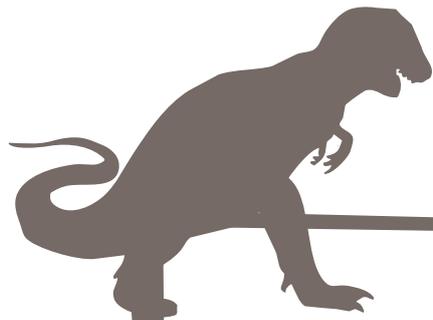
Cnidaires

Vitrines 183-191



Les coraux font partie des cnidaires qui regroupent également les méduses.

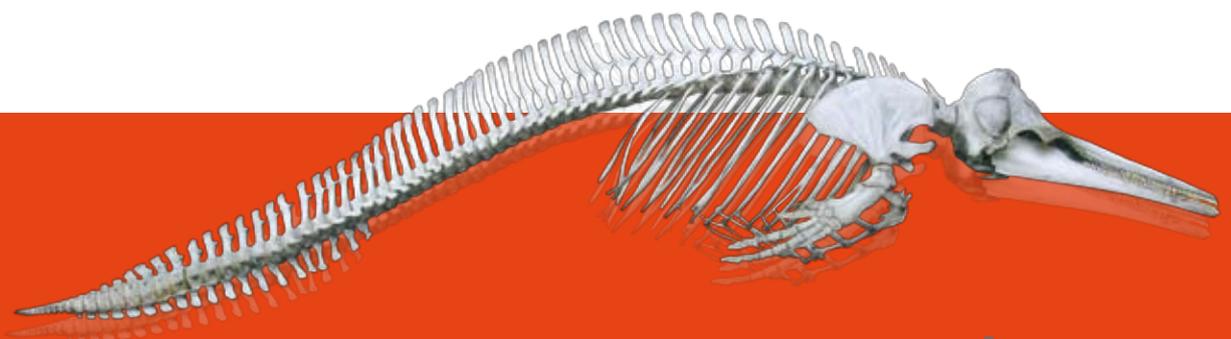
Ces organismes fixés (polypes) sont constitués de 2 couches cellulaires séparées par une matrice protéique, formant un tube creux s'ouvrant par un seul orifice, situé au centre d'une **couronne de tentacules**, et qui constitue à la fois la bouche et l'anus. Comme ils s'assemblent en colonies et sécrètent un exosquelette calcaire qui se fossilise, ce sont des **organismes constructeurs de récifs**.



Galleries d'Anatomie comparée et de Paléontologie
2 rue Buffon, Paris V^e

Ouvertes tous les jours, de 10 h à 17 h, sauf mardi et 1^{er} mai
Samedi et dimanche, de 10 h à 18 h d'avril à septembre
Dernière entrée 45 min. avant fermeture
Renseignements : 01 40 79 54 79 - 01 40 79 56 01
Réservations de groupes : 01 40 79 36 00

www.mnhn.fr



Textes : Alexandra Houssaye – Marielle Résal

Dessins : Marielle Résal

Conception graphique : DICAP-MNHN

Remerciements : R. Allain, N. Bardet, B. Batail, G. Clément, C. Colin,
S. Couette, P. De Wever, D. Merle, J.G. Michard, S. Peigné

